



HAL
open science

Atlas radiographique et ostéologique du puma (*Puma concolor*)

Aurélie Tujek

► **To cite this version:**

Aurélie Tujek. Atlas radiographique et ostéologique du puma (*Puma concolor*). Médecine vétérinaire et santé animale. 2008. <dumas-04558886>

HAL Id: dumas-04558886

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04558886v1>

Submitted on 25 Apr 2024

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

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



HAL Authorization



ANNEE 2008 THESE :

ATLAS RADIOGRAPHIQUE ET OSTEOLOGIQUE DU PUMA (*Puma concolor*)

THESE
pour obtenir le grade de

DOCTEUR VETERINAIRE
DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2008
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Aurélie, Ginette, Irène TUJEK

Née, le 16 janvier 1985 à SOISSONS (Aisne)

Directeur de thèse : M. le Professeur Jacques DUCOS DE LAHITTE

JURY

PRESIDENT :

M. Alexis VALENTIN

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESSEUR :

M. Jacques DUCOS DE LAHITTE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

M. Yves LIGNEREUX

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE





Enseignement agricole
Formations grandeur nature



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

Directeur : M. A. MILON

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

Professeurs honoraires :

M. L. FALIU	M. J. CHANTAL	M. BODIN ROZAT DE MENDRES NEGRE
M. C. LABIE	M. JF. GUELFY	
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. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1° CLASSE

M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
M **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
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. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 2° CLASSE

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

INGENIEUR DE RECHERCHE

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

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*

M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

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

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*

M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*

Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*

M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*

M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*

Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*

Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*

Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*

M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*

Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*

M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*

Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*

M. **DOSSIN Olivier**, (DISPONIBILITE) *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*

M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie du Bétail*

M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*

M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*

M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*

Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*

M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*

M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*

M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*

Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*

M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*

M. **MONNEREAU Laurent**, *Anatomie, Embryologie*

Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*

Mme **TROGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*

M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES CONTRACTUEL

Mlle **BUCK-ROUCH**, *Médecine interne des animaux de compagnie*

M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie du bétail*

M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie*

M. **SEGUELA Jérôme**, *Médecine interne des animaux de compagnie*

M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*

M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*

M. **GIN Thomas**, *Production et pathologie porcine*

M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*

M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*

M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*

Mlle **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*

A notre Président de thèse,

Monsieur le Professeur Alexis VALENTIN
Professeur des Universités
Praticien hospitalier
Zoologie – Parasitologie

*Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.
Hommages respectueux.*

A notre jury de thèse :

Monsieur le Professeur Jacques DUCOS de LAHITTE
Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Parasitologie et Maladies Parasitaires

*Qui nous a permis de réaliser cette thèse et qui nous a fait l'honneur de la diriger.
Sincère reconnaissance.*

Monsieur le Professeur Yves LIGNEREUX
Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Anatomie

*Qui nous a aidé et qui a accepté de prendre part à notre jury de thèse.
Sincères remerciements.*

A Monsieur Pascal VERSIGNY,

*Pour son aide apportée dans la réalisation de l'atlas (préparation du squelette, prise des clichés radiographiques...), pour ses conseils, pour ses connaissances et le temps passé.
Sincère reconnaissance.*

A Monsieur Bernard CHARPENTIER

*Pour la réalisation des clichés radiographiques et pour le temps qu'il a bien voulu nous accorder.
Sincères remerciements.*

A ma famille proche,

Pour m'avoir épaulée jusqu'au bout et permis de réaliser mon rêve.

A mon Tidain, de tout mon coeur,

Pour avoir toujours été à mes côtés et pour me soutenir chaque jour.

A tous mes amis de Toulouse et d'ailleurs

Pour leur simple présence.

Table des matières

Liste des illustrations	15
Introduction	19
PARTIE 1: LE PUMA, D’HIER A DEMAIN	21
Chapitre I : Origines du puma	23
I) Animal mythologique	23
II) Premiers témoignages	25
III) Des années 1950 à nos jours	26
Chapitre II : Dénominations	27
I) Noms les plus fréquents et nomination scientifique	27
II) Autres dénominations	28
Chapitre III : Place dans la classification	29
I) Classification classique	29
II) Espèces et sous-espèces	34
Chapitre IV : Statuts de conservation	36
I) État des lieux	36
II) Statut CITES	37
III) Statut IUCN	38
IV) Autres statuts	40
PARTIE 2: LE PUMA, PRÉSENTATION ET VIE D’UN PRÉDATEUR	41
Chapitre I : Description général du puma	43
I) Aspect général et mensuration	43
II) Pelage, queue et membres	44
III) Tête	48
Chapitre II : Vie en liberté	49
I) Répartition géographique	49
1) le puma d’Amérique	49
2) Le puma au Québec et aux Etats-Unis	49
II) Milieu de vie et territoire	51
III) Alimentation et chasse	52
IV) Reproduction et vie de famille	54
Chapitre III : Vie en captivité	56
I) Logement et adaptation à la captivité	56
1) Logement	56
2) Adaptation à la vie en captivité	57
3) Conséquences	57
II) Alimentation	58
III) Reproduction	59
IV) Santé	60

PARTIE 3 : ATLAS-INTÉRÊT, PRÉPARATION	61
Chapitre I : Intérêt et difficultés	63
Chapitre II : Animal et contention	64
I) Animal de référence	64
II) Méthode de contention	65
1) Contention physique	67
2) Contention chimique	67
3) Anesthésie	67
a) Préparation pré-anesthésique	67
b) Tranquillisation/préanesthésie	68
c) Induction	69
d) Surveillance	70
e) Réveil	70
Chapitre III : Radiographie et radioprotection	72
I) Matériel	72
II) Principe général	72
III) Radioprotection	73
IV) Qualité radiographique	74
Chapitre IV : Préparation du squelette	75
PARTIE IV : ANATOMIE OSTÉOLOGIQUE ET RADIOGRAPHIQUE DU PUMA	79
Chapitre I : Squelette axial	81
Squelette céphalique	81
I) Ostéologie	81
1) Crâne et face	82
2) Mandibule	84
3) Appareil hyoïdien	85
4) Foramens	85
II) Radiographie	94
1) Incidence latérale	94
a) Positionnement de l'animal	94
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	95
c) Anatomie radiographique	95
2) Incidence ventro-dorsale	98
a) Positionnement de l'animal	98
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	98
c) Anatomie radiographique	98
Vertèbres cervicales	100
I) Ostéologie	100
II) Radiographie	111
1) Incidence latérale	111
a) Positionnement de l'animal	111
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	112

2) Incidence ventro-dorsale	112
a) Positionnement de l'animal	112
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	112
3) Anatomie radiographique	112
Vertèbres thoraciques	117
I) Ostéologie	117
II) Radiographie	123
1) Incidence latérale	123
a) Positionnement de l'animal	123
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	123
2) Incidence ventro-dorsale	123
a) Positionnement de l'animal	123
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	124
3) Anatomie radiographique	124
Vertèbres lombaires	127
I) Ostéologie	127
II) Radiographie	132
1) Incidence latérale	132
a) Positionnement de l'animal	132
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	132
2) Incidence ventro-dorsale	132
a) Positionnement de l'animal	132
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	132
3) Anatomie radiographique	132
Vertèbres sacrées	134
I) Ostéologie	134
II) Radiographie	138
1) Incidence latérale	138
a) Positionnement de l'animal	138
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	138
2) Incidence ventro-dorsale	138
a) Positionnement de l'animal	138
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	134
3) Anatomie radiographique	134
Vertèbres caudales	140
I) Ostéologie	140
II) Radiographie	143
1) Incidence latérale	143
a) Positionnement de l'animal	143
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	143
2) Incidence ventro-dorsale	143
a) Positionnement de l'animal	143
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	143

3) Anatomie radiographique	143
Côtes et sternum	144
I) Ostéologie	144
II) Radiographie	151
1) Incidence latérale	151
a) Positionnement de l'animal	151
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	151
2) Incidence ventro-dorsale	152
a) Positionnement de l'animal	152
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	152
3) Anatomie radiographique	152
Chapitre II : Squelette appendiculaire : membre thoracique	
Scapula et région de l'épaule	155
I) Ostéologie	155
II) Radiographie	161
1) Incidence médio-latérale	161
a) Positionnement de l'animal	161
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	161
2) Incidence caudo-crâniale	162
a) Positionnement de l'animal	162
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	162
3) Anatomie radiographique	162
Humérus	164
I) Ostéologie	164
II) Radiographie	167
1) Incidence médio-latérale	167
a) Positionnement de l'animal	167
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	167
2) Incidence crânio-caudale	167
a) Positionnement de l'animal	167
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	167
3) Anatomie radiographique	167
Radius et ulna	174
I) Ostéologie	174
II) Radiographie	180
1) Incidence médio-latérale	180
a) Positionnement de l'animal	180
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	180
2) Incidence crânio-caudale	180
a) Positionnement de l'animal	180
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	180
3) Anatomie radiographique	180

Carpe, métacarpe et doigts	182
I) Ostéologie	182
II) Radiographie	188
1) Incidence médio-latérale	188
a) Positionnement de l'animal	188
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	188
2) Incidence crânio-palmaire	188
a) Positionnement de l'animal	188
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	188
3) Anatomie radiographique	188
Chapitre III : Squelette appendiculaire : membre pelvien	
Bassin et région de la hanche	191
I) Ostéologie	191
II) Radiographie	197
1) Incidence latérale	197
a) Positionnement de l'animal	197
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	197
2) Incidence ventro-dorsale	197
a) Positionnement de l'animal	197
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	197
3) Anatomie radiographique	198
Fémur	201
I) Ostéologie	201
II) Radiographie	206
1) Incidence médio-latérale	206
a) Positionnement de l'animal	206
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	206
2) Incidence crânio-caudale	206
a) Positionnement de l'animal	206
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	207
3) Anatomie radiographique	207
Région du genou	211
I) Ostéologie	211
II) Radiographie	214
1) Incidence médio-latérale	214
a) Positionnement de l'animal	214
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	214
2) Incidence crânio-caudale	214
a) Positionnement de l'animal	214
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	214
3) Anatomie radiographique	214

Tibia et fibula	217
I) Ostéologie	217
II) Radiographie	225
1) Incidence médio-latérale	225
a) Positionnement de l'animal	225
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	225
2) Incidence crânio-caudale	225
a) Positionnement de l'animal	225
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	225
3) Anatomie radiographique	225
Tarses, métatarses et doigts	229
I) Ostéologie	229
II) Radiographie	237
1) Incidence médio-latérale	237
a) Positionnement de l'animal	237
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	237
2) Incidence dorso-plantaire	237
a) Positionnement de l'animal	237
b) Paramètres radiographiques et critères de qualité	237
3) Anatomie radiographique	237
Conclusion	241
Bibliographie	243
Bibliographie iconographique	246

Listes des illustrations

- Figure 1** : Porte du Soleil
Figure 2 : Dieu Viracocha
Figure 3 : La ville de Cuzco au Pérou
Figure 4 : Carte des voyages de Christophe Colomb
Figure 5 : Logo de la marque de textile « puma »
Figure 6 : Logo universitaire des BYU COUGARS
Figure 7 : Carl Von Linné par Per Krafft
Figure 8 : Noms les plus utilisés pour le puma dans plusieurs langues
Figure 9 : Classification
Figure 10 : Représentation probable d'un miacidé
Figure 11 : *Proailurus lemanensis*
Figure 12 : Crâne d'un félin à dents de sabre, *Eusmilus*.
Figure 13 : Autre félin à dents de sabre, *Dinictis felina* (*douglas fossils*)
Figure 14 : Griffes rétractiles des félidés
Figure 15 : Comparaison entre l'appareil hyoïdien des grands et des petits félins
Figure 16 : A gauche, pupille en fente d'un chat, à droite, pupilles rondes de puma
Figure 17 : Arbre généalogique des Félidés
Figure 18 : Répartition du puma et de ses différentes sous-espèces
Figure 19 : Puma sur un rocher
Figures 20 et 21 : À gauche pelage roux et à droite pelage plus argenté de pumas
Figure 22 : Queue de puma
Figure 23 : Bébé puma
Figure 24 : Face palmaire
Figure 25 : Face plantaire
Figure 26 : Empreintes théoriques laissées par le membre antérieur à gauche et le membre postérieur à droite.
Figure 27 : Empreintes du puma de notre étude
Figure 28 : Répartition géographique du Puma Concolor
Figure 29 : Répartition des pumas en Amérique du Nord
Figure 30 : Diverses proies chassées par le puma en fonction de la région
Figure 31 :
Figure 32 : Accouplement
Figure 33 : Mère puma et ses petits
Figure 34 : Puma dans le parc de David Traylor au Kansas
Figure 35 : Projecteur hypodermique à air comprimé
Figure 36 : Pistolet hypodermique à air comprimé
Figure 37 : Sarbacane (embouts)
Figure 38 : Lieux d'injections possibles des anesthésiques
Figure 39 : Protocoles anesthésiques utilisés chez le puma
Figure 40 : Illustration des superpositions sur le cliché radiographique
Figure 41 : Couleur apparaissant sur le cliché radiographique en fonction de la densité de l'élément radiographié.
Figure 42 : influence du kilo-voltage et des milliampères-seconde sur la qualité radiographique
Figure 43 : Crâne du puma, aspect latéral
Figure 44 : Mandibule du puma : échelle
Figure 45 : Aspect latéral gauche du crâne
Figure 46 : Aspect dorsal du crâne
Figure 47 : Aspect basal du crâne
Figure 48 : Aspect frontal du crâne

Figure 49 : Aspect nuchal du crâne
Figure 50 : Aspect latéral gauche de la mandibule
Figure 51 : Aspect latéro-dorsal de la mandibule
Figure 52 : Positionnement du puma en décubitus latéral
Figure 53 : Projection médio-latérale de la tête
Figure 54 : Projection médio-latérale de la tête
Figure 55 : Projection ventro-dorsal de la tête
Figure 56 : Vertèbres cervicales du puma : échelle
Figure 57 : Aspect dorsal des vertèbres cervicales
Figure 58 : Aspect latéral gauche des vertèbres cervicales
Figure 59 : Aspect dorsal de l'atlas
Figure 60: Aspect ventral de l'atlas
Figure 61: Aspect cranial de l'atlas
Figure 62: Aspect caudal de l'atlas
Figure 63: Aspect dorsal de l'axis
Figure 64: Aspect latéral gauche de l'axis
Figure 65: Aspect cranial de l'axis
Figure 66: Aspect caudal de l'axis
Figure 67: Profil gauche des vertèbres cervicales
Figure 68: Positionnement du puma en décubitus latéral
Figure 69: Projection latérale des vertèbres cervicales, membre thoracique vers l'arrière
Figure 70: Projection latérale de la colonne cervicale, membre thoracique vers l'avant
Figure 71: Projection ventro-dorsale de la colonne cervicale
Figure 72: Vertèbres thoraciques du puma, aspect...
Figure 73: Aspect dorsal des vertèbres thoraciques
Figure 74: Aspect latéral gauche des vertèbres thoraciques
Figure 75: Aspect cranial de la première vertèbre thoracique
Figure 76: Aspect caudal de la première vertèbre thoracique
Figure 77: Aspect latéral gauche de la première vertèbre thoracique
Figure 78: Aspect latéral gauche de la onzième vertèbre thoracique
Figure 79: Projection latérale des six premières vertèbres thoraciques
Figure 80: Projection latérale des six premières vertèbres thoraciques
Figure 81: Vertèbres lombaires du puma, aspect...
Figure 82: Aspect dorsal des vertèbres lombaires
Figure 83: Aspect latéral gauche des vertèbres lombaires
Figure 84: Aspect cranial de la première vertèbre lombaire
Figure 85: Aspect cranial de la première vertèbre lombaire
Figure 86: Aspect latéral gauche de la première vertèbre lombaire
Figure 87: Aspect latéral gauche de la septième vertèbre lombaire
Figure 88: Aspect dorsal de la septième vertèbre lombaire
Figure 89: Projection latérale gauche des vertèbres lombaires
Figure 90: Vertèbres sacrées du puma : échelle
Figure 91: Aspect dorsal du sacrum
Figure 92: Aspect ventral du sacrum
Figure 93: Aspect latéral gauche du sacrum
Figure 94: Projection latéral gauche du sacrum
Figure 95: Vertèbres thoraciques du puma, aspect...
Figure 96: Aspect dorsal de la première vertèbre caudale
Figure 97: Aspect latéral gauche de la première vertèbre caudale
Figure 98: Aspect ventral de la première vertèbre caudale
Figure 99: Aspect dorsal de la huitième vertèbre caudale
Figure 100: Aspect latéral gauche de la huitième vertèbre caudale

Figure 101: Aspect ventral de la première vertèbre caudale
Figure 102: Projection latérale gauche des vertèbres caudales
Figure 103: Projection latérale gauche des vertèbres caudales, queue enroulée
Figure 104: Aspect cranial et caudal des côtes
Figure 105: Aspect cranio-latéral des trois premiers os costaux gauches
Figure 106: Aspect cranio-latéral des deux derniers os costaux gauches
Figure 107: Sternum , aspect...
Figure 108: Aspect dorsal du sternum
Figure 109: Aspect latéral gauche du sternum
Figure 110: Aspect ventral du sternum
Figure 111: Projection latérale gauche du thorax
Figure 112: Projection latérale gauche des première côtes
Figure 113: Scapula de puma, aspect latéral
Figure 114: Face latérale de la scapula gauche
Figure 115: Face costale de la scapula gauche
Figure 116: Face costale de la scapula gauche
Figure 117: Aspects latéral et médiale de l'articulation de l'épaule
Figure 118: Aspects caudal et cranial de l'articulation de l'épaule
Figure 119: Projection médio-latérale de l'articulation de l'épaule
Figure 120: Projection médio-latérale de la scapula droite
Figure 121: Humérus de puma, aspect...
Figure 122: Aspects crânial et latéral de l'humérus gauche
Figure 123: Aspects caudal et médial de l'humérus gauche
Figure 124: Projection médio-latérale de l'humérus
Figure 125: Articulation du coude, aspect latéral, médial, crânial et caudal
Figure 126: Projection médio-latérale de l'articulation du coude gauche
Figure 127: Projection cranio-caudale de l'humérus
Figure 128: Radius gauche du puma, aspect...
Figure 129: Aspect crânial et latéral du radius gauche
Figure 130: Aspect caudal et médial du radius gauche
Figure 131: Ulna gauche du puma, aspect...
Figure 132: Aspect cranial et latéral de l'ulna gauche
Figure 133: Aspect caudal et médial de l'ulna gauche
Figure 134: Radiographie de l'avant bras
Figure 135: Main gauche du puma, aspect
Figure 136: Aspect dorsal de l'ensemble des os de la main gauche
Figure 137: Aspect dorsal de la main gauche assemblée
Figure 138: Aspect palmaire de la main gauche
Figure 139: Aspects dorsal et palmaire du métacarpien, puis phalanges I, II et III du doigt III
Figure 140: Projection médio-latérale de la main gauche
Figure 141: Projection cranio-palmaire de la main gauche
Figure 142: Bassin de puma, aspect...
Figure 143: Aspect dorsal des os coxaux
Figure 144: Aspect ventral des os coxaux
Figure 145: Aspect latéral gauche des os coxaux
Figure 146: Articulation coxo-fémorale, aspects latéral, dorsal et caudal
Figure 147: Projection latérale gauche du bassin
Figure 148: Projection ventro-dorsale gauche du bassin
Figure 149: Fémur gauche de puma, aspect...
Figure 150: Aspects cranial et latéral du fémur gauche
Figure 151: Aspects caudal et médial du fémur gauche

Figure 152: Aspect cranial et caudal de l'extrémité distal du fémur gauche
Figure 153: Projection médio-latérale de la partie proximale du fémur droit
Figure 154: Projection médio-latérale du fémur gauche
Figure 155: Projection cranio-caudal du fémur gauche
Figure 156: Aspects cranial, latéral et caudal de la patelle gauche
Figure 157: Aspects latéral, médial, cranial et caudal de l'articulation du grasset
Figure 158: Projection médio-latérale de l'articulation du grasset
Figure 159: Projection cranio-caudale de l'articulation du grasset
Figure 160: Tibia de puma, aspect
Figure 161: Aspect cranial et latéral du tibia gauche
Figure 162: Aspect caudal et médial du tibia gauche
Figure 163: Extrémité proximale du tibia gauche
Figure 164: Fibula du puma, aspect
Figure 165: Aspects cranial et latéral de la fibula gauche
Figure 166: Aspects cranial, latéral et médial du tibia/fibula gauche
Figure 167: Projection médio-latérale de la jambe gauche
Figure 168: Projection cranio-caudale de la jambe gauche
Figure 169: Pied du puma : échelle
Figure 170: Aspect dorsal de l'ensemble des os du pied gauche
Figure 171: Aspect dorsal du pied gauche
Figure 172: Aspect latéral du pied gauche
Figure 173: Aspect médial du pied gauche
Figure 174: Aspect dorsal et plantaire du calcaneus
Figure 175: Aspect dorsal et plantaire du talus
Figure 176: Projection médio-latérale du pied gauche
Figure 177: Projection dorso-plantaire du pied gauche

Introduction

Le squelette du puma (*Puma concolor*) compte plus de deux cents os. L'ostéologie permet de comprendre comment ont évolué les diverses espèces animales et montre, entre autres, comment chaque espèce a su s'adapter morphologiquement à son mode de vie.

Notre travail a consisté à radiographier les différentes régions du corps de l'animal, et de préparer son squelette, aux fins de l'étude ostéologique et de l'enrichissement des collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse, partenaire de l'ENVT. La radiographie est un examen complémentaire très utilisé pour les carnivores domestiques et permet un diagnostic rapide et efficace des pathologies osseuses et articulaires. Cependant, il est nécessaire de bien connaître la morphologie de chaque os, ce que nous apporte l'étude ostéologique et d'avoir des radiographies d'un animal sain afin de faire des comparaisons, ce qu'apporte la présentation de quelques clichés radiographiques de référence. Cet atlas s'appuie sur l'étude d'un seul animal, ce qui est dommage puisque celui-ci présentait quelques lésions ostéo-arthrosiques, liées probablement à l'âge et à l'alimentation, qui sont signalées dans l'atlas.

L'étude radiographique du puma peut sembler anecdotique étant donné que cet animal est sauvage et que l'occasion est bien rare d'avoir à prendre des radiographies sur un animal sauvage. Cependant il appartient aux espèces menacées, ce qui entraîne des programmes de protection et de reproduction dans les parcs zoologiques et dans les réserves qui font que les animaux sont suivis de plus près, ce qui augmente le recours à la radiographie. Par ailleurs, le puma est assez peu étudié et les références bibliographiques le concernant sont assez rares surtout en ce qui concerne l'ostéologie et la radiographie.

Dans un premier temps, nous considérerons les origines du puma, ses dénominations, sa place dans la classification et son statut de conservation. Puis, nous nous attarderons sur ce magnifique animal, ses caractéristiques générales et sa vie tant bien en liberté qu'en captivité. Puis nous expliquerons les éléments de base nécessaires pour préparer l'animal à l'examen radiographique, les précautions à respecter ainsi que la méthode de préparation du squelette. Enfin, nous terminerons par l'atlas lui-même.

PARTIE 1 :

LE PUMA, D'HIER A DEMAIN



eastcoug.gif
<http://nature.ca/notebooks/images/eastcoug.gif>

CHAPITRE I

Origines du puma

Origines : mythe et réalité

I. Animal mythologique

Les civilisations précolombiennes vénéraient le puma comme un dieu ou un être surnaturel, à l'instar du jaguar [82].

Les Incas vouaient un culte au Soleil auquel ils dédiaient leurs temples et leurs prières [84]. Imaginez leur frayeur lorsque des éclipses du soleil faisaient disparaître leur dieu! Selon la culture populaire, lors d'une éclipse de Soleil, l'astre plongeait dans un sommeil trop profond, sortant de son chemin et risquant à tout moment de tomber, se perdre ou être dévoré par un monstre affamé. A ce moment, Inti, Dieu du soleil et fils de Viracocha (représenté par le motif du puma sur la porte du soleil de Tihuanaco) [80] serait dévoré par un monstre céleste : le Puma [73]. Pour éviter une telle catastrophe, les Incas faisaient le plus de bruit possible pour réveiller l'astre et effrayer le félin [82].



Figure 1 : Porte du Soleil

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Tiahuanaco_Sun_port.jpg



Figure 2 : Dieu Viracocha

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Viracocha.jpg>

Ce félin n'est pas n'importe quel animal, il a toujours eu un statut particulier dans la région des Andes : il représente les êtres surnaturels de par sa force et de son courage [84]. Dans d'autres régions du continent américain, on pensait que les orages étaient liés à sa colère, le tonnerre étant associé à son rugissement et les éclairs à des reflets de ses yeux [80]. Les tribus vivant autour des grands lacs d'Amérique du Nord croyaient que les mouvements de sa queue attisaient les tempêtes [40].

Les pumas étaient donc vus comme les représentants des dieux des montagnes. Ils avaient le pouvoir de protéger les Hommes et de leur permettre une vie paisible dans une vallée fertile. Cependant les pumas interdisaient aux Hommes, en échange de cette protection, de gravir le sommet des montagnes où brûlait le feu sacré. Sous l'influence du diable, les hommes désobéirent pour prouver leur courage. Ils furent surpris par les Apus (dieux des montagnes) qui décidèrent de les punir en laissant sortir des milliers de pumas des cavernes

qui les dévorèrent. Devant ce désastre, Inti, le dieu du Soleil, se mit à pleurer et ses larmes inondèrent la vallée pendant quarante jours. Quand le soleil brilla à nouveau, seul un homme et une femme avaient survécu et ils se rendirent compte qu'ils voguaient sur un lac immense sur lequel flottaient les pumas transformés en pierre. Il appelèrent alors ce lac « Titicaca », ce qui signifie : « le lac des pumas de pierre » [54].

Les pumas étaient donc intégrés dans la vie des Incas si bien que le plan de la ville de Cuzco au Pérou, capitale des Incas, auraient même imité la silhouette de ce félin [40,73].



Figure 3 : En rose, forme de la ville de Cuzco au Pérou à l'époque des Incas

<http://www.travel-amazing-southamerica.com/cuzco.html>

D'autres peuples vouaient aussi un culte aux pumas, c'est le cas des *Anasazis*, peuple amérindien du grand sud-ouest de l'Amérique du Nord [78]; au Nouveau-Mexique, les *Cochites* ont sculpté deux pumas en pierre grandeur nature pour un autel et les *Zuis* emportaient avec eux des amulettes en pierre représentant le félin [73]. Dans les croyances *animistes* des peuples d'Amérique du Nord, l'esprit du puma est celui du chef qui s'impose sans utiliser la violence ou la contrainte [64]. Il est un modèle de persévérance et de détermination, car il attend patiemment le passage d'une proie du haut d'un arbre ou d'un rocher [82].

D'autres peuples le chassaient pour s'en nourrir ou pour sa peau ou encore pour utiliser ses os qui avaient des vertus magiques comme chez les Aztèques qui les utilisaient pour prévenir de la mort. *Les sorciers du Far West* appliquaient une patte de puma momifiée sur la poitrine des malades et utilisaient la bile comme fortifiant souverain pour aider le patient à lutter contre le mal et lui procurer la férocité du puma [14, 74].

II. Premiers témoignages

Le premier à mentionner le puma fut Christophe Colomb, le « découvreur » de l'Amérique, qui l'aperçut lors de son quatrième voyage sur le continent, en 1502. Il parle d'animaux aperçus sur les côtes du Honduras et du Nicaragua, ressemblant à des lions : il les nomme alors « *lions des montagnes* » [29].



Figure 4: Carte des voyages de Christophe Colomb.

www.cosmovisions.com/Colomb.htm

Zébulon PIKE, militaire et explorateur américain, engagé par le président Wilkinson pour retrouver la source du fleuve Mississippi, décrit dans ses notes la présence de pumas rencontrés lors de son expédition organisée en 1805.

III. Des années 1950 à nos jours

Par la suite, plusieurs témoignages concernant ce mystérieux félin furent recueillis. Avant les années 1950, les observations de ce félin sauvage en Amérique n'étaient pas prises au sérieux par la science officielle qui reléguait les témoignages au domaine du folklore et du paranormal. Puis peu à peu, on prit au sérieux l'existence du puma en Amérique du Nord, décrit assez précisément dans les témoignages et les vidéos [27].

Quelques exemples parmi d'autres, en 1946, Marian Harpan PEDUZZI observa une panthère noire au pelage brillant près de Berlin dans le Vermont, faisant quatre pieds de long avec une élégante queue recourbée.

En 1976, un cougar mâle fut tué dans le comté de Pocahontas en Virginie de l'Ouest après qu'il eut tué des moutons.

En 1990, la vidéo d'un puma a été prise par Roger NOBLE de Waasis dans le Nouveau Brunswick.

En 2000, un puma mâle fut écrasé par un train sur une voie ferrée de l'Illinois. Son autopsie révéla qu'il était en parfaite santé et que son estomac contenait les restes d'un cervidé.

Plusieurs témoignages parlant du puma ont en outre permis d'étudier la vie de ce mystérieux félin ainsi que sa répartition géographique [27].

Aujourd'hui, il est possible de l'observer dans quelques zoos (bien qu'ils ne soient pas très nombreux à en posséder) ou dans des cirques et son image est utilisée dans divers domaines. Ainsi, il sert de logo à une grande firme textile allemande, la marque **PUMA** ; il a aussi donné son nom à la première plateforme d'une société micro-informatique en 2007. Il fut le sujet d'une pièce d'Olivia Rosenthal en 2005 « les félins m'aiment bien » où il symbolise une menace énigmatique et dévoratrice [82].

Enfin, du côté sportif, un club omnisport universitaire de l'Utah porte son nom, les **BYU COUGARS** et l'équipe d'Argentine du rugby à XV porte le nom de **PUMAS** depuis l'erreur d'un journaliste qui confondit le jaguar figurant sur leur écusson avec un puma. Depuis ce jour, tout le monde, même les argentins les appellent les **PUMAS** [79].



Figure 5 : Logo de la marque de textile « puma »
<http://www.logoblog.org/puma-logo.php>



Figure 6 : Logo universitaire des BYU COUGARS
www.ruggeddesigns.net/images/byu_cougar.jpg

CHAPITRE II

Dénominations

Dénominations : des plus scientifiques au plus familières

I. Noms les plus courants et nomination scientifique

Ce félin sauvage est le plus souvent appelé **puma** ou **couguar**. Le nom de puma est d'origine Quechua (tribu inca du Pérou) [40,53] tandis que le nom couguar vient des Amérindiens Tupi du Brésil [24, 85]. Ces derniers appelaient l'animal « Susuarana », déformé ensuite par les portugais en « Cuguacuarana » signifiant lion des montagnes [24, 53, 54] qui fut à l'origine, au XVIII^e siècle du nom couguar, donné par le naturaliste français Buffon [64, 82].

Au niveau scientifique, l'ancien nom du puma était « *Felis concolor* », donné par Carl Von Linné en 1771 mais aujourd'hui et depuis 1993, le nom de « *Puma concolor* » est le plus adapté [27], ceci est dû au fait que le puma n'appartient plus aujourd'hui au genre *Felis* et que l'on lui a dédié un genre à lui tout seul, le genre *Puma* [30]. Il semblerait que le terme de *concolor* viendrait de la contraction de l'expression anglaise « cat of one color » ; c'est en effet un des rares félins sauvages avec le lion à ne pas avoir le pelage tacheté [24, 40].



Figure 7 : Carl Von Linné par Per Krafft
http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Carolus_Linnaeus.jpg

II. Autres dénominations

Puma concolor porte de très nombreux autres noms ou expressions courantes en fonction des pays, des régions ou des cultures.

Comme, il a déjà été précisé, le terme de puma est le plus souvent utilisé suivi par le terme de cougar.

Cependant la liste de ses dénominations est très longue : il était appelé « Cabcoh » par les Mayas [82] ; « Erielhonan » qui signifie « longue queue » par les peuples des rives des grands lacs qui pensaient que sa queue attisait les tempêtes [40, 82] ou encore « lions des montagnes » par Christophe Colomb qui le confondit avec un lion [29, 82]. Certains le nomment « le chat fantôme » du fait qu'il n'apparaît qu'à la tombée du jour ; le Président Théodore Roosevelt le surnommait « seigneur du meurtre fuyatif » [82].

Selon les régions, les localités ou des cultures d'Amérique, on le nomme tantôt « Bladenboro's animal », « Booger », « Catamount », « Catawampus », « Critter », « Cat devil », « east panther », « Gallywampus », « Ghost cat », « Glawackus » (nom venant de la ville de Glastonbury mélangé au mot wacky signifiant farfelu), « Indian devil », « Michichibi », « Montie the monster », « Nellie the lion », « Howler of Ozark », « Mysterious black cat », « Night howler », « Ghost panther », « Santer », « Varmint » (signifiant nuisible), « Chat wampus », « Whimpus » « Whimpus tourbillonnant ou sifflant » « Woofin nanny », « Wooleneag », « Wowzer », « Zoominzacker »...[28, 64]

Outre les noms de puma et de cougar les plus souvent utilisés quels que soient les langages, d'autres termes sont utilisés pour désigner le Puma. Le tableau suivant (tableau 1) établit une liste non exhaustive de noms employés pour le puma selon les pays.

Langue	Noms couramment utilisés
Allemand	Puma, Silberlöwe
Amérique latine	Leopardo, Leon, Puma
Américain, canadien	Mountain lion, Couguar
Anglais	Puma, Couguar
Créole de Guyanne	Tig rouge
Espagnol	Puma, León americano, León bayo, León colorado, Onza bermeja
Français	Couguar, Puma
Maya	Cabcoh
Mexicain	Mitzi
Portugais	Couguar, Onça vermelha, Onça parda suçuarana

Tableau 1 : Noms les plus courants du puma, dans plusieurs langues

http://jeanluc.drevillon.club.fr/puma_de_lest.html;

http://fr.wikipedia.org/wiki/Puma#Les_noms_du_puma;

<http://www.iucnredlist.org/search/details.php/18868/all>

CHAPITRE III

Place dans la classification

sa place parmi les autres animaux

I. Classification classique

Le tableau 2 replace le Puma au sein de la classification linnéenne :

Règne	<i>Animalia</i>
Sous-règne	<i>Metazoa</i>
Embranchement	<i>Chordata</i>
Sous-embranchement	<i>Vertebrata</i>
Classe	<i>Mammalia</i>
Sous-classe	<i>Theria</i>
Infraclasse	<i>Eutheria</i>
Ordre	<i>Carnivora</i>
Sous-ordre	<i>Feliformia</i>
Famille	<i>Felidae</i>
Sous-famille	<i>Felinae</i>
Genre	<i>Puma</i>

Tableau 2 : Classification

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Puma>

Le puma appartient au règne **animal** (*Animalia*), il est un être sensible, capable de mouvement et de perception ; au sous-règne des **métazoaires** (*Metazoa*), animaux pluricellulaires ; à l'embranchement des **chordés** (*Chordata*) dont le système nerveux est situé au-dessus du tube digestif, et dits épineuriens. Le nom de chordés vient de la notochorde, lamelle cartilagineuse qui se forme lors de l'embryogénèse (à partir du mésoderme) et permet de soutenir et protéger le tube nerveux. De plus les chordés sont caractérisés par un pharynx, percé de fentes branchiales et par un système circulatoire clos avec un cœur. Dans le sous-embranchement des **vertébrés** (*Vertebrata*), la notochorde régresse pour être remplacée par la colonne vertébrale à l'âge adulte et le squelette est enfin en place. Le puma appartient à la classe des **mammifères** (*Mammalia*) animaux vivipares essentiellement caractérisés par l'allaitement des petits, le développement d'un cœur comportant quatre cavités et la présence d'un système nerveux et encéphalique développés. Il fait partie de la sous-classe des **thériens** (*Theria*), animaux qui portent leurs petits durant leur développement, de l'infra-classe des **euthériens** (*Eutheria*) ou placentaires, chez lesquels l'embryon se développe complètement au sein de l'utérus et est nourri grâce au placenta qui le relie à la mère [82].

Le puma est un **carnivore** (*Carnivora*), son ordre [32, 47, 51, 64, 85] . Les carnivores semblent provenir du Cimoleste chez lequel va se développer la première dentition en cisaille qui évoluera pour devenir après environ dix millions d'années une dentition typique de carnivore avec de véritables carnassières (quatrième prémolaire supérieure et première molaire inférieure) et des crocs [47]. Les premiers carnivores sont apparus, il y a cinquante millions d'années (Paléocène), il s'agissait probablement des *Miacidés*, petits animaux forestiers ressemblant à une martre ou une genette [17].



Figure 8 : Représentation probable d'un miacidé

ours-loup-lynx.info/spip.php?article318

Vers la fin de l'Éocène, l'ordre des carnivores se divisa en deux sous-ordres, les **féliformes** (*Aeluroïdes*) d'une part, caractérisés par une bulle tympanique formée d'un os externe (dit tympanique) et d'un os interne (dit endotympanique), chacun s'ossifiant séparément et les **caniformes** (*Arctoïdes*) d'autre part. Les *Féliformes* donnèrent naissance à quatre familles : les *Viverridae*, les *Herpestidae*, les *Hyaenidae* et les *Felidae* (**félidés**) [13].

C'est lors de cette diversification qui s'est opérée vers la fin de l'Éocène et à l'Oligocène qu'apparaît *Proailurus*, vieux à peu près de 30 millions d'années, considéré comme l'ancêtre des félidés. Celui-ci était plantigrade et présentait de longues mâchoires [17].



Figure 9: *Proailurus lemanensis*

<http://en.wikipedia.org/wiki/Proailurus>

Il y a environ 20 millions d'années est apparu le *Pseudaelurus* dont la formule dentaire est simplifiée avec des molaires et prémolaires diminués. Celui-ci est à l'origine des deux groupes : le premier donnera naissance aux *Machairodontinés* (tigres à dents de sabre) possédant des canines de taille impressionnante comme *Smilodon*, qui ont disparu au Pléistocène, l'autre aboutira aux *Néofélidés* (félidés actuels), via le genre *Schizailurus* [17].



Figure 10 : crâne d'un félin à dents de sabre, *Eusmilus*.
en.wikipedia.org/wiki/Eusmilus



Figure 11: Autre félin à dents de sabre, *Dinictis felina* (Douglas fossils)
http://www.douglasfossils.com/site%20photos/best/din3_b.jpg

La sous-famille des *Felinae* est caractérisée par des animaux aux griffes rétractiles (comme le montre le schéma). Comme la plupart des carnivores, les félins marchent sur la pelote de la plante du pied et ont des griffes extensibles grâce auxquelles ils peuvent saisir, courir et grimper. Ces griffes restent entièrement ou partiellement rétractées dans leur gaine jusqu'à ce que le félin en ait besoin [17, 33, 37, 39, 52].

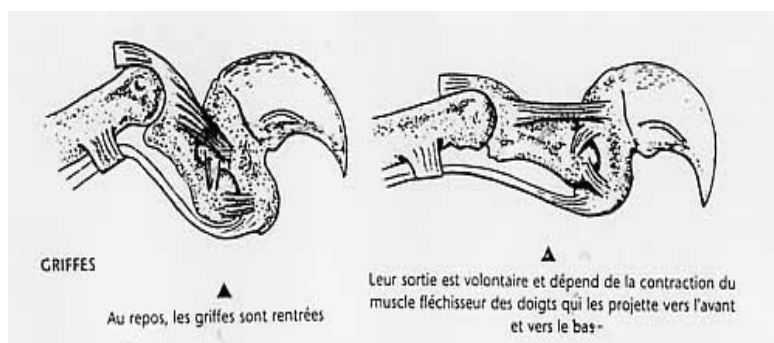


Figure 12 : Griffes rétractiles des félidés : à gauche, griffe en position de repos (rentrée) ; à droite, position de la griffe (sortie) et des dernières phalanges en action
 Pelter D. : « Les félins »

Les **félins** ont cinq doigts à la main (même si seuls quatre touchent le sol et sont fonctionnels) et quatre au pied.

Tous les félins présentent aussi un squelette assez proche, extrêmement souple (ce qui leur permet de faire aisément leur toilette). Ils présentent une clavicule rudimentaire qui flotte dans les muscles de l'épaule et est reliée au sternum par un unique ligament ce qui permet aux membres thoraciques d'avoir un mouvement le plus libre possible. Les félins possèdent aussi une musculature des membres bien développée, ce qui leur confère une détente puissante et une accélération importante [82].

Le crâne des félins est raccourci, leur mandibule est mobile uniquement dans la direction verticale, maintenue par une puissante articulation [16, 36].

Les félins sont groupés dans la tribu des *pantherini* ou félins rugissants et la tribu des *felini* ou félins non rugissants [47]. La différence vient de la chaîne hyoïdienne qui se trouve au-dessus du larynx. Chez les *pantherini*, cet appareil n'est que partiellement ossifié, ainsi l'épihyoïde est constitué par un ligament fibro-élastique [58]. Cela a pour conséquence une ouverture plus grande du larynx ; associée à de volumineux replis charnus du larynx, elle permet aux grands félins de feuler. Ce sont les vibrations des bandes cartilagineuses qui émettent des sons plus ou moins forts en fonction du volume et du débit de l'air. Chez les *felini*, l'appareil est totalement ossifié, ce qui les empêche de rugir mais leur permet de ronronner à l'inspiration et à l'expiration alors que le félin rugissant ne peut ronronner qu'à l'expiration [23, 40, 41, 43]. La figure suivante montre les appareils hyoïdiens des grands et des petits félins.

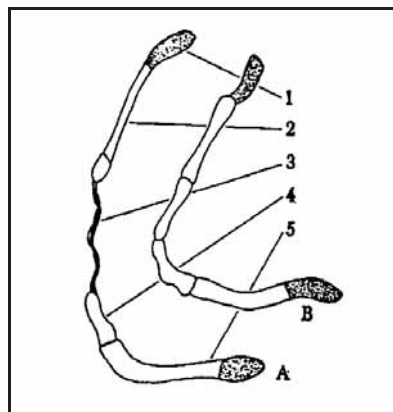


Figure 13 : Comparaison entre l'appareil hyoïdien des grands félins (A) et celui des petits félins (B)

Grzimek B., Fontaine M., Petits félins et panthères longibandes

- 1 : Stylohyal
- 2 : Épihyal
- 3 : Cératohyal
- 4 : Thyrohyal
- 5 : Basihyal

Une autre différence réside dans le fait que les grands félins ont des pupilles rondes alors qu'elles ont une forme de fente verticale chez les petits félins [37].

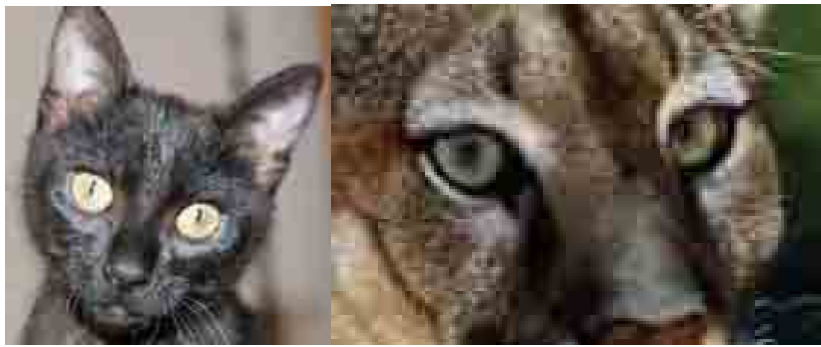


Figure 14 : À gauche, pupilles en fente d'un chat, à droite, pupilles rondes du puma
Original et http://www.fotosearch.com/photos-images/cougar_3.html

Le puma, de la taille d'un grand félin, présente une pupille ronde mais il ne rugit pas : il est considéré comme appartenant à la **tribu des félinés** [39].

L'arbre généalogique suivant résume la place du puma dans la classification :

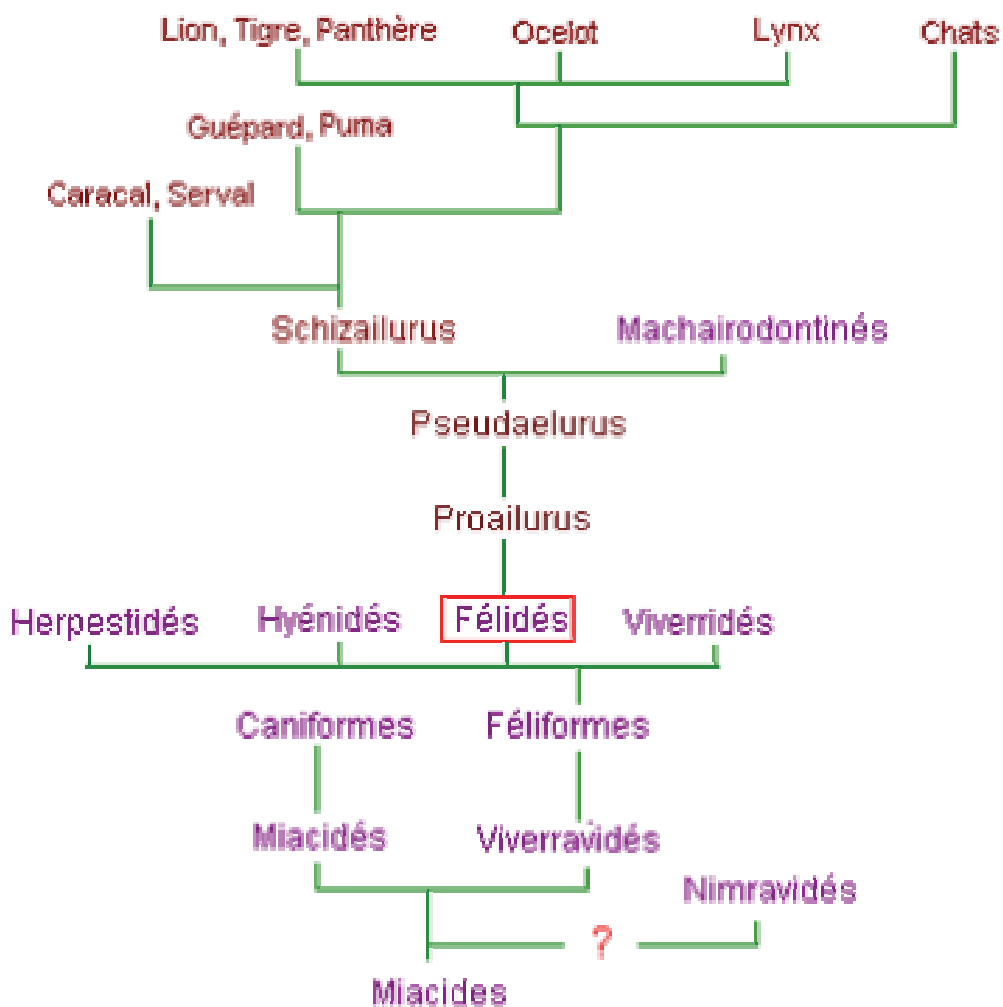


Figure 15 : Arbre généalogique des Félidés
<http://www.cosmovisions.com/felides.htm>

La famille des félinés est divisée en genres et les espèces sont classées selon leurs relations apparentes. L'indice crânien, ainsi que la couleur et le dessin du pelage sont les principales méthodes qui ont servi à établir les genres mais les études sur l'A.D.N. ayant fortement évolué, l'analyse moléculaire est aujourd'hui une méthode de choix dans les caractérisations des espèces. Par exemple, le puma et le jaguar possèdent 19 paires de chromosomes tandis que l'ocelot n'en possède que 18. La classification (non définitive) de WOZENCRAFT fait état de l'existence de 18 genres et près de 36 espèces différentes [40].

C'est en 1834 que JARDINE propose pour la première fois de classer le cougar dans un genre à part, le genre *Puma* [83]. Ce n'est qu'en 1993 que cette classification a été définitivement adoptée. Par contre il existe de nombreuses espèces et sous espèces de pumas.

II. Espèces et sous-espèces

Les sous-espèces de *Puma concolor* (1993) ont été révisées récemment, mais on retient le plus souvent les anciennes distinctions. Nous allons présenter les deux conceptions.

L'ancienne compte 32 sous-espèces dont voici les noms [30, 45, 81] :

- Puma concolor browni* (puma de Yuma) : MERRIAM, 1901
- Puma concolor schorgeri* (puma du Wisconsin, disparu) : JACKSON, 1955
- Puma concolor improcera* (puma de Basse Californie) : PHILLIPS, 1912
- Puma concolor missoulensis* (puma du Missouri) : GOLDMAN, 1943
- Puma concolor azteca* (puma du Mexique) : MERRIAM, 901
- Puma concolor oregonensis* (puma de l'Orégon) : RAFINESQUE, 1832
- Puma concolor vancouverensis* (puma de l'île de Vancouver) : NELSON et GOLDMAN, 1932
- Puma concolor mayensis* (puma maya) : NELSON et GOLDMAN, 1929
- Puma concolor californica* (puma de Californie) May, 1896
- Puma concolor kaibabensis* (puma de Kaibab) : NELSON et GOLDMAN, 1931
- Puma concolor acrocordia* (puma du Mato Grosso)
- Puma concolor bangsi* (puma de Colombie)
- Puma concolor puma* (puma du Chili)
- Puma concolor söderströmi* (puma de l'Equateur)
- Puma concolor cabreræ* (puma de l'Argentine)
- Puma concolor pearsoni* (puma de pearson)
- Puma concolor incarum* (puma Inca)
- Puma concolor patagonica* (puma de Patagonie)
- Puma concolor osgoodi* (puma de Bolivie)
- Puma concolor araucana* (puma des Andes)
- Puma concolor anthonyi* (puma d'Anthony)
- Puma concolor greeni* (puma de Green)
- Puma concolor hudsoni* (puma d'Hudson)
- Puma concolor borbensis*
- Puma concolor capricornensis*
- Puma concolor hippoleste* (puma du Colorado) : MERRIAM, 1897
- Puma concolor stanleyana* : GOLDMAN, 1938
- Puma concolor olympus*
- Puma concolor coryi* (puma de Floride) : BANGS, 1899
- Puma concolor cougar* (puma de l'est de l'Amérique du Nord) : KERR, 1792
- Puma concolor costaricensis* (puma du Costa Rica) : MERRIAM, 1901
- Puma concolor concolor* (puma du Brésil) : LINNÆUS, 1771

Les zoologistes ont établi une nouvelle classification des pumas qui ne comporte que six sous-espèces au lieu de trente-deux. Ces six sous-espèces ont été proposées à la suite d'études de génétique moléculaire et de paléontologie faites en 2000 [30, 82].

Ces six sous-espèces sont encore peu utilisées, le problème vient du fait que dans cette nouvelle classification, d'anciennes sous-espèces sont regroupées, c'est le cas par exemple des sous-espèces de puma d'Amérique du Nord, y compris le puma de Floride (très rare) et le puma de l'est de l'Amérique du Nord ce qui interfère avec les programmes de sauvegarde. C'est pourquoi l'IUCN et la CITES ne tiennent toujours pas compte de cette nouvelle taxonomie [29]. Voici cette classification avec la carte correspondante:

-*Puma concolor couguar* (1): pumas vivants en Amérique du Nord et en Amérique centrale jusqu'au nord du Nicaragua.

-*Puma concolor costaricensis* (2): pumas vivants du Nicaragua au Panama

-*Puma concolor concolor* (3): pumas du nord de l'Amérique du Sud, pumas péruviens et ouest-amazoniens

-*Puma concolor capricornis* (4) : pumas de l'est de l'Amérique du Sud (Brésil)

-*Puma concolor puma* (5): pumas du sud de l'Amérique du Sud (Argentine)

-*Puma concolor cabreræ* (6): pumas du centre de l'Amérique du Sud (Bolivie, Paraguay et nord de l'Argentine).



Figure 16 : Répartition du puma et de ses différentes sous-espèces

<http://fauvesdumonde.free.fr/puma.php>

CHAPITRE IV

Statuts de conservation du Puma

le puma, une espèce menacée que l'on tente de protéger

I. Etat des lieux

Le puma est une espèce très menacée et à ce titre il est protégé par diverses associations ou conventions. Il semblerait qu'à ce jour, malgré le peu de données que l'on est à ce sujet, qu'il resterait environ 20 000 pumas au nord du Mexique et que les tendances soient à la baisse. Les effectifs sont totalement inconnus pour le sud [30].

Plusieurs facteurs sont en cause dans la disparition progressive du puma ; comme pour la plupart des félins sauvages. De nos jours, la cause majeure de mortalité des félins sauvages en général semble imputable aux éleveurs qui n'hésitent pas à éliminer les animaux sauvages qui viennent troubler la tranquillité de leurs troupeaux mais ce n'est pas la seule cause de disparition. Le braconnage existe toujours, et le commerce de la fourrure est toujours plus important [39, 47]. Par ailleurs, le puma a cette très mauvaise réputation de « mangeur d'homme » qui fait que l'on n'hésite pas à le tuer quand on l'aperçoit pour se protéger. En effet, des vagues d'attaque (53 entre 1980 et 1990) dont certaines ont été fatales (9 au total), sont dues à des pumas aux USA et au Canada : ils auraient partiellement mangé leurs victimes [40]. Le plus souvent, les félins sauvages ont peur des Hommes et par conséquent ne s'en approchent pas, mais s'ils se sentent menacés ou si les femelles sentent leurs petits menacés, les pumas n'hésitent pas à intervenir [40, 53]. Ainsi, ils s'en prennent le plus souvent les randonneurs qui traversent leur territoire et s'attaquent en premier lieu aux plus jeunes enfants qui bougent beaucoup, et aux personnes qui courent pour fuir ; à ce moment-là, les personnes sont prises pour des proies [40].

Un autre facteur important est l'installation de l'Homme sur le territoire des pumas : les Hommes s'établissent et l'habitat du puma disparaît, ce qui réduit gravement les populations. Ainsi la déforestation, la collision avec des véhicules, la diminution des grandes proies, chassées et/ou concurrencées par la place que prend le bétail domestique donc la modification de l'écosystème et la diminution de nourriture font disparaître ces félins [47].

Tout ceci fait que le puma est aujourd'hui un animal en voie de disparition, sa chasse est interdite dans de nombreux pays (Bolivie , Honduras, Costa Rica, certains états d'Amérique...) [45]. Jusqu'en 1953, le cadavre d'un puma rapportait 20 dollars aux chasseurs canadiens du Nouveau Brunswick ; 1990 furent ainsi tués entre 1967 et 1969 puis sa chasse est devenue domaine réservé des spécialistes [47].

La sous-espèce de puma nommée « Florida Panther » est un cas à part. Autrefois présente dans la majeure partie du sud-est des États-Unis, sa population est réduite à 30 à 50 animaux aujourd'hui vivant essentiellement dans la région du marais de Big Cypress, en Floride. Ayant subi des croisements après séparation des autres groupes de pumas, ces animaux souffrent aujourd'hui de problèmes et de maladies génétiques et illustrent bien ce qui peut arriver à une population isolée [40, 54]. Toutefois, depuis 1976, elle bénéficie de l'appui de la « Florida Panther Recovery Team » qui a pris quelques initiatives à ce sujet en demandant d'une part la réglementation de la chasse du sanglier et du cerf de Virginie, afin que l'animal trouve suffisamment de proies pour se nourrir ; puis en élevant des jeunes en captivité après leur capture dans leur milieu naturel, et enfin en essayant d'accroître la variation génétique par des croisements avec des sous-espèces proches comme le cougar du Texas ou par des programmes de reproduction artificielle [47]. Malgré tous ces efforts, des études ont montré en 1989 que la population décroissait d'environ 5 à 10 % tous les ans et ont prédit la fin de cette sous-espèce si rien n'était fait [65].

II. Statut CITES

La CITES signifie « Convention on International Trade of Endangered Species of wild fauna and flora », soit la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvage menacées d'extinction, plus connue sous le nom de la Convention de Washington. Il s'agit d'un accord international passé entre États dans le but de veiller à ce que le commerce international des spécimens d'animaux et de plantes sauvages ne menace pas la survie des espèces auxquelles ils appartiennent [18].

Le texte de cette convention a été adopté lors d'une réunion de représentants de 80 pays, à Washington (États-Unis), le 3 mars 1973 et est entrée en vigueur le 1^{er} juillet 1975. Cette convention signée d'un commun accord confère aujourd'hui une protection à plus de 30 000 espèces sauvages (près de 5 000 espèces animales et 28 000 espèces végétales). Ces espèces figurent dans trois annexes, regroupées en fonction de la gravité du risque d'extinction que leur fait courir le commerce. Les annexes peuvent couvrir des groupes entiers ou seulement des sous-espèces ou une population géographique.

L'Annexe III comprend toutes les espèces protégées dans un pays qui a demandé aux autres Parties de la CITES leur assistance pour contrôler le commerce de ces espèces. Elle ne concerne pas le puma.

L'Annexe II comprend toutes les espèces qui ne sont pas nécessairement menacées d'extinction mais dont le commerce doit être réglementé pour éviter une exploitation incompatible avec leur survie. Concrètement, cela signifie que l'animal (ou la plante) en question doit être accompagnée d'un permis d'exportation ou d'un certificat de réexportation délivré par l'organe de gestion du pays d'exportation ou de réexportation et mis en état et transporté de façon à éviter les risques de blessures, de maladies ou de traitements rigoureux. Dans ce cas, le permis d'importation n'est pas nécessaire sauf si une loi nationale l'oblige.

L'Annexe I comprend toutes les espèces menacées d'extinction. Leur commerce n'est autorisé que dans des cas exceptionnels. Concrètement, l'animal doit être accompagné d'un permis d'importation qui n'est délivré que si l'importation ne nuit pas à la survie de l'espèce (le destinataire doit être convenablement équipé pour recevoir l'espèce en question) ; et d'un permis d'exportation ou certificat de réexportation. Évidemment, tout doit être fait pour ne pas blesser l'animal ou menacer sa vie [18].

En ce qui concerne le Puma, il faut savoir que tous les félidés sauvages sont considérés comme appartenant à l'Annexe II sauf quelques sous-espèces appartenant à l'Annexe I. Pour le puma, seules les sous-espèces *Puma concolor coryi*, *Puma concolor costaricensis*, *Puma concolor cougar* et *Puma concolor yagouaroundi* (pour les populations de l'Amérique du nord et de l'Amérique centrale) appartiennent à l'Annexe I, les autres sous-espèces appartiennent à l'annexe II [18, 47].

Il convient de préciser que la CITES utilise toujours l'ancienne classification en 32 sous-espèces et non la plus récente qui contient 6 sous-espèces.

III. Statut IUCN

IUCN signifie « Union Internationale pour la Conservation de la Nature et des ressources Naturelles » aussi connue sous le nom de « World Conservation Union », créée en 1948 à la suite de la conférence internationale de Fontainebleau (France), elle fut d'abord appelée Union Internationale pour la Protection de la Nature et changea de nom en 1956. Il s'agit de la principale Organisation Non Gouvernementale qui s'occupe de protection et conservation de la nature. Elle regroupe 83 états, 110 agences gouvernementales, plus de 800 agences non gouvernementales et environ 10 000 scientifiques et experts de 181 pays [38].

La mission de cette Union est d'influencer et d'assister les sociétés dans le monde entier pour la conservation de l'intégrité et de la diversité de la nature, ainsi que d'assurer que l'utilisation des ressources naturelles est faite de façon équitable et écologiquement durable.

Au sein de l'IUCN existe 6 commissions qui évaluent l'état mondial des ressources naturelles et fournissent des conseils pour chaque problème. La Commission de la Sauvegarde des Espèces (CSE) est la plus importante de ces commissions. Comme son nom l'indique, elle se consacre à la conservation des espèces et de leur diversité. Elle conseille l'IUCN et apporte une contribution notable aux accords internationaux.

Dans un souci d'harmonisation au sein des différents pays participant à cette Union, l'IUCN a créé un référentiel d'aires dites protégées regroupées en 6 catégories différentes selon le degré de protection du patrimoine naturel et culturel qu'elles renferment. Les aires protégées sont définies par l'IUCN comme « *zones terrestres ou marines spécifiquement dédiées à la protection et à la conservation de la diversité biologique ainsi qu'aux ressources naturelles et culturelles associées* ». Ces zones doivent être gérées le plus efficacement possible pour conserver leur richesse et leur diversité [38].

Par ailleurs, l'IUCN publie sur son site web ; avec mise à jour périodique ; une liste rouge répertoriant les espèces animales ou végétales en danger dans le monde. Il s'agit de l'inventaire mondial le plus complet en ce qui concerne les espèces en danger. Le but de cette liste est d'alerter le public et les politiques du risque d'extinction de nombreuses espèces et de la nécessité d'agir. D'après cette liste, en 2006, **1 espèce de mammifère sur 4, 1 espèce d'oiseau sur 8 et un tiers des amphibiens seraient menacés de disparition** et la dernière liste, datant du 12 septembre 2007, semble montrer une nouvelle dégradation, même si les recherches sur chaque espèce ne sont pas encore terminées. Les espèces de la liste sont suivies très précisément, ainsi on évalue leur population, leur évolution, on regroupe le plus d'informations possible sur celles-ci afin de limiter les risques qui entraîneraient leur disparition et on envisage des mesures de protection adaptées à chacune d'elles. Enfin cette liste permet d'avoir une base de données complètes pour influencer sur les politiques nationales et internationales et fournit des informations sur des accords internationaux comme la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) ou la CITES [38].

Pour que cette liste soit la plus complète possible, l'IUCN et sa CSE travaille en collaboration avec de nombreuses organisations comme la Birdlife International Nature Serve, la Zoological Society of London ou encore le Center for Applied Biodiversity Science et bien d'autres encore qui collectent chacune des données qui sont ensuite transmises à la CSE.

Sept degrés dans le danger d'extinction ont été définis : pour chaque espèce évaluée, l'estimation est basée sur des critères bien définis, comme la taille de la population, la

disparition de son habitat naturel ou le nombre d'individus ayant atteint la maturité, en voici la liste [81]:



figure 17 : les différentes catégories de la liste rouge <http://fr.wikipedia.org/wiki/IUCN>

EX (extinct) : espèce disparue, des études complètes et approfondies ont permis d'affirmer que le dernier individu était mort.

EW (extinct in the wild) : espèce disparue, survivant uniquement en élevage, il n'existe donc plus d'individu libre dans la nature.

CR (critical): espèce en danger critique d'extinction, les meilleures données disponibles indiquent que l'espèce est confrontée à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage.

EN (endangered) : espèce en danger, les meilleures données disponibles indiquent que l'espèce est confrontée à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage.

VU(vulnerable) : espèce vulnérable, les meilleures données disponibles indiquent que l'espèce est confrontée à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.

NT (near threatenend) : espèce quasi menacée, espèce qui ne correspond pas aux critères des espèces en danger critique d'extinction, en danger ou vulnérable, mais qui pourrait un jour remplir les conditions pour entrer dans ces catégories.

LC (Least concern): espèce dite de préoccupation mineure, elle ne remplit pas les critères des catégories précédentes et fait partie des espèces largement répandues et abondantes.

DD : espèce qui n'entre pas dans les autres catégories car les données sur cette espèce sont insuffisantes et on ne peut donc évaluer directement ou indirectement le risque d'extinction en fonction de sa distribution et/ou de l'état de sa population. Une espèce appartenant à ce groupe peut être bien connue sans pour autant que l'on dispose de données pertinentes sur son abondance et/ou sa distribution. Il ne s'agit donc pas d'une catégorie d'espèce menacée, mais peut le devenir si de nouvelles informations viennent prouver que l'espèce est menacée.

NE : espèce non évaluée, espèce qui n'a pas encore été confrontée aux critères qui permettent de la classer dans une des catégories.

En ce qui concerne le Puma concolor, il appartient à la catégorie NT, depuis 2002, soit espèce quasi menacée sauf pour les sous-espèces *Puma concolor cougar* et *Puma concolor coryi* qui sont dans la catégorie CR, soit espèce en danger critique d'extinction [81]. Cependant, la CSE prend en compte la taille des populations ou encore la disparition de l'habitat, mais ne prend pas en compte la disparition de la variété génétique comme c'est le cas de la Panthère de Floride (*Puma concolor cougar*) qui pourrait bien être classée dans une autre catégorie, peut être même dans la catégorie des espèces disparues, ce sujet fait débat actuellement. Au cours des années à venir il semblerait probable que les sous-espèces de pumas quasi-menacées passent dans la catégorie des espèces vulnérables étant donné que les effectifs ne cessent de diminuer.

IV. Autres statuts

L'organisation *Natureserve*, créée en 1994, qui se consacre à la conservation sans but lucratif, et qui réunit des données scientifiques afin d'organiser au mieux les mesures de conservation des espèces. Elle opère dans 50 états des États-Unis d'Amérique, au Canada, en Amérique latine et aux Caraïbes. Globalement, elle attribue à chaque espèce étudiée un code composé d'une lettre qui indique l'échelle géographique de l'évaluation (G pour Globale, N pour Nationale, S pour Sub nationale soit des états ou des provinces) et d'un chiffre allant de 1 à 5 (1 signifiant en péril critique et 5 manifestation en sécurité). À ce code est parfois ajouté d'autres lettres (ex : le H= espèces potentiellement éteintes) [19, 55].

Sans rentrer dans les détails de chaque localité, *Natureserve* a globalement placé le Puma concolor dans le groupe G5, manifestation en sécurité sur le plan global sauf pour la sous espèce Puma concolor jaguarundi qui est doté du code G4, sous-espèce apparemment en sécurité sur le plan global. Cependant il faut remarquer que certaines sous-espèces qui apparaissent globalement comme manifestation en sécurité, peuvent sur le plan territorial se présenter comme en péril critique (T1) comme c'est le cas du *Puma concolor coryi* par exemple ou encore potentiellement disparue (TH) comme le *Puma concolor cougar* [19, 55].

Le Comité sur la Situation des Espèces en Péril Au Canada (**COSEPA**C), , est composé de spécialistes qui évaluent et désignent les espèces sauvages qui risquent de disparaître du Canada. Il se sert d'un processus fondé sur les observations scientifiques, sur les connaissances traditionnelles autochtones et sur les connaissances des collectivités pour évaluer et déterminer le statut d'espèces ou sous-espèces ou mêmes variétés en péril. Le processus d'évaluation est indépendant et transparent, basé sur des sources d'information justes et crédibles et permet d'établir des catégories de risques dans lesquelles sont regroupées les différentes espèces. Les résultats sont communiqués au Ministère de l'Environnement, au CCCEP (*Canadian Council on Continuing Education in Pharmacy*) et au public.

Le *Puma concolor cougar* apparaît dans leur rapport comme appartenant à la catégorie 2 (sur 3 catégories), soit les espèces de priorité intermédiaire [20, 81].

L'*US Fish and Wildlife Services* définit une liste fédérale dans laquelle se trouvent toutes les espèces et sous espèces d'animaux ou de plantes qui sont en danger ou menacées afin que des programmes de protection puissent être mis en place pour conserver ces espèces. Une espèce en danger est une espèce qui présente un fort risque d'extinction dans les années à venir tandis qu'une espèce menacée est une espèce qui pourrait devenir une espèce en danger dans un futur proche [71].

Le *Puma concolor* est considéré comme simplement menacé sauf pour les sous-espèces *coryi*, *costaricensis* et *cougar*, qui sont considérées comme en danger [71].

Enfin, d'autres organisations (comme la *Mountain Lion Fondation*) dont le poids est moins important se démènent au jour le jour pour protéger cette espèce en publiant régulièrement des articles ou des vidéos montrant le puma chassé par l'Homme ou bien en faisant installer des panneaux sur les routes pour avertir du passage possible de pumas [52].

Au final, le statut du *Puma concolor* est variable selon l'organisme, mais globalement, il semble nécessaire de surveiller de près cette espèce et de protéger les sous-espèces qui sont menacées ou en danger critique avant qu'elles ne disparaissent pour toujours, si ce n'est déjà le cas.

PARTIE 2 :

**LE PUMA, PRÉSENTATION ET VIE
D'UN PRÉDATEUR**



www.nature.ca/notebooks/images/cougar.gif

CHAPITRE I

Description générale du puma

Description d'un gros félin

I. Aspect général et mensurations

Un corps fin, svelte, musclé et puissant, voilà l'aspect général de ce félin à l'élégance remarquable. Le puma ressemble à un grand chat



Figure 18 : Puma sur un rocher
<http://www.dinosoria.com/puma.htm>

L'arrière-train du puma est surélevé par ses longs membres postérieurs et est plus haut que les épaules ; cette disposition assure au puma la détente nécessaire à l'attaque de ses proies [6, 41, 73]. La femelle mesure entre 0,96 m et 1,51 m et le mâle entre 1,05 m et 1,95 m, auxquels il faut ajouter la longueur de sa magnifique queue qui mesure entre 53 cm et 81 cm pour les femelles et entre 66 et 76 cm pour les mâles. Ce qui fait au total un animal mesurant entre 1,49 m et 2,71 m avec une hauteur au garrot allant de 60 à 70 cm [6, 40].

Le poids de ce grand chat dépend de la sous-espèce à laquelle il appartient, son lieu et de son mode de vie. Il pèse environ 28 kg au Pérou à 55 kg au Chili et peut atteindre 103 kg en Argentine, dans les montagnes rocheuses et en Patagonie. Le plus gros puma jusqu'ici

retrouvé mesurait au total 2,9 m et pesait environ 120 kg [40]. À la naissance, les petits pèsent environ 400 g [73].

II. Pelage, queue et membres :

Le puma est le seul grand félin au monde avec le lion d'Afrique à avoir un pelage uniforme (d'où le nom de *concolor* = une seule couleur). Parfois, il présente des rayures horizontales à peine visibles sur les membres thoraciques [40]. Son pelage varie du gris argenté au fauve et au brun roux. Cela dépend en particulier de la région dans laquelle vit l'animal ; ainsi il sera jaune-gris dans les régions arides et plus roux dans les régions tropicales [33, 40]. Le dessous de son corps reste plus clair, allant de la couleur crème au blanc [40, 47, 73].

La longueur de ses poils dépend aussi du milieu naturel dans lequel l'animal vit ; plus rudes et courts dans les régions chaudes, ils seront longs dans les régions froides [40, 45].



Figures 19 et 20 : A gauche pelage roux et à droite pelage plus argenté de pumas

http://naturendanger.canalblog.com/images/Maman_et_jeune_Puma.jpg

http://naturendanger.canalblog.com/images/Puma_gris.jpg

Le puma de Floride, qui est l'un des plus petits pumas, est souvent assez foncé avec une tendance fréquente au mélanisme. Les cas d'albinisme sont extrêmement rares [46].

La queue du puma est aussi très impressionnante, longue, touffue, elle lui sert de balancier lorsqu'il saute, grimpe ou se déplace, il évolue ainsi à son aise sur tous les supports (arbres, rochers...). Elle le protège partiellement du froid lorsqu'il est au repos, il l'enroule alors autour de son corps. Son extrémité est plus sombre [6, 40].



**Figure 21: Queue de puma
Original**

La femelle est souvent un peu plus claire que le mâle, mais la différence n'est pas toujours flagrante. Les petits quant à eux naissent tachetés, la queue annelée et les yeux bleus [54].



Figure 22: Bébé puma

http://naturendanger.canalblog.com/images/Bebe_Puma.DSC05861.JPG

Le puma possède des membres longs, fins et musclés, plus puissants à l'arrière. Elles se terminent par des doigts, au nombre de 5 au niveau des antérieurs (bien que le 5^e doigt ne touche pas le sol et ne laisse donc pas de trace) et 4 au niveau des postérieurs [47].



Figures 23 et 24 : Extrémités digitales : à gauche face palmaire et à droite face plantaire originale

Le puma laisse donc des traces plus ou moins marquées selon la nature du sol sur lequel il se déplace. En effet, les pumas comme les félins en général, ne se font pas voir mais laissent des traces de leur passage ou de leur activité. Ces traces sont relativement faciles à trouver car le puma aime se déplacer le long des sentiers bien établis. On observe alors la pelote de la plante du pied et 4 doigts avec à l'arrière, trois renflements convexes (ou lobes). Les schémas ci-dessous représentent les traces que laissent théoriquement les mains et les pieds du puma. La photo suivante montre les empruntes du puma de notre étude [3, 24, 40].

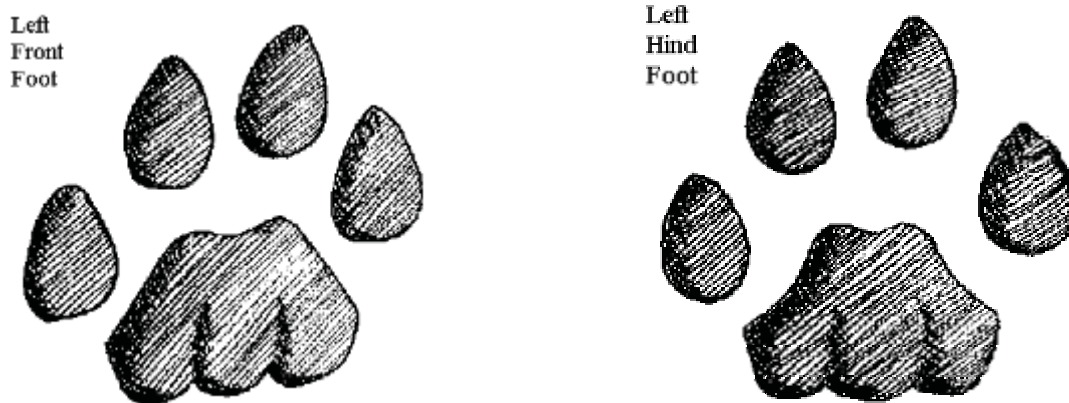


Figure 25 : Empreintes théoriques laissées par la main (à gauche) et le pied (à droite).

www.bear-tracker.com/cougarfront1.gif



Figure 26 : Empreintes du puma de notre étude

Ces doigts se terminent par des griffes acérées rétractiles (comme nous l'avons vu dans la classification) qui lui permettent de marquer son territoire, grimper aux arbres ou encore attraper ses proies. Celles-ci ne laissent pas de marque au sol lorsque le puma marche car elles sont rétractées [3,24].

Après une étude appliquée, il est possible d'établir le sexe de l'animal, les traces de la femelle sont légèrement plus longues que larges, celles du mâle sont plus « carrées » [40].

III. Tête :

Le puma possède une « petite » tête ronde mais la modeste dimension de sa tête n'entraîne en rien une faiblesse des sens, qui, au contraire, surtout en ce qui concerne l'ouïe, sont très développés [40].

Ses oreilles sont courtes, arrondies et largement écartées l'une de l'autre, ce qui lui confère une acuité auditive exceptionnelle. Elles sont très souvent de couleur gris-noir à l'arrière. L'ouïe est extrêmement importante pour les félins, elle leur permet de repérer de nombreuses proies. Ils replient et tournent leurs oreilles, l'une après l'autre ou ensemble, pour repérer des sons sans même bouger la tête. Leurs oreilles leur permettent aussi d'exprimer leur humeur du moment : hautes et tournées vers l'avant, l'animal est en alerte ; en avant, l'animal est en phase d'attaque ; aplaties et vers l'arrière, l'animal indique sa peur associée à de la menace [40].

La fourrure du museau, de la gorge et du menton est blanchâtre et des tâches noires en larmiers entourent bien souvent ce museau clair, elles diffèrent d'un puma à l'autre. Le nez est rose et une mince bande de peau sans poil se trouve juste au-dessus. L'odorat est un sens important pour le puma mais il est moins développé que l'ouïe et que la vue. En effet, l'odorat est peu utilisé par le puma lors de la chasse, en revanche il est crucial pour la communication entre les individus, entre mâle et femelle lors de la reproduction ou entre mâle lors du marquage du territoire par des jets d'urine. Ainsi, l'animal qui renifle une odeur retrousse son nez en une grimace qui fait remonter l'odeur jusqu'à l'organe voméro-nasal placé sur le palais et détermine si elle provient d'un félin connu, inconnu ou d'une femelle prête pour l'accouplement [1].

Comme les chats, le puma présente de très longs poils tactiles, les vibrisses, implantés autour de son museau et de ses yeux. Il lui protègent en partie les yeux et lui permettent de s'orienter correctement [6].

Enfin, la couleur de ses yeux varie du vert au jaune ambré [82] et son champ de vision est très large ce qui lui permet de repérer rapidement tous les mouvements d'une proie éventuelle ou d'un ennemi potentiel qu'il aura auparavant entendu se déplacer. La vue du puma est environ six fois plus sensible que celle de l'homme dans la pénombre tout en restant parfaitement fonctionnelle à la lumière du jour. Cette sensibilité élevée à la pénombre est due à la présence d'une couche réfléchissante, le *Tapetum lucidum*, recouvrant le fond de l'œil, derrière la rétine. La lumière réfléchi sur cette zone amplifie la lumière reçue à l'origine [40]. Par contre, les félins présentent essentiellement des cellules réceptives à la quantité de lumière, les cellules à bâtonnets, et peu de cônes, sensibles à la couleur, de plus la plupart de cônes qu'ils possèdent absorbent le vert. En conséquence, ils voient leur environnement en gris vert et teinté de lumière et la nuit ne leur fait pas peur [6]. Les pupilles du puma sont grandes et rondes lorsque la lumière est faible et restent rondes mais plus petites lorsque la lumière est forte, caractéristique qu'il partage avec le groupe des grands félins rugissants auquel il n'appartient pourtant pas.

CHAPITRE II

Vie en liberté

La vie d'un félin à l'état sauvage

I. Répartition géographique

1. Le puma d'Amérique

Le puma est apparu il y a environ 500 000 ans en Amérique, il était alors présent sur tout le continent, de la Colombie britannique au sud de l'Argentine [82]. Aujourd'hui, malgré l'explosion démographique humaine, le puma reste l'animal terrestre qui occupe la zone géographique la plus étendue du Nouveau Monde. Ainsi, l'aire de répartition transcontinentale du puma couvre un peu plus d'une centaine de degrés de latitude. On retrouve donc le puma dans l'ouest canadien, aux États-Unis, et dans chaque pays d'Amérique du Sud excepté l'Uruguay [47, 82]. Il est absent au centre et à l'est de l'Amérique du Nord ainsi que des îles (Caraïbes, Antilles) sauf dans l'île de Vancouver où il abonde [40].



Figure 27: Répartition géographique du *Puma concolor*
http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Puma_range.png

2. Le puma au Québec et aux États-Unis :

On trouvait autrefois le puma dans les forêts du grand Nord mais il a peu à peu disparu du Canada et des États-Unis. Ceci est dû en partie à la disparition des grands ongulés, nourriture principale des pumas [45]. À cela, il faut ajouter le fait que le puma a été beaucoup chassé aux 19^e et 20^e siècles, que ce soit pour sa fourrure ou pour protéger les troupeaux. Ce sont environ 350 pumas qui furent exterminés tous les ans entre 1910 et 1957 rien qu'en Colombie Britannique [82].

Ainsi, la sous-espèce de l'est, *Puma concolor cougar*, a presque totalement disparu, il ne reste que quelques individus dans le sud-est du Canada (Ontario, Québec, Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse) [82].

Au Québec, le puma n'a sans doute jamais été présent en abondance. Quelques témoignages rapportent la présence de l'animal mais la seule preuve irréfutable de la présence du félin (soit un cadavre) a montré après analyse qu'il s'agissait d'une espèce d'Amérique du sud : un félin échappé d'un parc zoologique ? ou d'un lieu où il était retenu en captivité ?

Aujourd'hui, le puma fait l'objet d'observations et de collectes d'informations précises par les bureaux de la Société de la faune et des parcs du Québec. À ce jour, les scientifiques ont confirmé la présence d'environ 8 individus à travers la province. En 2005, la présence du cougar dans deux régions du Québec (Gaspésie et Saguenay-Lac-Saint-Jean) a été officiellement confirmée par le ministère de la faune et des parcs. D'autres observations ont été faites depuis ; ainsi au printemps 2007 la présence d'un cougar a été confirmée à Fortierville et un dans l'Ouataouais et enfin en octobre 2007 un autre a été identifié à Montmorency au nord du Québec [82].

Aux États-Unis, après avoir été chassé jusqu'à quasi extinction, le puma a fait sa réapparition. Sa population est aujourd'hui estimée entre 10 000 et 30 000 individus et est principalement centrée dans l'ouest du pays, dans les Montagnes Rocheuses [40]. Il est présent dans 14 états de l'Ouest et en Floride [64]. Il serait environ 5 000 dans les montagnes de Californie où la loi le protège, environ 5 000 au Colorado et une cinquantaine en Floride où la sous-espèce « Florida Panther » est aujourd'hui menacée d'extinction (cf partie I, chapitre V, II).

Les pumas tentent aujourd'hui de reconquérir l'est du pays et semblent aujourd'hui présents dans les états du Missouri et du Michigan. On pourrait donc penser à une reconquête de la totalité du territoire dans les années à venir, mais des obstacles s'élèvent devant cette reconquête. Ainsi, la réintroduction des loups dans les montagnes des Rocheuses est une véritable menace pour le puma car il est un prédateur carnivore en compétition avec le puma. D'autre part, l'urbanisation pose problème et de nombreux pumas meurent percutés par des automobiles ou des camions [82].

La carte suivante représente la répartition actuelle des pumas en Amérique du Nord.

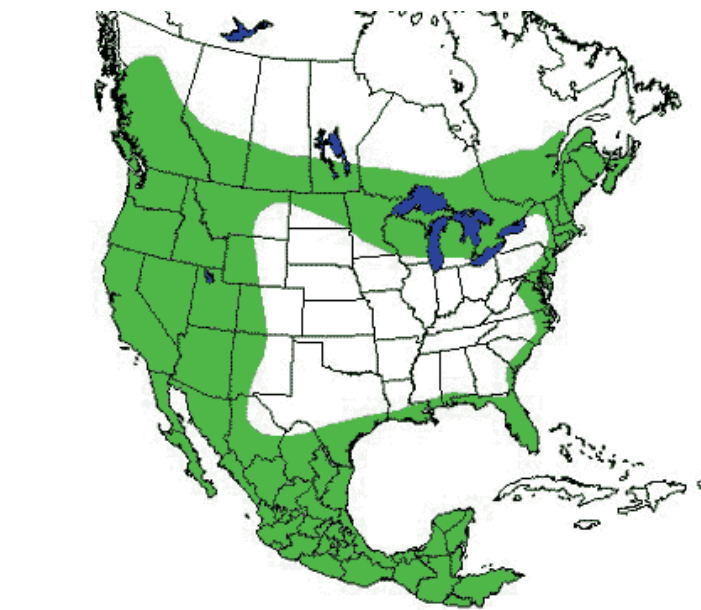


Figure 28: Répartition des pumas en Amérique du Nord
Currier, M. J. P. : Mountain Lion (*Felis concolor*).

II. Milieu de vie et territoire

Le puma est doté d'une grande faculté d'adaptation, aucun milieu ne lui est vraiment interdit. Ainsi, il peut aussi bien vivre dans des régions semi-désertiques, des forêts pluviales tropicales de l'Amazonie, des forêts de pins au Canada, des jungles marécageuses, des prairies, de la brousse ou des régions enneigées. On le trouve du niveau de la mer jusqu'à 5900 mètres d'altitude dans les Andes ; altitude la plus élevée jamais atteinte par un félin. Il est à l'aise partout, pourvu qu'il y ait un peu de végétation derrière laquelle se cacher avant de capturer ses proies [40, 47, 68].

Le parc de Torres del Paine au sud du Chili est une petite réserve de Patagonie, d'une surface de 2500 km² créée pour la conservation de la faune animale. L'espace naturel offert par ce parc n'était pas des plus idéaux pour le puma mais il a su s'y adapter : la morphologie des spécimens qui y vivent s'est renforcée pour faire face aux rigueurs du climat [54].

Il préfère la végétation dense qui lui permet plus facilement de s'abriter mais il s'adapte aussi à des régions où la végétation est plus éparse ; il a déjà été aperçu dans des régions agricoles intensives [40]. Il n'aime guère se mouiller, mais peut traverser facilement un petit cours d'eau en cas de nécessité [6]. Il sait donc se contenter de peu : un point d'eau et un petit abri naturel si possible [54].

L'animal reste cependant timide et discret, il se trouve alors à son aise dans les lieux inhabités et exempts de toute activité humaine, soit des zones retranchées dont la configuration naturelle ne permet pas l'implantation de l'homme [47, 68].

Le puma est un animal solitaire qui est attaché à son territoire. Toutes les études effectuées jusqu'à présent ont montré que chaque animal occupe son territoire et évite ses congénères sauf dans la période de reproduction. Les pumas ne vont pas pour autant se disputer pour un territoire, ils se contentent de s'éviter, l'espace est assez vaste pour tout le monde [6].

La situation et l'étendue du territoire varient en fonction des saisons. Le puma descend vers le fond des vallées en hiver et remonte sur les hauteurs à la fonte des neiges. En fait, l'animal suit la migration de ses proies [6]. Plusieurs études ont été menées et on estime que le domaine des mâles s'étend sur environ 35 à 90 km² en moyenne mais peut aller jusqu'à 1000 km² en Amérique du Nord suivant la migration des proies. Les femelles ont un territoire un peu plus petit, en moyenne 12 à 80 km². Habituellement les domaines vitaux des mâles ne se chevauchent pas, mais les domaines d'une ou plusieurs femelles peuvent être inclus partiellement ou totalement dans celui d'un mâle, même si les animaux ne se rencontreront que pendant les périodes de reproduction [40, 47, 68].

L'animal est très mobile, il couvre de grandes distances chaque jour sans avoir de gîte fixe excepté pour les femelles qui vont mettre bas ou qui sont accompagnées de leur progéniture. Son mode d'exploration semble intelligente puisqu'il découvre son territoire zone par zone en effectuant des sortes de rotations. Les mâles arpentent ainsi inlassablement leur territoire et repassent au même endroit jusqu'à 10 ou 20 fois par jour [47, 68].

De façon à montrer que son territoire est occupé, mâle ou femelle le marque régulièrement ; même si les mâles le marquent plus fortement. Ainsi, le puma crée des bornes de 80 centimètres à 1,1 mètre en grattant le sol, amassant feuilles, épines, brindilles et terre ; bornes qu'il arrose copieusement de son urine ainsi il informe tant au niveau olfactif que visuel de sa présence. Comme nos petits félins de compagnie, il n'hésite pas à se « faire les griffes » sur les troncs d'arbre de façon à se faire connaître. Les pumas possèdent également des glandes sudoripares au niveau des pelotes digitales et plantaires qui laissent aussi un marquage odorant [40, 47, 68].

III. Alimentation et chasse

Le puma est un carnivore opportuniste, se nourrissant de proies de tailles diverses, plus ou moins variées selon les régions. Il attaque préférentiellement les grands mammifères comme les cerfs et les élans mais peut aussi chasser des animaux plus petits si nécessaire, il en arrive même parfois à pêcher ou manger des insectes. Il peut aussi s'attaquer aux troupeaux (chevaux, moutons, vaches, chèvres...), ce qui lui vaut une mauvaise réputation. Le plus souvent, il s'attaque aux animaux affaiblis ou vulnérables, plus faciles à attraper et participe ainsi à la sélection naturelle [40]. Le tableau ci-dessous présente les diverses proies des pumas selon le lieu où ils vivent :

Lieu de vie	Proies
Pays d'Amérique du Nord	Cerf de Virginie, cerf mullet, élan, antilope pronghorn, coyote, souris, lièvre, martre, mouffette, porc-épic, mouflon, chèvre des rocheuses, ourson, dindon sauvage, oiseaux, chauves-souris, poissons, limaces, sauterelles...
Argentine	Huemul, guanaco, cerf des Andes
Brésil	Daguet, cerf des pampas, fourmilier
Paraguay	Paca, agouti, nandou, pécarì
Pays de la forêt équatoriale	singes

Tableau 3 : Diverses proies chassées par le puma en fonction de la région

Jackson P., Farnell Jackson A., Devitre D. (trad.), *Les félins*

Les individus d'Amérique du Nord consomment surtout de grandes proies, tandis qu'en Amérique latine, les jaguars ne laissent aux pumas que les proies de taille moyenne. Selon des études effectuées essentiellement aux États-Unis, le puma de l'Ouest se nourrirait majoritairement de cerfs-mulet et de wapitis. Ainsi dans l'Idaho, il y aurait environ 114 cerfs-mulet et 87 wapitis par puma [40, 47].

Le puma a besoin d'environ une proie par semaine ou toutes les deux semaines si la proie est volumineuse [64]. La femelle devra chasser un peu plus pour nourrir ses petits jusqu'à ce qu'ils soient autonomes [40].

Mis à part la femelle qui apprend à ses petits, le puma est un prédateur solitaire. Naturellement discret, le puma chasse de préférence la nuit, en particulier à la tombée du jour et à l'aube [40, 73]. Doté d'une acuité visuelle exceptionnelle et d'une ouïe fine, il repère aisément ses proies [6]. Il déambule ainsi en silence, attentif à chaque bruit. Au moindre mouvement, il se fige, évalue les distances et ses chances de réussite. Il s'approche, patiemment, sans éveiller la méfiance de sa proie et jaillit d'un coup quand il est assez près. Ses longs et puissants membres pelviens lui permettent des déplacements rapides jusqu'à 80 km/h (cette vitesse ne pouvant être tenue que quelques secondes) et des bonds fulgurants pouvant atteindre jusqu'à près de 12 mètres de haut [54]. Il jaillit alors de nulle part dans son

attaque foudroyante et brise le cou de sa proie à la base du crâne à l'aide de son redoutable coup de patte ou il s'attaque à la gorge avec sa mâchoire [40, 47].

Le puma est un bon grimpeur : il est capable de poursuivre les singes d'Amérique du Sud ou les porcs-épics arboricoles du Canada dans les arbres. En ce qui concerne les porcs-épics, il les retourne habilement sur le dos et attaque leur abdomen pour éviter leurs piquants [40, 47].

Dans de nombreux cas, la taille de la proie est supérieure à celle du prédateur, ce qui n'est pas sans risque pour le puma. La proie peut peser jusqu'à 4 à 7 fois plus que le puma et des pumas ont déjà été blessés, voire tués lors d'attaques manquées en terrain difficile.

Une fois la proie tuée, le puma prend son premier repas et peut ensuite traîner son cadavre sur d'assez longues distances de façon à le mettre à l'abri. Il le recouvre de feuilles, de terre, de brindilles afin de le dissimuler et il revient le manger plus tard (parfois il revient plusieurs fois) si un intrus n'est pas venu le lui dérober entre temps [40, 47].



Figure 29 : Puma chassant dans la neige

www.reverseturkey.com/Images/cougars.jpg

III. Reproduction et vie de famille

Le puma est un animal naturellement solitaire et silencieux, mais sa vie s'anime un peu lors des périodes de reproduction, qui peuvent avoir lieu à n'importe quelle saison [54, 82]. En Amérique du Nord, elle semblerait plus fréquente à la fin de l'hiver et au printemps avec des naissances plus nombreuses entre juillet et septembre [54]. La femelle peut avoir plusieurs cycles œstraux consécutifs, avec des périodes de chaleur qui durent de 4 à 11 jours [42].

Pour les mâles, ces chaleurs sont repérables aux traces d'urine laissées par la femelle et à ses miaulements très caractéristiques. En effet, pendant la saison des amours, la femelle pousse des cris qui ont valu à ce félin le nom de « crieur des montagnes », ce cri ressemblant au miaulement général de nos chats domestiques mais en plus intense et plus long. Il arrive que la femelle attire ainsi plusieurs mâles, ce qui entraîne des conflits [47, 54]. Si aucun mâle n'est attiré au bout de 6 cycles sans accouplements, la femelle s'octroie un repos de 2 mois sans chaleurs [47].

L'ovulation se produit à la suite d'accouplements brefs qui durent moins d'une minute mais qui se répètent environ 9 fois en une heure. Durant ces accouplements, la femelle est allongée sur le sol alors que le mâle, qui est sur elle, la mordille au niveau de la nuque. Les accouplements se répètent plusieurs fois par jour pendant les quelques brèves journées où le couple est réuni (environ 2 semaines après lesquelles, le mâle repart vivre seul. On note alors 67% de réussite si la femelle est en période d'œstrus [47].



Figure 30 : Accouplement

www.reverseturkey.com/Images/cougars.jpg

La gestation dure environ trois mois (90 à 96 jours) [40, 73] pendant lesquels la femelle vit et chasse seule. À cette période, les embryons sont fragiles et on observe (d'après des études réalisées aux États-Unis) que la mortalité embryonnaire est assez élevée (environ 15%) [54]. À l'approche de la mise bas, la femelle change son comportement nomade pour rechercher sur son domaine un abri sûr dans lequel elle pourra donner la vie. Cet abri est tantôt une caverne, tantôt une grotte ou une zone de fourré dense, ou encore une cavité créée par un grand arbre déraciné. Elle mettra naissance à environ 2 ou 3 petits en moyenne (cela peut aller de 1 à 6) [40, 47].



Figure 31 : une mère puma et son petit
marmonoel.free.fr/felides/puma.bebe.jpg

À la naissance, les petits sont aveugles et pèsent entre 220 et 450 grammes. Ils naissent tachetés mais leur queue est annelée. Les taches s'estompent peu à peu pour laisser place à la robe de l'adulte vers l'âge de 6 mois et leurs petits yeux souvent bleus s'ouvrent vers l'âge de 10 jours [47].

Ces petits sont totalement dépendants de leur mère pendant les deux premiers mois de leur vie. La femelle est obligée de les laisser seuls, à la merci des prédateurs pendant qu'elle part chasser, d'où l'importance de la saison de mise bas et surtout du choix stratégique de la place de l'abri qui devra être à proximité d'une nourriture abondante.

La femelle possède 3 paires de mamelles et son lait contient 35,5% de matière sèche, il est riche en matières grasses (18,6%) et en protéines (12%), mais peu en sucres (3,9%) et en minéraux (1%). Les petits têtent environ toutes les 4 à 6 heures [42]. Les petits seront sevrés vers l'âge de trois mois, âge auquel ils suivent déjà leur mère en dehors de la tanière et observent attentivement ses techniques de chasse [73]. À 6 semaines, les jeunes goûtent déjà à la nourriture solide [45]. Le temps qu'ils ne passent pas à dormir, manger ou observer leur mère, les petits le passent à jouer, sans se préoccuper des dangers aux alentours, ce qui oblige leur mère à les surveiller de très près. Les jeux sont « éducatifs » car les petits répètent en jouant des techniques de chasse qui leur serviront par la suite. Ils resteront auprès de leur mère de 13 à 20 mois puis ils s'émanciperont et se sépareront pour commencer leur vie solitaire après avoir parcouru plusieurs dizaines de kilomètres afin de se définir un territoire personnel. Leur maturité sexuelle sera atteinte vers l'âge de trois ans [42, 47]. La femelle se reproduira tous les deux ans environ, le mâle polygame se partage entre plusieurs femelles. L'espérance de vie d'un puma dans la nature est estimée à environ 8-10 ans, cela peut aller jusqu'à plus de 25 ans en captivité [408, 45, 54].

CHAPITRE III

Vie en captivité

De la vie sauvage à la vie captive

Pour ce chapitre, nous nous sommes essentiellement basée sur une étude complexe réalisée auprès de 7 parcs zoologiques dont 3 possédaient des pumas. Ils s'agissaient des zoos du Bois de Coulange, de la Flèche et du Mont-Faron [47].

I. Logement et adaptation à la captivité

1. Logement

Dans la majeure partie des parcs zoologiques, les pumas sont détenus dans des enclos extérieurs entourés de grillage, simple torsion classique, rectangulaire (moins visible). Ces enclos sont munis d'un toit grillagé, on parle de volière, nécessaire notamment pour les pumas qui sont d'excellents grimpeurs. Pour les pumas, la surface moyenne des enclos est comprise entre 75 et 400 m² ; la surface moyenne par individu est comprise entre 18,75 et 200 m² et la hauteur de la clôture est comprise entre 3 et 4,5 m. Parfois, pour des raisons de sécurité, un système électrique est mis en place et dans d'autres cas, les clôtures sont remplacées par des verres incassables pour une meilleure visibilité. Dans tous les cas, un espace de sécurité de 1,5 m au minimum en partant du grillage est mis en place [21, 47].



Figure 32 : Puma dans le parc de David Traylor au Kansas
www.kansastravel.org/07emporiazoo2.JPG

Le sol de l'enclos de jour est soit naturel, soit artificiel (béton et/ou carrelage). L'enclos est souvent aménagé avec des plantes, des troncs, des rochers ou autres éléments naturels qui permettent aux pumas de grimper, d'entretenir leur musculature, de se faire les griffes et d'éviter l'ennui. Des zones ensoleillées alternent avec des parties ombragées, appréciées par les pumas. Les enclos de nuit communiquent avec les enclos de jour par des trappes. Ces derniers sont en général constitués d'une ou plusieurs petites pièces de 6 à 8 m² hautes de 1,5 à 2 m, peu éclairées, munies d'un point d'eau et parfois d'un petit chauffage d'appoint pour l'hiver (mais ceci reste rare pour les pumas et est plutôt réservé aux félins les plus petits ou non habitués aux températures basses). Le sol est souvent en ciment ou béton ou carrelage recouvert d'une litière parfois [21, 47].

2. Adaptation à la vie en captivité

Les animaux des parcs zoologiques peuvent naître en captivité ou être capturés en pleine nature. Quoiqu'il en soit, l'environnement dans lequel ils évolueront sera différent d'un environnement sauvage, ce qui peut engendrer un stress intense. En ce qui concerne le puma qui est un animal solitaire et sédentaire, on pourrait penser que l'adaptation est difficile, en fait il n'en est rien, au contraire les pumas s'habituent bien à la vie en communauté même si quelques rivalités peuvent persister entre les individus. En effet, les individus ont tendance à fuir et s'éviter dans la nature, en captivité, ils sont sur la défensive et les conflits peuvent éclater. D'après les soigneurs qui côtoient les pumas dans les trois parcs de l'étude, les pumas sont des animaux doux mais il faut toujours s'en méfier [47].

3. Conséquences

La captivité a de nombreuses conséquences sur le comportement et la physiologie des pumas, essentiellement sur la reproduction et l'espérance de vie [47].

Une idée reçue tend à faire croire que la reproduction est difficile pour les félins sauvages maintenus en captivité et une naissance est souvent un événement exceptionnel. Si c'est vrai pour certaines espèces, ce n'est pas vraiment le cas pour les pumas. Cela s'explique par le fait que la sexualité est complètement bouleversée en captivité : d'une part, les saisons n'ont plus vraiment d'incidence sur la reproduction, qui se fait tout au long de l'année. D'autre part, l'inactivité importante, la nourriture abondante, les soins prodigués font que les pumas n'ont plus qu'à s'occuper de leur sexualité ; leur maturité sexuelle est précoce, les œstrus sont plus fréquents, plus longs et plus marqués et cela entraîne une hypersexualité. C'est particulièrement vrai pour les pumas, posant parfois des problèmes de surpopulation dans les parcs zoologiques où toutes les conditions sont réunies pour une reproduction optimale : place suffisante, nourriture sans carence... Un inconvénient important de la reproduction en captivité est le manque de diversité génétique entraînant des problèmes d'hérédité, d'anomalies congénitales et de tares. La consanguinité est à redouter [35, 42, 47].

En ce qui concerne l'espérance de vie, elle serait plus que doublée en captivité. Elle est de 8 à 10 ans dans la nature et peut aller jusqu'à 18 à 20 ans en captivité. En effet en captivité les animaux sont suivis de près, soignés, nourris, ils n'ont pas besoin de chasser (ce qui peut être dangereux) [40, 45, 54].

Si le puma s'active sur le plan de la sexualité en captivité, c'est avant tout parce qu'il s'ennuie. Plus de prédateurs à fuir, plus de proies à capturer, le puma a tendance à être désœuvré dans son petit enclos, lui qui peut parcourir plusieurs dizaines de kilomètres par jour à l'état sauvage. Il peut alors apparaître des comportements stéréotypés, l'animal tourne en rond, part en quête de nourriture auprès des visiteurs. Il est capital que les soigneurs observent attentivement le comportement des animaux au jour le jour de façon à repérer au plus vite les marqueurs de « mal-être » et à intervenir rapidement. C'est pour ces raisons qu'il est nécessaire d'enrichir le milieu de vie au maximum en mettant à leur disposition des activités diverses, des jeux... Cela peut passer par la distribution de la nourriture qui peut être cachée pour reproduire un comportement de recherche et de chasse. Ainsi l'animal s'occupe et il entretient sa musculature. Il est donc important de reproduire au plus près les conditions de vie en milieu naturel [35, 47].

Il a également été démontré que la vie en captivité pouvait avoir des conséquences sur les paramètres sanguins, le stress semble en être à l'origine. Il semblerait également que la teneur en enzymes hépatiques (ALAT et ASAT) serait supérieure chez les animaux sauvages, expliquant de plus grands dommages musculaires observés chez les animaux en liberté [47].

II. Alimentation

Les pumas sont des carnivores stricts, leurs besoins en protéines sont élevés (1/3 de la ration en matière sèche, soit 29% de l'apport énergétique pour les jeunes et 1/4 de la ration, soit 22% de l'énergie pour un adulte) [47]. C'est pourquoi la viande est un élément essentiel de l'alimentation ; mais ne donner que de la viande peut engendrer des carences en vitamine A, en calcium, en iode, et à moindre degré en cuivre et en riboflavine. Les besoins énergétiques des pumas sont d'environ 66 kcal/kg de poids vif par jour pour un adulte, cette valeur pouvant être augmentée pendant la période de reproduction (chaleur, gestation, lactation) et multipliée par 3 à 5 pour les jeunes. Ainsi un puma mâle a un besoin de 0,114 kg de viande par kg de poids vif par semaine. Cette nourriture n'est pas distribuée tous les jours de façon à respecter des périodes de jeûne correspondant assez bien à celles observées à l'état sauvage. Ainsi un puma adulte reçoit environ 5 à 6 kg de viande par kg de poids vif 2 à 3 fois par semaine ou 1,5 à 3 kg de viande par kg de poids vif 1 fois par semaine. La viande est constituée la plupart du temps de volailles entières, mais peut aussi être remplacée par des morceaux de bœuf [62, 67, 75].

Par son régime exclusif en viande, les félins (et donc les pumas) n'ont pas besoin de constituer de réserves azotées, ni de développer une activité enzymatique modulable. Ainsi, le puma est incapable de moduler l'activité de certaines transaminases, de certaines enzymes associées au catabolisme des acides aminés et des enzymes du cycle de l'urée. Quel que soit l'apport des protéines, les enzymes et le cycle de l'urée fonctionnera toujours à la même intensité, ce qui explique des pertes azotées dans les urines qui sont toujours importantes et qui peuvent être à l'origine de la formation de dépôts urinaires pouvant être obstructifs [45, 62, 67, 75].

Les acides aminés essentiels ont alors une importance capitale dans l'alimentation du puma et seront à surveiller [47].

-l'*arginine* est un acide aminé qui se transforme en ornithine (non synthétisé par le puma) en permettant l'excrétion de l'urée ; donc une carence en arginine se traduit par une non excrétion de l'urée et une intoxication du félin allant jusqu'à la mort.

-les *acides aminés souffrés* (méthionine) : ils sont essentiels car l'élimination urinaire de leurs dérivés est forte et en plus ils permettent l'acidification de l'urine via les ions sulfates.

-la *taurine* : elle permet la conjugaison des sels biliaires, une carence peut entraîner une dégénérescence rétinienne voir même une cécité, une atteinte du muscle cardiaque et du tissu nerveux.

L'apport d'acides gras essentiels (acides γ -linoléique, γ -linolénique et arachidonique) est aussi indispensable.

La vitamine A (que l'on trouve en quantité importante dans les abats, notamment le foie) est essentielle à la vue et à la fonction de reproduction. Si les pumas reçoivent des carcasses vidées, de l'huile de foie de morue peut être ajoutée.

Enfin, une alimentation exclusivement carnée peut entraîner des carences en calcium et en iode pouvant être à l'origine de troubles thyroïdiens, de crampes musculaires ou encore une fragilisation des os. Les femelles en lactation et les jeunes sont les plus sensibles.

Au final, les pumas reçoivent leur viande (conservée dans les meilleures conditions d'hygiène), le plus souvent supplémentée en vitamines, minéraux et oligo-éléments avec des produits naturels (ex : huile de foie de morue) ou de synthèse (sofcanis®, vitapaulia®) [47].

On veillera à ce que les pumas aient accès à un point d'eau fraîche et potable en permanence.

III. Reproduction

Comme nous l'avons vu précédemment, la vie en captivité ne semble pas être un obstacle majeur à la reproduction des pumas, au contraire [42]. Pour suivre la reproduction de leurs pumas, certains parcs zoologiques (pas parmi ceux interrogés dans l'étude) font des dosages d'œstradiol et de progestérone dans les matières fécales des femelles et observent l'activité des mâles et leurs réussites ou parfois, lancent une étude plus poussée, nécessitant l'anesthésie de l'animal et la récolte de sang et de spermatozoïdes par électro-éjaculation, ce qui permet d'analyser la semence et d'en congeler pour la banque de génome [47].

La réussite de la reproduction dépend des conditions naturelles mais aussi de l'alimentation et de la supplémentation apportée aux pumas et du stress.

→ Une expérience de JG HOWARD *et al.* (date) effectuée sur 6 pumas mâles a montré l'importance de la supplémentation dans la fonction reproductive et notamment en ce qui concerne les vitamines A, D, E et l'équilibre phosphocalcique. Ces pumas ont été nourris avec des cous de poulet pendant 10 mois puis un bilan reproducteur a été effectué. Ensuite ils ont été nourris pendant 6 mois avec un aliment complet du commerce (« *Nebraska Feline Diet* ») et un nouveau bilan a été effectué. Les résultats montrèrent une augmentation de la qualité du sperme qui est passée d'une contenance de $3,5 \cdot 10^6$ à $32,9 \cdot 10^9$ spermatozoïdes par éjaculat [47].

→ Les conditions de détention sont aussi capitales, ainsi des études ont montré que lors de la cohabitation avec plusieurs congénères, la reproduction pouvait être compromise s'il n'existait pas d'espaces d'isolement, de tanières ou autres dans lesquels les couples peuvent s'isoler. La cohabitation peut provoquer un stress [47].

Pour les pumas, le recours à l'insémination artificielle est rare. Cette pratique peut être intéressante pour évaluer au préalable la qualité des semences ou encore pour maintenir la diversité génétique [42].

La femelle gestante est observée régulièrement par les animaliers, elle doit être tranquille. Le recours à l'échographie est assez rare et peu justifié sachant qu'elle peut être fatale pour les fœtus. Si elle est utilisée, c'est entre le 28^e et le 65^e jour ; elle permet de connaître le nombre de fœtus, de vérifier leur viabilité et de détecter certaines anomalies [47].

Au moment de la mise bas, la femelle est isolée, au calme, sur une litière. La maternité se fait dans une pièce chauffée à 25°C sans courant d'air. Chez le puma, la délivrance se fait généralement sans problème. Les petits sont laissés au maximum avec leur mère qui leur apporte l'alimentation nécessaire à leur croissance, ils sont remis avec les autres après 2 mois de maternité. Mais il arrive que la mère abandonne ses petits, surtout si elle est primipare, ou que la femelle manque de lait : les petits sont alors soit euthanasiés, soit élevés artificiellement. Dans ce dernier cas, la personne qui s'occupe des petits doit remplacer la mère en biberonnant les petits très régulièrement avec un lait le plus proche possible de celui de la femelle puma (gras et riche en protéines) à environ 37°C et en provoquant les mictions et les défécations par massage abdominal ou stimulation périnéale. Leur croissance sera surveillée par une pesée régulière. La viande sera présentée aux petits à partir de l'âge de 6 semaines. Les petits resteront au maximum 1 an voire 1 an et demi dans le parc, mais ils devront être séparés des adultes par la suite pour éviter les problèmes de consanguinité et de rivalités entre les mâles [42, 47].

Le puma étant très fertile en captivité et la diversité génétique diminuant, il est parfois nécessaire de recourir à des méthodes de contraception. Il en existe 6 essentiellement, 4 sont réversibles et sont les plus utilisées (utilisation de progestérone ou androgènes de synthèse) et 2 sont irréversibles (castration ou ovario-hystérectomie) [42, 47].

IV. Santé

Le puma peut avoir une espérance de vie multipliée par 2 en captivité, ceci est dû, entre autres, aux soins qui lui sont apportés [40, 45, 54]. En effet, en parcs zoologiques, les pumas (ainsi que tous les félins) sont surveillés jour après jour, les animaliers observent leur état général, leur appétit, leur comportement, ainsi que les fèces et l'urine retrouvées dans les bâtiments de nuit comme dans les enclos de jour. Cette observation quotidienne permet de détecter rapidement les troubles et de les soigner au plus vite. Par ailleurs, comme il vaut mieux prévenir que guérir, des méthodes de prophylaxie sont mises en place [35, 47].

Cette prophylaxie est à la fois sanitaire et médicale. Sur le plan sanitaire, pour que les animaux soient en bonne santé, il convient de suivre les règles d'hygiène élémentaire que ce soit pour la nourriture (conservation, hygiène des cuisines...) ou l'hygiène des locaux (nettoyage et désinfection quotidienne des enclos de nuit et de jour, litière changée régulièrement...). Il convient également de se débarrasser des animaux indésirables tels que les rongeurs, les lapins, les renards ou autres qui peuvent pénétrer dans l'enclos ; bien souvent les parcs réalisent des désinsectisations et dératisations 2 à 5 fois par an en faisant appel à des entreprises spécialisées et des produits non nocifs pour les animaux. En ce qui concerne les nouveaux arrivants, un temps de quarantaine est respecté, ils sont alors isolés, observés, dépistés pour certaines maladies, vaccinés, déparasités et ne rejoindront le groupe que si leur état de santé le permet. Quant aux animaux malades, ils sont immédiatement isolés du reste du groupe jusqu'à guérison complète [47].

Sur le plan médical, les pumas peuvent être assimilés à de gros chats. La plupart des parcs (mais pas tous) pratiquent une vaccination régulière de tous les individus. Ainsi les animaux sont vaccinés contre le typhus, le coryza, la leucose et la rage. Le protocole employé est le même que pour nos chats domestiques, soit une primo-vaccination entre 9 semaines et 6 mois, un premier rappel 3 à 4 semaines après et ensuite un rappel régulier tous les ans, le seul élément qui change est le fait qu'on utilise au minimum une double dose et que la vaccination se fait à distance (utilisation de fléchettes, télé-injection...). Certains parcs vermifugent régulièrement leurs pumas 3 à 4 fois par an avec des produits utilisés pour les chats mais à dose appropriée (Panacur, TelminKH, Flubéno...) en le mélangeant à la nourriture, d'autres préfèrent analyser régulièrement les fèces de leurs animaux et vermifuger si nécessaire. Pour les parasites externes, les pumas sont traités si la parasitose est déclarée avec des antiparasitaires classiques (Frontline) [47].

Les pumas sont des animaux très résistants, les pathologies en captivité sont assez rares. Sinon, les pumas sont affectés par les mêmes maladies que le chat domestique et présentent les mêmes symptômes:

- des maladies virales telles que le coryza, le typhus, la rage, le FIV, le FeLV. Il semblerait que le FeLV soit fréquent à l'état sauvage et entraîne la réalisation de campagnes de prophylaxie des animaux sauvages, notamment des pumas de Floride extrêmement menacés.
- des infections bactériennes sont soignées par des antibiotiques par voie orale ; les plaies sont suturées rapidement et traitées avec de l'Amoxicilline ; les épillets sont à surveiller car ils peuvent entraîner des abcès des glandes salivaires,
- des parasitoses externes (tiques, poux, puces, gale des oreilles, gale démodécique) sont traitées avec des antiparasitaires utilisés pour les chats plus ou moins associés à des antibiotiques,
- des parasitoses internes (protozoaires, helminthes...) sont traitées là aussi avec des produits pour chat à dose adaptée,
- d'autres pathologies telles que les pathologies comportementales nécessitent un enrichissement du milieu comme nous l'avons vu précédemment [47].

PARTIE 3 :

ATLAS – INTÉRÊT, PRÉPARATION



www.cosmovisions.com/cryptoproctesquelette.gif

CHAPITRE I

Intérêts et difficultés

But et conditions de réalisations

De nos jours, la radiographie est un examen complémentaire à la portée de quasiment tous les vétérinaires et qui est utilisé presque quotidiennement en clinique des animaux de compagnie. C'est un examen simple, peu invasif, peu coûteux et qui donne de nombreux renseignements que ce soit au niveau organique ou surtout, au niveau ostéologique. Pour pouvoir les interpréter, il est nécessaire d'avoir des radiographies de référence ; accessibles très facilement pour les animaux qui nous sont assujettis depuis longtemps ; elles se font beaucoup plus rares lorsqu'il s'agit d'animaux sauvages. Il est vrai que ce n'est pas tous les jours que l'on doit radiographier un jaguar, un tigre ou un puma et pourtant, il arrive que les vétérinaires aient besoin de cet examen complémentaire pour diagnostiquer une pathologie ou caractériser une fracture avant d'envisager une opération sur des animaux de parcs zoologiques, de réserves ou encore de cirque. Ceci peut sembler anecdotique au vu du nombre d'interventions effectuées sur des Pumas chaque année mais pourtant, avec les programmes de reproduction entrepris, le nombre de ces félins captifs augmente et l'utilisation de la radiographie peut se révéler de plus en plus utile. C'est pourquoi il est intéressant de regrouper un certain nombre de clichés au sein d'atlas pouvant être mis à la disposition des vétérinaires. En collaboration avec la clinique de la faune sauvage de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, plusieurs atlas de ce type sont entrepris .

Cette thèse a pour objectif de présenter l'ostéologie de ces animaux, ce qui est indispensable pour connaître les particularités de chacune de ces espèces et ne pas être surpris lorsque l'on interprète des radiographies ou bien lorsque l'on opère l'animal. L'étude complète des os permet de comprendre certaines adaptations et de regrouper des informations sur le Puma. Malheureusement, ces informations seront peut-être, un jour, parmi les seules traces que ces espèces sauvages auront laissées, si l'homme continue à dégrader l'environnement et s'il ne continue pas à se préoccuper de ces espèces aujourd'hui protégées.

En ce qui concerne la réalisation de l'atlas, il est important de noter les difficultés rencontrées. Globalement un manque de coopération entre les différentes unités de l'école a entravé le bon déroulement de la réalisation de cette thèse.

Les principales difficultés rencontrées concernent la réalisation des clichés radiographiques. Ainsi, nous n'avons pu avoir accès au matériel de radiographie avec prévisualisation, qui aurait permis de placer l'animal dans une position optimale, symétrique, évitant toutes superpositions. C'est donc en coopération avec le service de pathologie équine et avec son appareil radiographique portable sans prévisualisation que nous avons travaillé : nous le remercions pour sa participation. Malgré un très grand nombre de radiographies prises, il est navrant de constater que peu de clichés sont de très bonne qualité. De plus, bien que mis à décongeler plusieurs jours auparavant, notre animal était toujours très raide, ce qui n'a pas favorisé la réalisation des clichés. Ainsi la qualité des clichés radiographiques proposés dans cet atlas n'est pas la meilleure, nous critiquerons donc les radiographies faites au fur et à mesure de l'atlas et nous expliquerons ce qu'auraient été des clichés parfaits.

CHAPITRE II

Animal et Contention

Le puma de notre étude

I. Animal de référence

Cet atlas a été réalisé à partir d'un unique animal, mort, non éviscéré. Il s'agissait d'une femelle Puma âgée de 6 à 7 ans au moment de son euthanasie. Elle provenait d'un cirque, « le Star Circus », dont le fonctionnement est assuré par les familles CANCY et MAUGER. Elle était née au sein même du cirque dans lequel elle vivait avec d'autres pumas. Elle présentait une douleur abdominale vive justifiant l'administration d'un traitement médical le 6 novembre 2006 et le 8 novembre 2006. Elle a été reçue à l'École le 10 novembre 2006 pour un examen radiographique et a été opérée pour une occlusion intestinale.

Au cours de l'opération, nous avons découvert une lésion extensive vraisemblablement d'origine tumorale ne laissant à l'animal que peu de chance de guérison. Pour éviter toute souffrance prolongée à l'animal, il a été décidé, d'accord avec le propriétaire, d'euthanasier l'animal sur la table d'opération.

Le cadavre a été conservé à l'École (toujours avec l'accord du propriétaire) dans une chambre froide à -17°C jusqu'au début de l'étude, en septembre 2007.

Évidemment, lorsqu'il est nécessaire de réaliser des examens complémentaires tels que des radiographies ou des soins particuliers sur des grands félins sauvages, il est indispensable de réaliser une contention physique de l'animal avant de l'anesthésier pour toutes manipulations.

Ces méthodes n'ont pas été utiles pour la réalisation de notre atlas, puisque l'animal était déjà mort, mais elles ont été nécessaires lors de l'opération chirurgicale et nous allons donc développer les méthodes appliquées pour un animal vivant.

II. Méthode de contention

1. Contention physique

Bien que le Puma soit un grand félin au corps élancé et qu'il ne pèse, en moyenne, pas plus lourd qu'un chien de gros gabarit tel qu'un Dogue Allemand et même s'il peut être dressé au sein d'un cirque, il n'en reste pas moins un animal sauvage. À ce titre, il reste un animal puissant et dangereux, capable de blesser ses manipulateurs (vétérinaires ou soigneurs) en les mordant ou les griffant.

Pour éviter cela, une immobilisation de l'animal dans une cage de contention adaptée doit être réalisée. Plusieurs solutions s'offrent alors aux manipulateurs [76] :

- Soit l'animal est habitué dès son plus jeune âge à entrer dans la cage ; apprentissage qui semble plus facile à réaliser dans les cirques par exemple ; et dans ce cas, la contention ne pose aucun problème.

- Soit l'animal n'est pas du tout habitué (notamment s'il a été adopté à l'âge adulte et s'il n'est pas familiarisé avec ce type de cage), dans ce cas, le plus simple est de placer la cage de contention à l'entrée de celle où vit l'animal en l'attirant à l'intérieur ou en plaçant la cage sur le passage de l'enclos de jour et l'abri de nuit. Il faut alors souvent ruser pour que l'animal accepte de rentrer dans ce milieu clos inhabituel.

Il est possible, si l'animal adulte n'a pas été habitué tout jeune à ce type de contention, d'utiliser une méthode dite de « training ». Le but est un apprentissage en douceur et progressif en attirant l'animal à l'intérieur de la cage, en le récompensant une fois à l'intérieur et en lui laissant la possibilité de fuir à tout moment s'il en ressent le besoin. Cela permet d'obtenir une contention rapide, sans stress pour l'animal et répétable si des soins réguliers sont à réaliser.

D'autres méthodes consistent à pousser de force l'animal dans la cage en le chassant avec un jet d'eau par exemple. Ce type de méthode est à éviter expressément car il est traumatisant et très stressant pour l'animal. De plus, ces méthodes ne présagent rien de bon lorsqu'il s'agira de les répéter [76].

Quant aux cages de contention, elles doivent bien évidemment être fiables, pour éviter la fuite de l'animal ou la destruction de la cage. Le plus souvent, on utilise une cage appelée « sabot de capture » (idée développée par le Professeur NOUVEL, ancien directeur du parc zoologique de Paris). Il s'agit d'une cage parallélépipédique, démontable, dont 5 faces sont constituées de barreaux de fer de 2 cm de diamètre, espacés de 7,5 cm et d'un plancher métallique. Cette cage est constituée d'une porte coulissante pouvant être bloquée. À l'intérieur de la cage, une grille amovible maintenue par des chaînes permet de plaquer l'animal contre les parois de la cage et donc de pratiquer plus facilement des injections ou de poser une perfusion sur un animal préalablement tranquilisé. Il arrive aussi de trouver des cages de contention avec 5 faces pleines et 1 avec des barreaux, ce qui permet de diminuer le stress de l'animal lors de transport par exemple [28, 76].

2. Contention chimique

Parfois, l'anesthésie de l'animal est incontournable, par exemple pour un examen clinique approfondi ou pour un examen complémentaire tel qu'une radiographie.

Cette anesthésie peut se réaliser à distance : elle est alors réalisée par télé-injection à l'aide :

- d'un projecteur hypodermique à air comprimé, d'une portée de 50 mètres [69],



Figure 33: Projecteur hypodermique à air comprimé
http://www.telinject.fr/pages/fiche_tech_1v31nlp2dk.html

- d'un pistolet hypodermique à air comprimé, d'une portée maximale de 25 mètres,

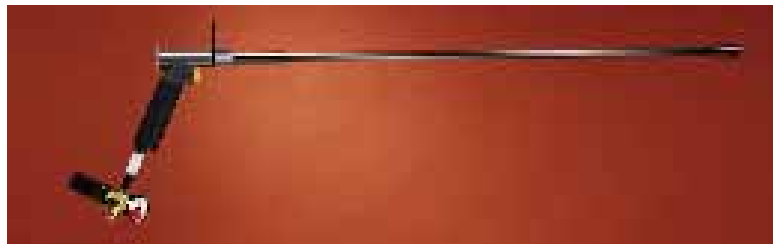


Figure 34 : Pistolet hypodermique à air comprimé
http://www.telinject.fr/pages/fiche_tech_1_v31_npl.html

- d'une sarbacane ou de fléchettes-seringue pour les plus doués, si l'animal se trouve à une distance respectable mais ne dépassant pas 10 mètres et si le volume d'anesthésique à injecter ne dépasse pas 5 mL.



Figure 35 : Sarbacane (embouts)
http://www.telinject.fr/pages/telinject_sarbacane.html

- Sinon, il est tout à fait possible de le faire à l'aiguille montée sur une seringue simple quand l'animal est contenu correctement dans une cage (*cf* ci-dessus), l'injection se fait alors dans la cuisse.

Ce matériel est également utilisable pour vacciner, injecter des antibiotiques ou des vermifuges sans avoir besoin de les capturer.

Lors de l'utilisation de ce matériel, il est important d'essayer au maximum de respecter des zones de tir. La cuisse est à privilégier car c'est une région constituée de masses musculaires bien développées et bien irriguées, idéale pour une injection intramusculaire. De plus, c'est une zone éloignée des zones les plus sensibles comme la tête, ce qui minimise le risque de blessures graves. L'épaule est la deuxième zone pouvant être visée, mais à ne choisir qu'en seconde intention [17].

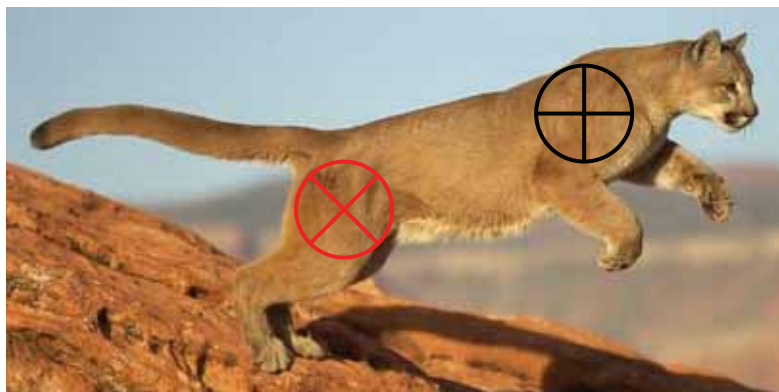


Figure 36 : la cible rouge présente le lieu préférable pour l'injection, la cible noire, la deuxième zone d'injection possible.

<http://www.oceanlight.com/spotlight.php?img=12362>

Bien évidemment, il est préférable que ce soit une personne expérimentée qui réalise le tir de façon à éviter des tirs répétés pouvant stresser et exciter l'animal. Enfin, la personne préparant les doses d'anesthésique devra estimer au mieux le poids de l'animal et devra choisir le meilleur produit de façon à éviter de répéter des injections, ce qui d'une part occasionne un stress pour l'animal et d'autre part peut mener à un surdosage. Par la suite, il faudra surveiller l'animal jusqu'à son réveil total [59] .

3. Anesthésie

a) Préparation préanesthésique

Quel que soit l'animal à anesthésier, il faut prendre en compte son état clinique général et son état physiologique (femelle gestante, jeune animal...). Évidemment, il est très difficile d'ausculter un puma, on se contentera donc d'observer l'animal à distance, de voir s'il est abattu, amaigri. Il est important de demander au personnel qui côtoie l'animal tous les jours si l'animal mange et boit correctement, si ses selles sont normales [59]...

Si l'état de l'animal le permet, l'anesthésie est à prévoir 24 h à l'avance. En effet, l'animal doit être mis à jeun, au minimum 24 h avant l'intervention, et l'eau doit lui être retirée au minimum 12 h avant, de cette façon, on évite au maximum les vomissements ou les régurgitations pouvant être à l'origine de fausses déglutitions et par la suite de problèmes respiratoires (type bronchopneumonie) [17].

Tout le matériel nécessaire à une bonne anesthésie doit être à portée de la main. Dès que l'animal sera endormi, il est important d'assurer une voie veineuse et d'intuber l'animal pour assurer une voie respiratoire de façon à oxygéner l'animal et maintenir une anesthésie gazeuse si l'intervention dure. Il faut donc préparer à l'avance un cathéter adapté, une perfusion, des sondes trachéales de plusieurs tailles dont l'étanchéité a été vérifiée [72]...

Il faut par ailleurs choisir correctement les molécules à utiliser en fonction de l'effet que l'on veut obtenir et de l'état général de l'animal, les sous parties suivantes vont présenter les principales molécules utilisées ainsi que leurs indications et contre-indications principales. Par la suite, un tableau résumera les protocoles les plus utilisés pour l'anesthésie du Puma avec les noms déposés des molécules, les posologies utilisées ainsi que leur voie d'administration [72].

b) Tranquillisation/Préanesthésie

Une pré-anesthésie est très souvent pratiquée de façon à tranquilliser l'animal, surtout si l'animal est stressé. Le but n'est pas de l'anesthésier ou d'avoir un effet antalgique, il est juste de tranquilliser l'animal et de faire en sorte que le déroulement de l'anesthésie soit la plus agréable pour tous (tant pour les manipulateurs que pour l'animal). Parfois, cette tranquillisation suffit si l'examen à réaliser est bref et peu douloureux (prise de sang, injection intraveineuse, traitement antiparasitaire...) [47].

Comme pour les félins domestiques, on utilise couramment les phénothiazines, notamment l'Acépromazine. Cette molécule provoque une dépression du SNC (Système nerveux central), une relaxation musculaire et une diminution de l'activité motrice [31]. On l'utilise comme tranquilisant pour les animaux très anxieux en prémédication d'une immobilisation chimique [56].

Les avantages de cette molécule sont ses effets tranquilisants et anxiolytiques d'une part mais aussi ses effets antiémétiques [15, 31, 54] anti-arythmiques et antihistaminiques [15] d'autre part. Elle potentialise également l'effet des autres anesthésiques, ce qui permet de réduire les doses d'anesthésiques utilisés et donc les effets secondaires qui les accompagnent. Cependant, elle entraîne une vasodilatation (et donc une hypotension) [15, 31, 56, 76] une dépression respiratoire [15] et des perturbations des mécanismes thermorégulateurs à l'origine d'hypothermie et parfois d'hyperthermie [72]. Elle est donc contre-indiquée chez les individus présentant une hypotension, une détresse respiratoire ou si la température extérieure est très basse ou au contraire très élevée [56]. Il n'existe pas d'antagoniste connu à ce jour [56] et son utilisation prolonge donc la phase de réveil. Les phénothiazines sont plus ou moins abandonnées aujourd'hui au profit des α_2 -agonistes dont l'index thérapeutique est plus élevé et les effets secondaires moins importants [76].

Ainsi, les α_2 -agonistes, telle que la Xylazine, peuvent être utilisés en tranquillisation mais dans la majorité des cas, ils sont utilisés en tant que pré-anesthésiques. En effet, chez les animaux calmes, la Xylazine seule produit une immobilisation correcte et courte [15, 56] mais chez les animaux excités ou stressés (ce qui est le cas le plus fréquent pour les félins sauvages non habitués à se faire manipuler par les Hommes), un relargage de Noradrénaline surpassera l'action de la Xylazine ce qui ne permettra pas l'immobilisation [56]. De plus, son élimination est rapide, l'animal sédaté peut se réveiller très rapidement s'il est trop stimulé et ses réactions de défense resteront intactes [15, 31, 56, 76], ce qui peut être extrêmement dangereux.

C'est donc bien en tant que pré-anesthésique que la Xylazine sera utilisée, ce qui permettra entre autres de diminuer la dose d'anesthésique nécessaire [56] puisque cette molécule potentialise les autres familles et certains de leur effets indésirables [56, 76]. Il s'agit d'un puissant dépresseur du SNC aux propriétés sédatives, myorelaxantes et analgésiques. Elle est à la fois dose et temps dépendante, ainsi, plus la dose utilisée est importante, plus les effets sédatifs et analgésiques sont profonds.

À faible dose, les effets secondaires sont limités. L'inconvénient majeur est le fait que cette molécule agit sur la sphère digestive en renforçant le tonus du sphincter pylorique et en ralentissant le péristaltisme gastro-intestinal augmentant les risques de vomissements (surtout en début d'induction). Elle peut entraîner un peu de ptyalisme et d'hypothermie [56, 76] (voir hyperthermie parfois). À plus forte dose, les effets secondaires sont plus marqués : dépression cardiorespiratoire, diminution du nombre d'hématies circulantes (diminution de l'hématocrite) [15], bradycardie, blocs atrio-ventriculaires (nécessitant parfois l'utilisation d'atropine), hypotension, choc, hyperglycémie et avortement par stimulation du muscle utérin [56, 72, 76]. Tous ces effets la contre-indiquent pour les animaux présentant une pathologie respiratoire ou cardiaque, une hypotension, un problème digestif (tel qu'une dilatation et/ou torsion de l'estomac) et chez les femelles gestantes. Par ailleurs la molécule est métabolisée

par le foie et éliminée par les reins, donc inutilisable chez des animaux insuffisants hépatiques ou rénaux.

Un avantage certain de cette molécule est qu'elle possède des antagonistes dont la Yohimbine qui peut être tachycardisante et hypertensive, et l'Atipamézole, permettant un réveil calme et rapide.

D'autres α_2 -agonistes entrent dans les protocoles anesthésiques les plus utilisés pour le puma. Il s'agit de la Médétomidine et de la Détoomidine. Ces deux molécules présentent des actions comparables à la Xylazine, mais sont plus puissantes (la plus puissante de toutes étant la Médétomidine). Elles agissent plus rapidement, les effets sédatifs et analgésiques durent plus longtemps et les effets secondaires sont identiques (un peu plus marqués avec la Médétomidine) [56, 76]. Par contre, du fait de leur puissance, seul l'Atipamézol est utilisé comme antagoniste et à des doses un peu plus élevées.

Une fois réalisée la pré-anesthésie, il est nécessaire d'associer les molécules utilisées avec d'autres de façon à anesthésier véritablement l'animal et obtenir une contention fiable, c'est l'induction.

c) Induction

Pour induire l'animal, plusieurs molécules sont utilisables, le plus souvent associées avec les molécules pré-anesthésiques vues précédemment.

La Kétamine est l'une des deux molécules les plus utilisées. Il s'agit d'un dissociatif dérivé de la Phencyclidine [31, 56], elle déprime de façon sélective les axes néo-cortico-thalamiques et le noyau central du thalamus tout en stimulant des zones du système limbique (l'hippocampe) [56]. Un avantage certain de cette molécule est qu'elle conserve les réflexes pharyngés ou laryngés, ce qui minimise le risque de bronchopneumonie par fausse déglutition mais n'aide pas à l'intubation [31]. À l'exception des viscères, cette molécule est un bon analgésique. Sa durée d'action est comprise entre 45 et 120 minutes [31], cette valeur pouvant être modifiée selon l'espèce et la posologie employées. Le réveil peut être très long chez les félidés, jusqu'à 24 h post anesthésie.

La molécule est métabolisée par le foie et excrétée par les reins, ce qui retarde encore le réveil si l'animal présente une insuffisance rénale. Les effets secondaires restent très nombreux : injection douloureuse en intra-musculaire [72, 76], convulsions [15, 31, 56], catatonie et hyperthermie, apnée [31, 56] ou encore ptyalisme. Tous ces effets peuvent être atténués par l'association avec un α_2 -agoniste, qui permet de diminuer la dose de Kétamine utilisée.

La seconde molécule qui est utilisée est la Tilétamine-Zolazépam (molécule contre-indiquée chez le tigre chez lequel elle peut être mortelle), association d'une Cyclohexamine et d'une Benzodiazépine ce qui permet d'associer les avantages de chacune de ces molécules tout en minimisant leurs effets secondaires (les effets convulsivants et les tremblements musculaires entraînés par la Tilétamine seule sont neutralisés par le Zolazépam)[31]. Cette association entraîne une anesthésie dissociative comparable à la Kétamine mais en 3-4 fois plus puissante, l'effet est obtenu plus rapidement et dure plus longtemps.

Ces deux molécules associées présentent de nombreux avantages, l'induction se fait calmement, on obtient une bonne myorelaxation, une analgésie somatique, sans provoquer de dépression respiratoire, ni de problèmes cardiovasculaires et les réflexes de déglutition sont préservés.

Cependant les effets secondaires restent aussi très nombreux : hypertension, augmentation du rythme cardiaque, rigidité musculaire, vomissements, vocalises, apnée, cyanose. De plus, il n'existe aucun antagoniste pour la Tilétamine ; le Flumazénil antagonise le Zolazépam mais qu'après la métabolisation de la Tilétamine. L'excrétion se fait par le rein.

Si les manipulations à réaliser viennent à durer, un relais gazeux doit être envisagé. L'anesthésique gazeux de choix est un liquide volatil fluoré, l'Isoflurane, dissociatif.

L'avantage de ce gaz est qu'il permet une induction et un réveil rapides et calmes ; il est très peu toxique [76]. De plus, il est possible de faire varier le degré de profondeur de la narcose tout en gardant une sécurité pour la voie respiratoire.

Il peut entraîner des convulsions chez certains animaux, il est dépressif cardiorespiratoire (hypotension, vasodilatation, arythmies), il peut provoquer une dépression respiratoire (bradypnée, apnée, hypoventilation, acidose), il est aussi hépatotoxique à long terme. Il n'en reste pas moins le moins toxique des gaz anesthésiques mais le plus cher (ce qui limite son utilisation).

Pour le puma et tous félidés jusqu'à 150 kg, on utilisera un circuit fermé, ré-inhalatoire et circulaire.

Si l'anesthésie dure, il est indispensable de lubrifier la cornée avec un gel ophtalmique pour éviter toute dessiccation. Il faut également limiter la luminosité qui arrive directement sur les yeux .

À partir de toutes les molécules pré-anesthésiques et anesthésiques présentées, des protocoles ont été mis en place , ceux-ci sont résumés dans le tableau de la page suivante avec les noms déposés, les posologies et les voies d'administration utilisées.

d) Surveillance

Anesthésier un animal n'est pas un acte anodin, les molécules utilisées peuvent provoquer des effets secondaires comme nous l'avons vu précédemment. Afin de pallier au plus vite les problèmes anesthésiques, il est important de suivre en continu les paramètres cliniques de l'animal. Pour cela il est possible d'utiliser des *monitorings* automatiques ou bien suivre manuellement ces paramètres. Les plus importants à surveiller sont :

- la fréquence cardiaque et/ou le pouls périphérique obtenus par auscultation et palpation du vaisseau périphérique. Elle est comprise entre 55 et 65 battements par minute chez le puma.

- la fréquence respiratoire, évaluée en observant les mouvements des muscles intercostaux ou en auscultant l'animal ou encore en mettant sa main devant ses narines. Celle-ci est comprise entre 18 et 22 battements par minutes chez le puma. Il est important aussi d'observer la respiration qui doit être profonde, régulière, sans effort et silencieuse [15, 56].

- la température corporelle relevée à l'aide d'un thermomètre placé dans le rectum. Elle est comprise entre 38 et 39°C à l'état normal chez le puma. Il se peut cependant que cette température diminue ou augmente au cours de l'intervention (comme nous avons pu le voir). Il semble judicieux de s'inquiéter et de réagir lorsque la température passe au-dessous de 35°C, dans ce cas l'utilisation de bouillottes peut pallier le problème, ou lorsque la température dépasse 41°C, dans ce cas la température de la pièce doit être diminuée et l'animal correctement ventilé.

- la couleur des muqueuses doit être rose et le temps de recoloration capillaire doit être de 1,5 à 2 secondes ; une modification de ses paramètres montre un problème circulatoire.

L'utilisation d'un monitoring automatique permet d'accéder à d'autres paramètres comme l'oxymétrie de pouls, l'électrocardiographie (ECG), la mesure de la pression artérielle ou la capnographie...

e) Réveil

Pour que le réveil de l'animal se passe dans les meilleures conditions, il est nécessaire de se placer dans un lieu calme, à l'écart de ses congénères car les réactions au réveil peuvent être surprenantes : l'animal peut être agressif et risque d'attaquer les autres félins ou les Hommes. Ceci est en particulier vrai avec l'utilisation de Kétamine avec laquelle l'animal voit trouble et a des hallucinations [17]. Il est cependant nécessaire de le surveiller jusqu'à son réveil complet afin de pouvoir intervenir au plus vite en cas de problème.

Utilisation	Famille	Molécules	Noms déposés	Posologie (mg/kg)	Voie
Tranquillisation (peu utilisée à cette fin)	Phénothiazique	Acépromazine	Vétranquil ND Calmivet ND	0,5 à 3 (maximum)	IM, IV Effet en 20min Durée 6-13h
Pré-anesthésique				0,05 à 0,1	IM, IV
<i>Protocole anesthésique n°1</i>					
Pré-anesthésique	α 2-agoniste	Xylazine	RompunND PaxmanND	1,0 à 2,0	IM
Anesthésique (induction)	dissociatif	Kétamine	Imalgène ND(500 ou 1000) Clorkétam ND1000 Kétamine Virbac ND(500 ou 1000)	4, à 8,0	IM Effet en 5min Durée 45 à 120 min Réveil en 24h
Antagoniste	α 2-antagonistes	Yohimbine	Antagonil ND, Aphrodyne ND, Yobine ND	0,3	IV
Protocole anesthésique n°2					
Préanesthésique	α 2-agoniste	Médétomidine	Domitor 1mg/mL Zalopine 10mg/mL	0,038-0,065	IM
anesthésique (induction)	dissociatif	Kétamine	Idem ci-dessus	2,0-2,4	IM
antagoniste	α 2-antagonistes	Atipamézol	Antisédan 5 mg/mL	0,19-0,325	½ IV et ½ SC
Protocole anesthésique n°3					
Pré-anesthésique	α 2-agoniste	Détomidine	Domosedan 10mg/mL	0,08	IM
Anesthésique (induction)	dissociatif	Kétamine	Idem ci-dessus	5	IM
Antagoniste	α 2-antagonistes	Atipamézol	Idem ci-dessus	0,32-0,48	½ IV et ½ SC
Protocole anesthésique n°4					
Anesthésie	dissociatif	Tilétilamine/zolazépam	Tétilazol Zolétil 20, 50 ou 100	7	IM
Relais gazeux					
Anesthésiques volatils	Volatils fluorés	Isoflurane	Forene	2-4%	Intubation endotrachéale

Tableau 4 : Protocoles anesthésiques utilisés chez le puma

CHAPITRE III

Radiographie et radioprotection

Matériel utilisé et qualité du travail

I. Matériel

Nous avons dû utiliser un appareil de radiographie portable sans prévisualisation (scopie) appartenant au service de Pathologie équine de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse. Nous remercions encore une fois ce service sans lequel aucun cliché n'aurait pu être pris. Nous avons tout de même pu utiliser des cassettes numériques qui présentent l'avantage de ne pas avoir à développer les films radiographiques et permettent de visualiser directement les clichés sur ordinateur, ce qui permet ensuite de pouvoir intervenir sur le contraste et la luminosité des clichés.

II. Principe général

Sans entrer dans les détails, nous allons présenter ici le principe général de la radiographie [4].

Les rayons X sont des rayonnements électromagnétiques qui passent en partie les objets sans être altérés, contrairement à la lumière qui est absorbée ou réfléchiée par les objets. Ainsi, les rayons X sont capables (grâce à une énergie suffisante) de traverser des corps opaques à la lumière et donc les organismes vivants. Selon l'énergie des rayons X, l'épaisseur des objets radiographiés, leurs compositions physiques et chimiques, les rayons X sont plus ou moins atténués :

- soit les rayons traversent sans être affectés : ce sont les plages noires de la radiographie
- soit les rayons sont arrêtés et selon la proportion de rayons arrêtés on obtient les différents niveaux de gris. Les niveaux de gris correspondent donc à une somme d'atténuations élémentaires engendrées par les corps successivement traversés. Les objets apparaissent donc superposés les uns sur les autres sans pouvoir dire quel objet est disposé au-dessus (le schéma suivant l'explique).

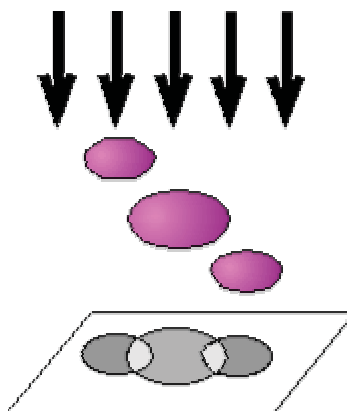


Figure 37 : Illustration des superpositions sur le cliché radiographique
Morris P.J., Chemical immobilization of Felids, Ursids, and small Ungulates

- soit les rayons sont déviés et donnent ce que l'on appelle les « rayons diffusés » à l'origine d'un voile uniforme sur l'image radiographique ainsi qu'un noircissement et une baisse de contraste de celle-ci. Leur quantité augmente lorsque l'énergie des rayons X augmente ou lorsque l'épaisseur ou la taille du champ irradié augmente.

Ces différences d'atténuation sont liées à la densité des objets et leurs atomes constituants. Ainsi, 5 catégories de structures sont discernées à la radiographie. On distingue :

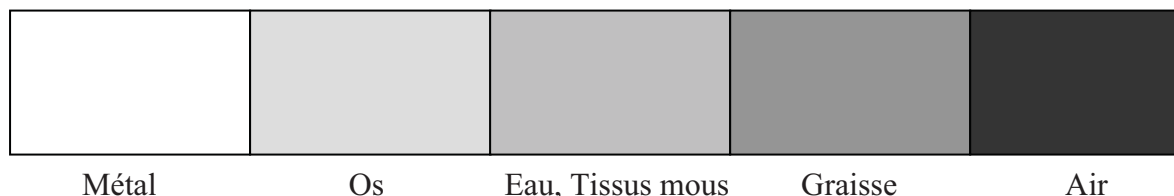


Figure 38 : Couleurs apparaissant sur le cliché radiographique en fonction de la densité de l'élément radiographié.

Begon D., Stambouli F., cours d'imagerie médicale vétérinaire de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Maison-Alfort

L'image radiographique est donc formée par différences d'atténuations du faisceau de rayons X dans les milieux traversés.

III. Radioprotection [4, 17]

Comme nous l'avons vu ci-dessus, lors du passage des rayons X dans la matière, un rayonnement secondaire est émis ; il s'agit des rayons diffusés. Comme leur nom l'indique, ces rayons diffusent dans toutes les directions et conditionnent la plupart des mesures de radioprotection associées à l'utilisation des rayons X. Ces rayons ne sont pas à négliger et peuvent avoir des effets néfastes sur les organismes humains, il est donc indispensable et obligatoire de respecter quelques petites règles simples qui assurent la sécurité des manipulateurs et des animaux.

Le but est d'assurer et maintenir une dose reçue qui soit minimale, cela obéit au principe As Low As Reasonably Achievable (ALARA). Voici les principales règles à respecter afin de se protéger et protéger les personnes :

- Une personne compétente en radioprotection doit obligatoirement être présente lors de l'utilisation de l'appareil, elle est responsable des sources de rayons X.
- Les appareils utilisés doivent obéir à des normes françaises relatives à la construction des générateurs (NFC 74-100) et à leur installation (NFC 15-160 et NFC 15-161). La salle de radiographie elle-même doit suivre des normes de construction spécifique et d'affichage pour la prévention.
- L'accès à la salle radiographique doit être interdite aux individus non majeurs ainsi qu'aux femmes enceintes. Le nombre de manipulateurs doit être réduit au strict minimum de façon à éviter que quelqu'un reçoive des rayons inutilement. Ainsi, l'utilisation d'objet de contention (sac de sable, doggy relax...) ou même de moyens de contention chimique (tranquillité, anesthésie générale ...) est à préconiser si elle permet de limiter les temps d'exposition et le nombre de personnes en salle de radiographie.
- Le nombre restreint de personnes restant pour radiographier l'animal doit obligatoirement porter les vêtements de protection adéquats, à savoir un tablier plombé d'une épaisseur minimale de 0,5mm n plomb, des gants, un protège thyroïde et des lunettes de protection. Les

personnes ne manipulant pas, doivent se protéger derrière une cloison transparente plombée ou sortir de la salle.

- Les manipulateurs doivent veiller à ne pas être exposés directement à la source primaire des rayons X. Pour cela, un diaphragme permet de délimiter une zone de rayonnement dans laquelle il est strictement interdit de s'exposer sans protection totale. Par ailleurs, les manipulateurs doivent se tenir le plus loin possible de cette zone, car plus on s'éloigne de la zone de rayonnement primaire et plus les rayonnements secondaires s'atténuent.

- Il est important de réaliser un minimum de clichés et de minimiser le temps d'exposition.

- Afin de surveiller l'exposition des personnes utilisant régulièrement l'appareil radiographique, il est nécessaire que les manipulateurs portent sur eux un dispositif dosifilm qui détecte les rayons X. Un contrôle régulier est ensuite effectué.

Voilà exposées quelques règles minimales de protection face aux rayons X, tous les détails des normes, des réglementations et des codes (du travail et de la santé publique) à respecter sont disponibles pour tous sur le site de l'INRS.

IV. Qualité radiographique [4, 9]

Pour pouvoir interpréter correctement un cliché radiographique, il est indispensable que la radiographie soit de bonne qualité. Pour cela, plusieurs paramètres sont à respecter, nous nous concentrerons ici sur des radiographies du squelette. Afin de favoriser une qualité optimale, il est possible de jouer sur les constantes de l'appareil radiographique à savoir la tension (kV) qui correspond à l'énergie de rayonnement, mA, s) ainsi que par l'ajout de matériel spécifique (grille anti-diffusante, écran renforçateur...).

L'analyse de la qualité de l'image radiographique est composée de 4 parties : la luminosité (ou noircissement ou densité), le contraste, la finesse et le bruit (cette dernière composante est peu prise en compte car les radiographies sont souvent très peu bruitées). Par contre la densité et le contraste doivent être corrects.

- La **densité** correspond à la capacité du corps à atténuer le faisceau de rayons, les objets opaques apparaissent alors blancs. Pour l'os qui contraste naturellement (contraste de blanc et de gris), la qualité est plus aisée à voir que pour les tissus mous (contraste de gris). Ainsi l'os doit apparaître blanc et bien délimité par les tissus mous qui apparaissent en gris, le reste de la radiographie (partie extérieure) doit apparaître en noir.

Si l'appareil n'est pas correctement réglé, le cliché peut apparaître trop noir (on parle alors de surexposition aux rayons X) ou au contraire trop blanc (on parle de sous-exposition aux rayons X). Lorsque la radiographie est trop claire, l'augmentation des paramètres d'exposition (mA, kV, ms) entraîne un noircissement du film et inversement.

- Le **contraste** correspond à la différence de noircissement entre 2 zones du film. Ainsi, un film bien contrasté est noir et blanc tandis qu'un film peu contrasté possède une gamme de gris. Il est important de juger de la densité avant de regarder le contraste car par exemple, une radiographie surexposée présente un contraste atténué. Un contraste faible (radiographies qui apparaissent pâles) peut être dû à l'utilisation d'une tension (kV) trop forte, ou la présence d'un rayonnement diffusé trop important (kV trop élevé, sujet trop épais, taille du champ trop importante), ou encore à l'absence d'utilisation de grilles anti-diffusantes... C'est donc essentiellement en jouant sur les kV que nous pourrions modifier le contraste.

- La **finesse** (opposé du flou) dépend de la taille du foyer qui, si elle est trop importante, entraîne une pénombre aux bords des objets et un flou géométrique ; du couple écran renforçateur-film qui entraîne un flou d'écran ; de la mobilité de l'animal au moment de l'exposition. Ces trois éléments sont à maîtriser pour éviter tous les flous. Remarquons que lorsqu'un puma est radiographié, une anesthésie est mise en place, limitant ainsi tout mouvement de l'animal.

Au final, la façon d'utiliser l'appareil de radiographie et de le régler est capitale pour obtenir des clichés de bonne qualité. Le réglage n'est cependant pas très facile à réaliser, il reste un compromis entre les meilleures constantes à utiliser et les effets néfastes qu'elles peuvent avoir. Ainsi, plus l'épaisseur de la zone à radiographier est épaisse, plus il faudra augmenter le kilovoltage pour que le rayonnement traverse l'objet en entier et atteigne le film ; mais augmenter les kilovoltages augmente la quantité de rayons diffusés (effet Compton) ce qui est d'une part nocif pour les manipulateurs. Pour diminuer cet effet Compton et les problèmes d'image floue, il faut utiliser une source de rayons X bien focalisée à l'aide d'un diaphragme, diminuer au maximum le kilovoltage au profit d'un temps d'exposition (s) et un milli ampère plus élevé (ces deux paramètres fonctionnent ensemble, ainsi si l'animal est anesthésié, le temps de pose peut être augmenté plus que le milli ampère), ce qui influence le noircissement de la radiographie. Le schéma ci-après montre quels effets ont les variations des kilovoltages et des milliampères-secondes sur l'image radiographique.

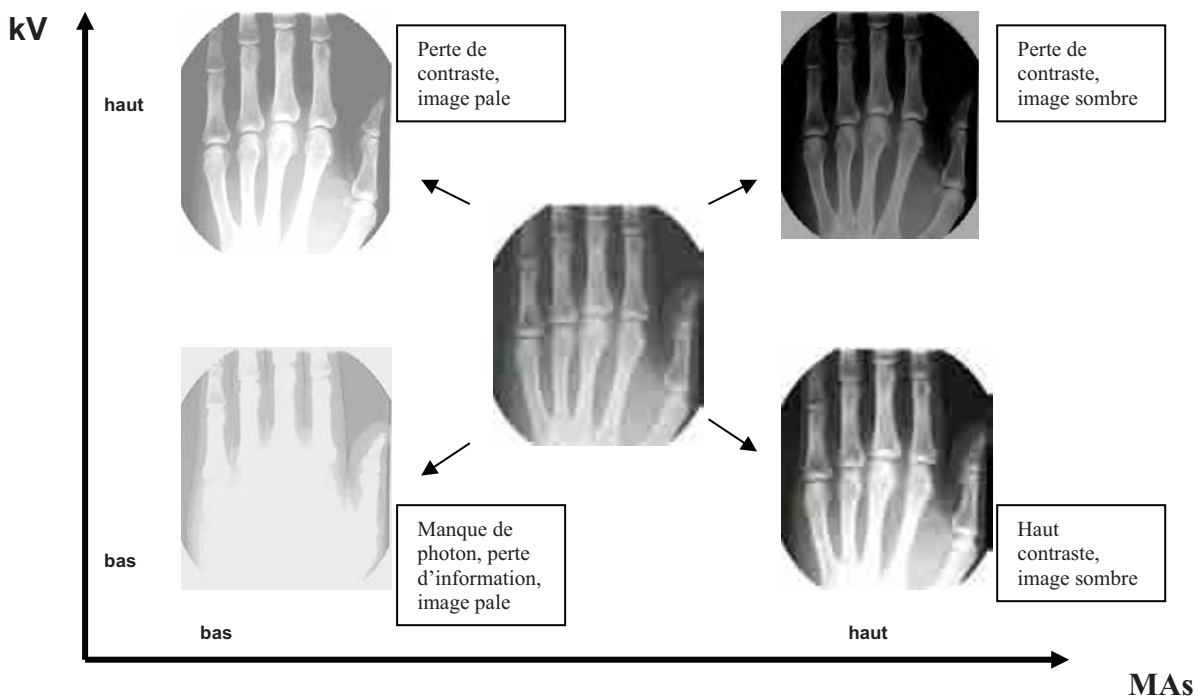


Figure 39 : influence du kilovoltage et des milliampères-seconde sur la qualité radiographique

Begon D., Stambouli F., cours d'imagerie médicale vétérinaire de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Maison-Alfort

Pour les radiographies de squelette, notre désir est d'obtenir un bon contraste entre l'os et les tissus mous avoisinants mais aussi à l'intérieur de l'os pour visualiser la trame osseuse. Pour les parties osseuses fines (extrémités des membres, crâne), nous utilisons une tension baissée au minimum, pas de grille et un couple écran-film fin. Pour les épaisseurs nécessitant l'utilisation de grilles, l'appareil est souvent réglé sur la pleine puissance et les écrans utilisés sont fins si le temps de pose peut être augmenté (par exemple lors d'anesthésie).

Il est important de respecter quelques règles afin que la qualité du cliché soit la meilleure possible [4, 9, 17]. Ainsi :

- L'animal doit être positionné bien perpendiculairement au rayonnement ainsi qu'à l'écran ;
- l'objet doit être le plus près possible de l'écran, le plus loin possible de la source (pour éviter toutes déformations ou agrandissement pouvant biaiser l'interprétation des radiographies) et la zone à radiographier doit être la plus centrée possible ;
- pour les zones les plus épaisses à radiographier (> 10cm) il est nécessaire d'utiliser une grille anti-diffusante pour améliorer la définition de l'image surtout si un écran lent ou intermédiaire est utilisé obligeant à avoir un temps de pose plus long ;
- il est important de toujours réaliser deux incidences orthogonales par zones à radiographier voir même plus pour éviter toute interprétation erronée par la superposition d'organes par exemple ou des images construites (par exemple, des ostéophytes pourront se voir très bien en incidence de profil et passer inaperçus en incidence de face) ;
- il est important d'orienter correctement ses clichés avec des marqueurs Droit et Gauche pour connaître quel profil a été effectué ou pour distinguer les deux côtés sur une radiographie de face ;
- par ailleurs, chaque examen radiographique est composé de projection bien codifiée afin de pouvoir comparer les clichés à une radiographie de référence, il est important pour une bonne interprétation de bien positionner l'animal.

CHAPITRE IV

Préparation du squelette

Une fois toutes les manipulations effectuées sur le cadavre de notre puma (radiographies, photographies, prises d'empreintes), celui-ci a été préparé afin que son squelette soit exploitable d'une part pour la réalisation de l'atlas et d'autre part pour qu'il puisse être remis au Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse.

Le but du traitement des os est d'obtenir des os qui soit au maximum dégraissés et qui apparaissent complètement blancs. Pour cela, une méthode bien précise est mise en place et a déjà été effectuée pour tous les atlas ostéologiques entrepris à l'école.

Dans un premier temps, le cadavre est éviscéré, dépouillé, décharné au maximum. Les membres et la tête sont séparés du reste des corps. À partir de cette étape et au cours des suivantes, il est indispensable de séparer chaque membre 1 à 1 en l'identifiant correctement de façon à ne pas mélanger les ossements ; en effet les petits os sont parfois très difficiles à latéraliser surtout en ce qui concerne les os des extrémités.

Une fois les os séparés en « bloc », ils sont placés dans des filets afin de ne pas les mélanger, et le tout est placé dans une cuve remplie d'eau mélangée à des « bactéries industrielles ». Ces bactéries permettent la destruction de toute matière qui n'est pas de constitution osseuse. Afin de multiplier leur activité, l'eau est réchauffée. Remarquons que ces bactéries ne sont pas des bactéries pathogènes, ce qui a pour avantage de limiter la prolifération de bactéries pathogènes présentes sur la dépouille. La dépouille de notre puma est ainsi restée trois mois dans cette cuve, période pendant laquelle le mélange a été brassé et renouvelé régulièrement. Il arrive que de la papaïne soit ajoutée au mélange pour aider à la digestion des protéines et des graisses, mais ce produit est onéreux et ne peut être utilisé à chaque lavage, d'autant moins que l'animal est plus gros.

Dans un second temps, les os sont extraits de la cuve et pour ceux présentant toujours des tissus résiduels, ces derniers sont solubilisés par passage dans de l'eau à ébullition. Les os sont ensuite légèrement décapés en les frottant un à un avec une éponge imbibée de nettoyant industriel, puis abondamment rincés.

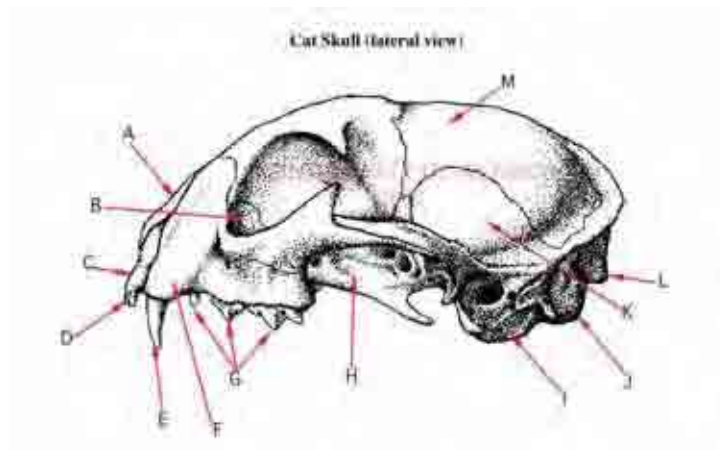
Une fois la carcasse bien propre, les os peuvent être blanchis. Pour cela, les os sont plongés pendant 48 h dans un bain d'eau additionnée d'eau oxygénée à 130 volumes. Les os sont ensuite longuement rincés et séchés.

Par la suite, les os sont frottés avec une brosse rotative en nylon montée sur un petit moteur afin d'enlever les petits dépôts blanchâtres qui s'étaient déposés dans les creux des reliefs des os. Il a été nécessaire aussi de retraiter quelques os en les plongeant dans un solvant (chlorure de méthylène) car certains étaient encore un peu gras (surtout les vertèbres caudales) ce qui nous empêchait de les coller.

Les os sont alors prêts pour reconstituer le squelette, ce qui demande beaucoup de patience et de rigueur ; il s'agit d'un véritable puzzle dont les pièces ne s'emboîtent pas toujours exactement. Pour les photographies, les os ont été assemblés à l'aide de colle thermique au pistolet, ce qui est réversible et permet de pouvoir désassembler et assembler à volonté : la colle peut se voir sur certaines photographies.

PARTIE 4

ANATOMIE OSTÉOLOGIQUE ET RADIOGRAPHIQUE DU PUMA



<http://www.biology.ualberta.ca/courses.hp/zoo.225/labeled%20drawings/labeledcatskulllateral.jpg>

Pour entrer dans le cœur du sujet, à savoir l'anatomie ostéologique et radiographique du puma, nous allons étudier cet animal de la tête au bout de la queue partie par partie (le crâne, la colonne vertébrale, les côtes et le sternum, le membre thoracique puis le membre pelvien). Pour chaque partie, nous insisterons sur l'anatomie ostéologique qui sera expliquée textuellement, illustrée ensuite par des figures légendées au maximum et nous aborderons l'anatomie radiographique tout en sachant, au vu des problèmes rencontrés lors de la réalisation des clichés radiographiques, que de nombreux clichés ne sont pas parfaits et ne peuvent être considérés comme des références. Nous critiquerons donc au fur et à mesure les radiographies proposées en donnant les critères de qualité d'un cliché de référence et en expliquant la façon de positionner l'animal pour réaliser de bonnes radiographies.

CHAPITRE I

Squelette axial

Squelette céphalique

I. Ostéologie

La tête est une partie du corps complexe, elle est constituée de nombreux os unis entre eux, d'une mandibule et de l'appareil hyoïdien . Elle est constituée, d'une part, par le crâne qui contient l'encéphale, situé caudalement, là où se fait la jonction avec la colonne vertébrale et d'autre part, par les os de la face, qui forment le nez et la bouche, dans la région rostrale. La jonction de ces deux régions concourt à la formation des orbites et des parties nasales profondes [44].

Le puma présente un crâne adapté à son régime carnivore et à la chasse. Cependant, les crânes de félinés se différencient assez bien par la taille de la boîte crânienne qui dépend des dimensions du corps et est proportionnellement plus importante dans les espèces les plus petites, par la forme générale, qui dépend de la denture de l'animal, ou encore par la musculature qui accentue plus ou moins les reliefs osseux [40] Le crâne du puma est relativement proche de celui du chat, leur formule dentaire est identique [66] :

I 3/3 C1/1 PM 3/2 M 1/1 = 30

Cependant la tête du puma est un petit peu plus allongée, ses orbites sont un peu moins grandes et plus larges au niveau des arcs zygomatiques que chez le chat. Ces différences sont bien plus marquées chez les grands félins comme le tigre [17].

Le crâne est donc constitué d'un ensemble complexe d'os. Nous allons commencer par étudier les os du crâne et de la face, la mandibule et l'appareil hyoïdien puis nous verrons les différents foramens de la tête.

1) Crâne et face

Le crâne contient l'encéphale. Le plus caudal de ses os est l'**os occipital**. Il s'agit d'un os impair de forme triangulaire qui ferme caudalement la cavité crânienne. Il s'articule avec l'atlas par ses deux condyles divergents, ce qui forme l'articulation atlanto-occipitale qui autorise surtout des mouvements de flexion/extension.

Entre ces deux condyles, se situe le *foramen magnum*, trou par lequel sort la moelle épinière.

Latéralement à chacun de ces condyles, on trouve les processus paracondylaires, forts reliefs osseux servant d'insertion caudale aux muscles digastriques, muscles abaisseurs de la mandibule qui s'insèrent rostralement à la mandibule.

Dorsalement, la protubérance occipitale externe représente un fort relief impair palpable sur l'animal vivant.

Les crêtes nuchales partent latéralement de chaque côté de la protubérance occipitale externe. La protubérance occipitale externe, la crête occipitale externe et les crêtes nuchales sont portées par l'écaille occipitale.

À l'extrémité ventrale de chaque crête nuchale, on retrouve un relief appartenant à l'os temporal ; le processus mastoïde de l'os temporal, extrémité des crêtes mastoïdiennes. Ces deux processus servent d'insertion pour les muscles de l'encolure.

Un peu au-dessous se trouve le processus jugulaire assez peu marqué et surplombé par une fosse condylaire dorsale bien visible.

Dorsalement aux processus mastoïdes de l'os temporal, procédant rostralement de la protubérance occipitale externe, dans le plan médial, se trouve la crête sagittale externe.

Latéralement, de chaque côté de cette crête, se trouvent les fosses temporales, zones d'insertion des muscles du même nom .

Enfin, ventralement, dans le plan médian, se trouve la partie basilaire de l'os occipital, impaire, elle affronte les os temporaux et sphénoïde [7, 17, 25, 49, 63].

Soudé à l'os occipital, l'**os temporal** est quant à lui pair et complexe. Il forme la partie ventro-latérale de la cavité crânienne. Il est également articulé ventralement à l'os sphénoïde et dorsolatéralement à l'os pariétal par une suture marquée.

Il présente trois reliefs nets :

- ventralement, la bulle tympanique et dorsalement, le méat acoustique externe. Les bulles tympaniques sont arrondies, lisses et présentent chacune un orifice, le pore acoustique externe. L'oreille interne est logée dans la partie pétreuse de l'os temporal (aussi appelée « rocher »). Le rocher est visible à l'intérieur du crâne, il est mobile par rapport au reste de l'os temporal.

- rostralement, le processus zygomatique de l'os temporal qui rejoint le processus temporal de l'os zygomatique , les deux formant l'arcade zygomatique. Celle-ci est latérale à l'orbite, palpable, elle sert d'insertion au muscle masséter.

- ventralement et caudalement au processus zygomatique de l'os temporal, la surface articulaire pour le condyle de la mandibule. L'articulation temporo-mandibulaire est dotée d'un ménisque. Elle permet des mouvements strictement orthaux (verticaux). En arrière de cette articulation, on trouve un petit relief en bec, le processus rétro-mandibulaire qui empêche le recul de la mandibule [7, 17, 63].

Les fosses temporales sont relativement vastes et comprennent la partie squameuse de l'os temporal et une partie de l'**os pariétal**. Ce dernier est pair, lisse et plutôt bombé vers l'extérieur. Il limite latéralement et dorsalement la cavité crânienne. Il forme une grande partie de la fosse temporale et se termine dorsalement en une crête sagittale externe peu élevée mais tranchante. Outre son articulation avec l'os temporal, il s'articule aussi caudalement avec l'os occipital et rostralement avec l'os frontal [7, 17, 63].

L'**os frontal** est aussi un os pair, de forme losangique un peu convexe qui se présente sur la partie dorsale de la tête. Les deux os frontaux se rejoignent sur la ligne médiale.

Frontalement, il est formé d'une écaille recouvrant la cavité crânienne.

Rostralement, il permet de terminer la région dorsale du nez et se situe entre l'os nasal et l'os maxillaire [7, 17, 63].

Il forme une partie de l'orbite médiale et caudale et forme le processus zygomatique de l'os frontal dirigé vers l'arrière qui répond au processus frontal de l'os zygomatique. Ces deux processus ne se rejoignent pas mais sont liés par un fort ligament orbitaire. Ce ligament s'ossifie avec l'âge.

L'**os sphénoïde** est placé sur le plancher de la cavité crânienne, il est pair et très complexe. Il est constitué de deux parties, une partie caudale (basisphénoïde) où l'on note la présence d'un processus ptérygoïde (petit crochet) et une partie rostrale (présphénoïde), qui se fusionnent tardivement à l'âge adulte. Chez l'adulte, l'os sphénoïde ne forme plus qu'un os situé sur le plan médian et comprend alors une partie ventrale appelée le corps et de deux paires d'ailes qui s'étendent dorsalement dans la région orbitaire et forment les parois rostro-latérales de la cavité crânienne. Les ailes présentent de nombreux foramens (ci-après).

À la face dorsale du corps de l'os sphénoïde se trouve la fosse hypophysaire qui reçoit l'hypophyse [7, 17, 63].

Enfin, l'**os ethmoïde** forme le squelette olfactif. C'est une pièce impaire orientée verticalement et transversalement qui est creusée par deux fosses ethmoïdiennes, elles-mêmes criblées par de très nombreux orifices qui laissent passer les filets olfactifs, la lame criblée ; les volutes ethmoïdiennes sont des lames osseuses très minces enroulées et tapissées par la muqueuse nasale (visible sur la vue frontale de la tête). La plus volumineuse des volutes de l'ethmoïde porte aussi le nom de cornet nasal moyen [7, 17, 49, 63].

Parmi les os de la face, tous pairs, on distingue les os superficiels et les os profonds. Parmi les os profonds, les **cornets nasaux** sont des formations osseuses fines étroitement liées à l'ethmoïde. Ils augmentent l'étendue de la surface nasale et permettent à la muqueuse qui les recouvre de réchauffer et d'humidifier l'air inspiré. Le cornet nasal ventral procède du maxillaire et le cornet nasal dorsal procède de l'os frontal [17, 63].

La cavité nasale qui occupe le massif facial est divisée en deux parties symétriques par le septum nasal qui s'appuie ventralement sur le **vomer** qui n'est pas visible sur la face ventrale, mais cet os s'étend de l'os sphénoïde aux incisives supérieures [7, 17, 63].

L'**os palatin** est situé plus en avant sur la face ventrale, cet os forme la partie la plus caudale du palais dur, après les processus palatins du maxillaire, et sert d'attache au palais mou. Sa lame perpendiculaire contribue à la formation de la crête ptérygopalatine [17, 63].

L'**os ptérygoïde** n'est qu'une mince lame osseuse reliée aux os palatins et sphénoïdes pour former un petit crochet, la crête [17, 63].

Parmi les os les plus superficiels, on compte l'**os incisif** qui porte les incisives supérieures. Il s'articule au maxillaire et forme la partie la plus rostrale du palais dur. Ventralement, on peut voir le processus palatin, assez mince qui se termine avec la fissure palatine. Sur la vue frontale, c'est le processus nasal qui est visible. Le corps de l'os incisif est assez court chez les félins [17, 63].

Plus latéralement, le **maxillaire** porte toutes les dents supérieures sauf les incisives et prolonge donc l'os incisif.

Il présente un foramen infra-orbitaire, foramen d'émergence du nerf du même nom, juste sous l'orbite.

La canine présente par ailleurs un relief alvéolaire plus marqué, la bosse canine.

Ventralement, le maxillaire présente un fort processus palatin qui s'affronte ventralement à celui du côté opposé pour former une grande partie du palais dur en région rostrale [17, 49, 63].

L'**os nasal** est plus simple. Les deux os nasaux s'affrontent par une suture plane autorisant une grande mobilité entre eux (mouvements de glissement).

L'os nasal forme le plafond des cavités nasales, il est terminé par un processus rostral [17, 63].

L'**os lacrymal** est interposé entre les os frontal, maxillaire, zygomatique et sphénoïde. Il se situe autour de l'origine des voies lacrymales, à l'intérieur de l'orbite. Il présente une fosse, celle du sac lacrymal juste en avant, médialement à l'orbite [17, 63].

Enfin, l'**os zygomatique** est plus plat, il s'articule avec le maxillaire et les os lacrymal et temporal. Il forme une grande partie de la région latérale de l'orbite, il est à l'origine de l'arc zygomatique en région rostrale en se soudant au processus zygomatique de l'os temporal. Il présente un processus frontal qui donne la forme de l'orbite sans la fermer [17, 63].

Tous ces os s'articulent entre eux pour former le crâne. Les figures qui suivent illustrent ces rapports.

2) Mandibule [7, 17, 63, 66]

La mandibule est un os pair. Chaque mandibule est unie à celle du côté opposé par la synchondrose intermandibulaire et forme la mâchoire inférieure. Avec l'os hyoïde, la mandibule est le seul os mobile de la tête. Elle est unie à l'os temporal par l'articulation temporo-mandibulaire.

Elle est formée par le corps et la branche.

Le corps présente une partie labiale, brève et épaisse, marquée par les alvéoles dentaires des incisives et des canines. Cette partie labiale possède deux faces, une linguale et une labiale et est prolongée par la partie molaire plus fine et longue. La partie molaire est marquée par les alvéoles dentaires des prémolaires et de la carnassière. Elle présente aussi une face linguale et une buccale, lisses. Sur son bord ventral, le corps est marqué par une petite dépression, l'incisure vasculaire où passe l'artère faciale. Entre les canines et les prémolaires s'étend une zone sans dent appelée bord interalvéolaire ou diastème.

La branche est plus courte et est reliée au corps au niveau de l'angle mandibulaire. Sa face latérale est déprimée par la fosse massétérique, lieu où s'insère le puissant muscle masséter. Sa face médiale est déprimée par la fosse ptérygoïdienne assez peu marquée, lieu d'insertion du muscle ptérygoïde médial. La branche présente par ailleurs de nombreux processus en région caudale.

Le plus important d'entre eux est le processus condyloïde qui forme l'articulation temporo-mandibulaire. Ce processus comporte une tête portée par un col, qui dépasse plus médialement que latéralement et qui possède du côté médial une fossette rugueuse pour l'insertion du muscle ptérygoïdien latéral.

Le processus coronoïde oblique et orienté vers l'arrière est également très important car c'est sur lui que s'insère le muscle temporal, très développé chez les félins.

3) Appareil hyoïdien [7, 63]

L'appareil hyoïdien est un ensemble de pièces osseuses et fibro-cartilagineuses qui soutiennent la langue et le larynx. Il s'étend du processus mastoïde jusqu'au cartilage thyroïde du larynx. Il est appendu à la base du crâne entre les branches de la mandibule.

L'appareil hyoïdien est formé par un très court cartilage tympano-hyoïdien qui s'articule avec le processus mastoïde et une série de petits os qui s'articulent entre eux : stylohyoïdien, épihyoïdien, cératohyoïdien, basihyoïdien et thyrohyoïdien (avec ses 2 cornes latérales qui s'articulent avec le cartilage thyroïde du larynx). Tous ces petits os sont pairs excepté le basihyoïdien qui réunit les éléments des deux côtés dans la racine de la langue.

4) Foramens [7, 17, 63]

La tête présente de très nombreux trous ou foramens, qui permettent de laisser passer des fibres nerveuses, des artères et/ou des veines. Nous allons les étudier de façon systématique en fonction de la face que l'on observe. Seuls les foramens visibles seront indiqués sur les photographies du crâne.

Sur la face ventrale, dans l'os occipital, on trouve un petit foramen placé rostralement à chaque condyle, il s'agit du **canal du nerf hypoglosse**, moteur de la langue.

Entre le bord caudal de la bulle tympanique et l'os occipital se trouve le **foramen jugulaire** d'où sortent le nerf accessoire, le nerf vague et le nerf glosso-pharyngien.

Au centre d'un triangle formé par la bulle tympanique, le processus mastoïde de l'os temporal et le processus paracondyloïde de l'os occipital, on trouve le **foramen stylo-mastoïdien** par lequel sort le nerf facial.

Rostro-médialement à la bulle tympanique, un foramen semblant glisser sous la bulle permet le passage de l'artère carotide interne qui irrigue l'encéphale, il s'agit du **foramen carotidien**. Médialement à la surface articulaire mandibulaire, le **foramen ovale** laisse sortir le nerf mandibulaire, branche ventrale du nerf trijumeau.

Enfin, rostralement au foramen jugulaire, perçant l'os sphénoïde, le **foramen alaire caudal** par lequel l'artère maxillaire entre dans le canal alaire.

Sur la face latérale, dans l'aile de l'os sphénoïde, on observe trois foramens. Le plus ventral est en réalité formé par deux foramens ayant une courte partie commune, il s'agit du **foramen alaire rostral** qui marque l'ouverture rostrale du canal alaire et laisse sortir l'artère maxillaire et le **foramen rond**, trou de sortie du nerf maxillaire, branche du nerf trijumeau. L'orifice qui est juste rostro-dorsal est la **fissure orbitaire** par où sort le nerf ophtalmique, branche du nerf trijumeau, le nerf oculomoteur, le nerf trochléaire et le nerf abducteur. Le dernier foramen qui est encore plus rostro-dorsal est le **canal optique** qui laisse sortir le nerf optique.

Rostralement sous l'arcade zygomatique, en regardant la fosse ptérygo-palatine, on observe un grand **foramen maxillaire** qui reçoit le nerf maxillaire échappé du **foramen infra-orbitaire** et qui devient le nerf infra-orbitaire. Ventralement, on retrouve deux orifices, le **foramen sphéno-palatin**, le plus caudal qui communique avec la cavité nasale, et le **foramen palatin caudal**, plus ventral, qui se déplace à l'extrémité caudale du canal palatin.

En ce qui concerne la mandibule, le bord ventral du corps est marqué par l'**incisure vasculaire**, lieu de passage de l'artère faciale. Crânialement et latéralement au corps, plusieurs **foramens mentonniers** sont présents. Sur la branche, en face médiale, le **foramen mandibulaire** est le point de pénétration du nerf alvéolaire mandibulaire. Ce foramen se prolonge par le canal mandibulaire qui s'ouvre par les foramens mentonniers.

La tête osseuse du puma mesure environ 18 cm de longueur pour 12,5 cm de largeur. Ces dimensions correspondent à un peu moins de deux fois celles de la tête d'un chat et un peu moins de la moitié de celles de la tête d'un tigre.



figure 43 : Crâne du puma, aspect dorsal. (original)



Figure 44 : Mandibule du puma, aspect occlusal. (original)

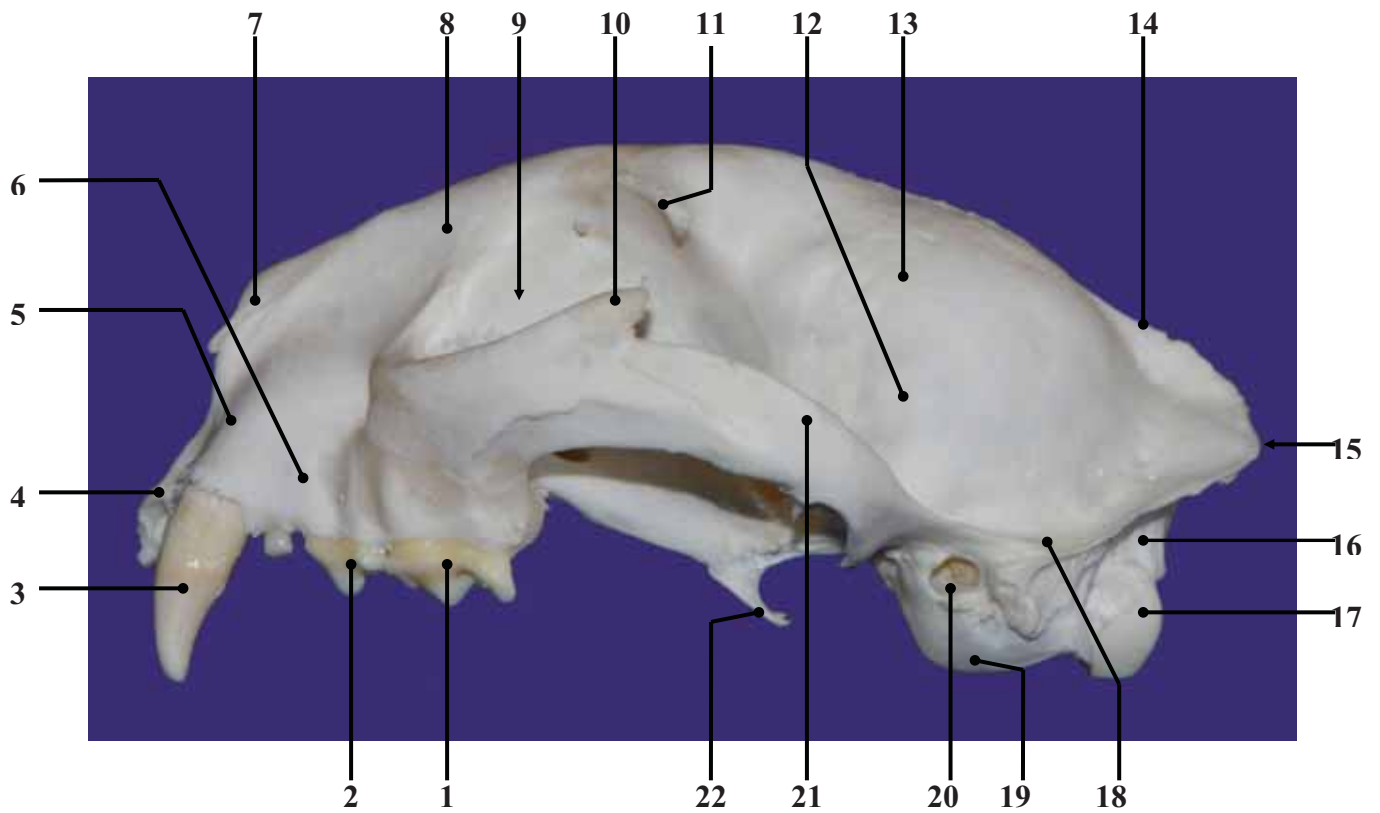


Figure 45 : Aspect latéral gauche du crâne. (original)

- | | |
|--|---|
| 1 : Carnassière | 12 : Partie squameuse de l'os temporal |
| 2 : Prémolaire | 13 : Os pariétal |
| 3 : Canine | 14 : Crête sagittale externe |
| 4 : Alvéole d'une incisive | 15 : Protubérance occipitale externe |
| 5 : Os incisif | 16 : Os occipital |
| 6 : Maxillaire | 17 : Condyle occipital |
| 7 : Os nasal | 18 : Processus mastoïde de l'os temporal |
| 8 : Os frontal | 19 : Bulle tympanique |
| 9 : Orbite | 20 : Pore acoustique externe |
| 10 : Processus frontal de l'os zygomatique | 21 : Processus zygomatique de l'os temporal |
| 11 : Processus zygomatique de l'os frontal | 22 : Processus ptérygoïde |

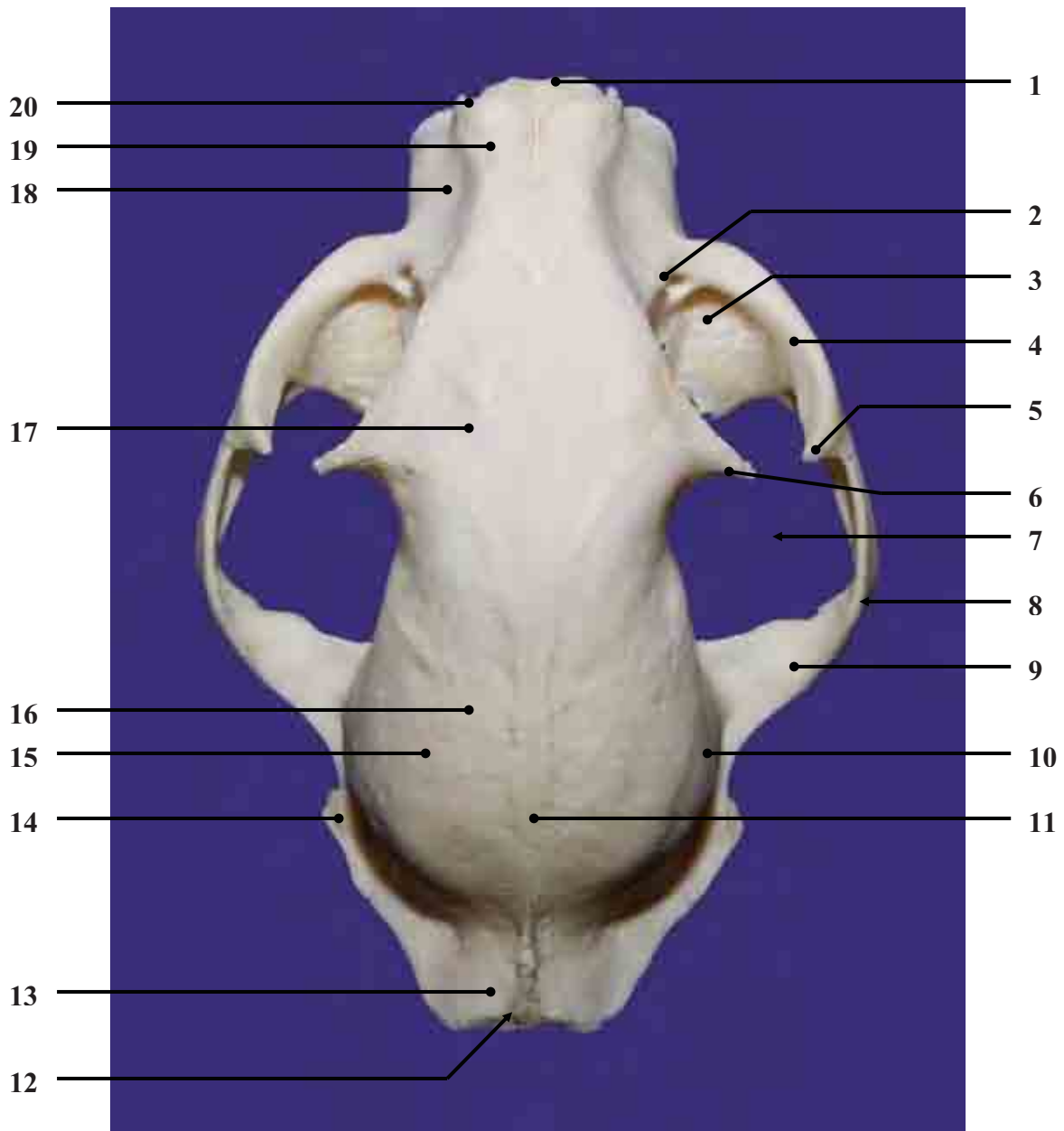


Figure 46 : Aspect dorsal du crâne. (original)

- | | |
|--|--|
| 1 : Os nasal | 11 : Crête sagittale externe |
| 2 : Fosse du sac lacrymal | 12 : Protubérance occipitale externe |
| 3 : Os lacrymal | 13 : Os occipital |
| 4 : Os zygomatique | 14 : Processus mastoïde de l'os temporal |
| 5 : Processus frontal de l'os zygomatique | 15 : Os pariétal |
| 6 : Processus zygomatique de l'os frontal | 16 : Fosse temporale |
| 7 : Orbite | 17 : Os frontal |
| 8 : Arcade zygomatique | 18 : Fosse canine du maxillaire |
| 9 : Processus zygomatique de l'os temporal | 19 : Os nasal |
| 10 : Partie squameuse de l'os temporal | 20 : Processus nasal de l'os incisif |

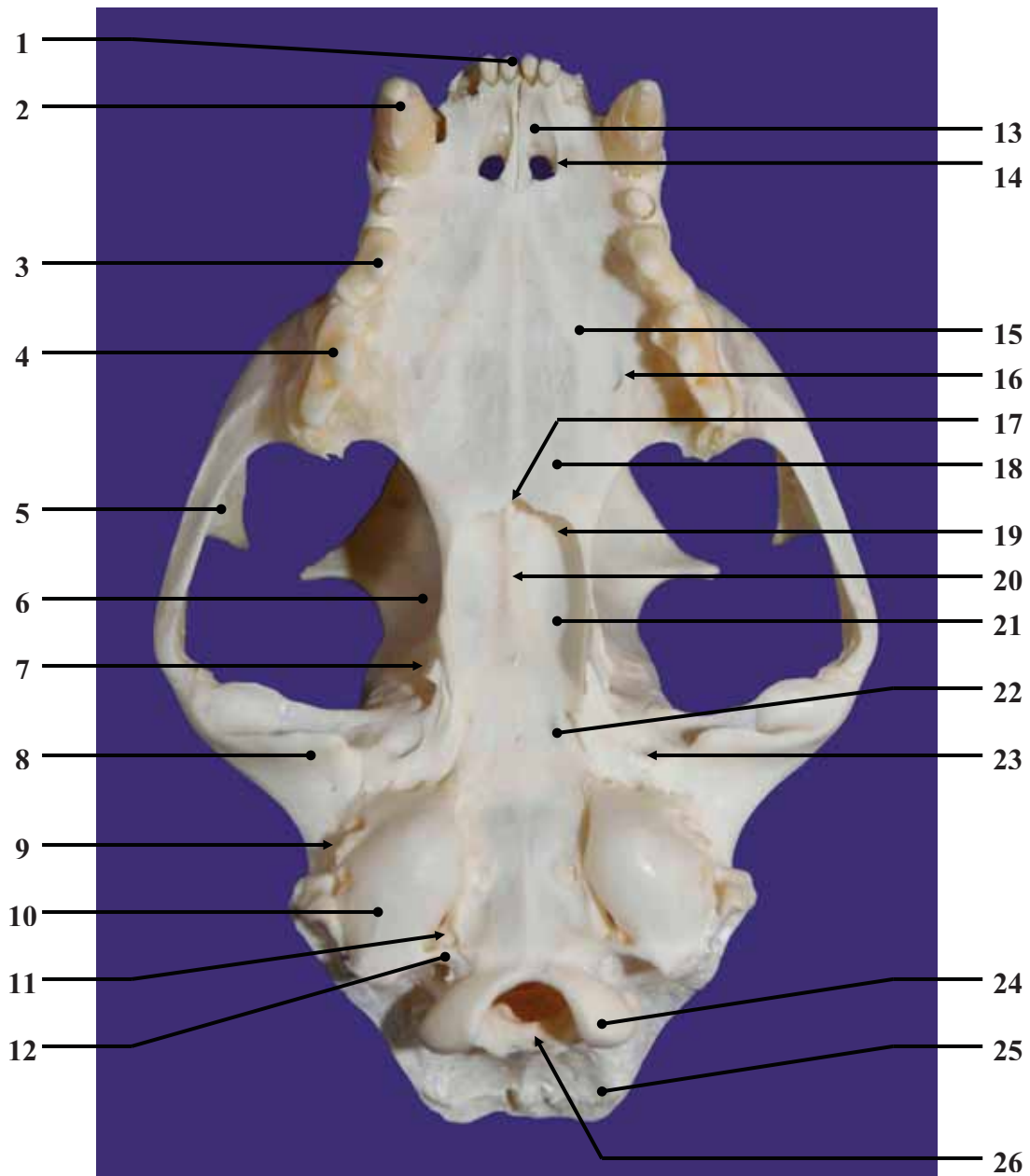


Figure 47 : Aspect basal du crâne. (original)

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1 : Incisive médiale | 14 : Fissure palatine |
| 2 : Canine | 15 : Processus palatin du maxillaire |
| 3 : Prémolaire | 16 : Foramen grand palatin |
| 4 : Carnassière | 17 : Épine nasale caudale |
| 5 : Os zygomatique | 18 : Os palatin |
| 6 : Os frontal | 19 : Choane gauche |
| 7 : Processus ptérygoïde | 20 : Vomer |
| 8 : Os temporal | 21 : Os présphénoïde |
| 9 : Pore acoustique externe | 22 : Os basisphénoïde |
| 10 : Bulle tympanique | 23 : Trou rond |
| 11 : Trou jugulaire | 24 : Condyle occipital |
| 12 : Processus jugulaire | 25 : Os occipital |
| 13 : Processus palatin de l'os incisif | 26 : <i>Foramen magnum</i> |

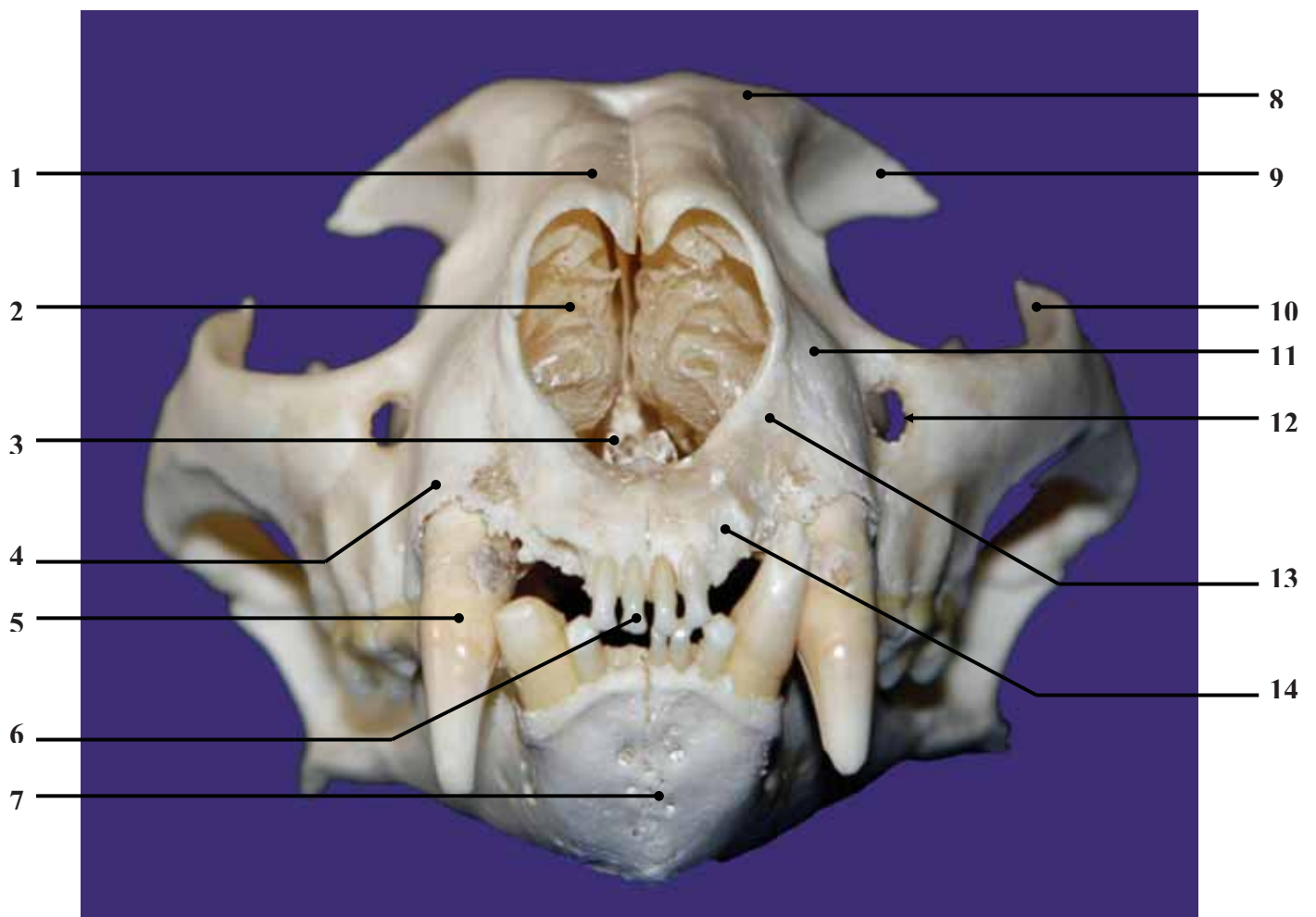


Figure 48 : Aspect frontal du crâne. (original)

- | | |
|---------------------------|--|
| 1 : Os nasal | 8 : Os frontal |
| 2 : Volutes de l'ethmoïde | 9 : Processus zygomatique de l'os frontal |
| 3 : Vomer | 10 : Processus frontal de l'os zygomatique |
| 4 : Bosse canine | 11 : Maxillaire |
| 5 : Canine | 12 : Foramen infraorbitaire |
| 6 : Incisive médiale | 13 : Processus insisif de l'os nasal |
| 7 : Mandibule | 14 : Corps de l'os incisif |

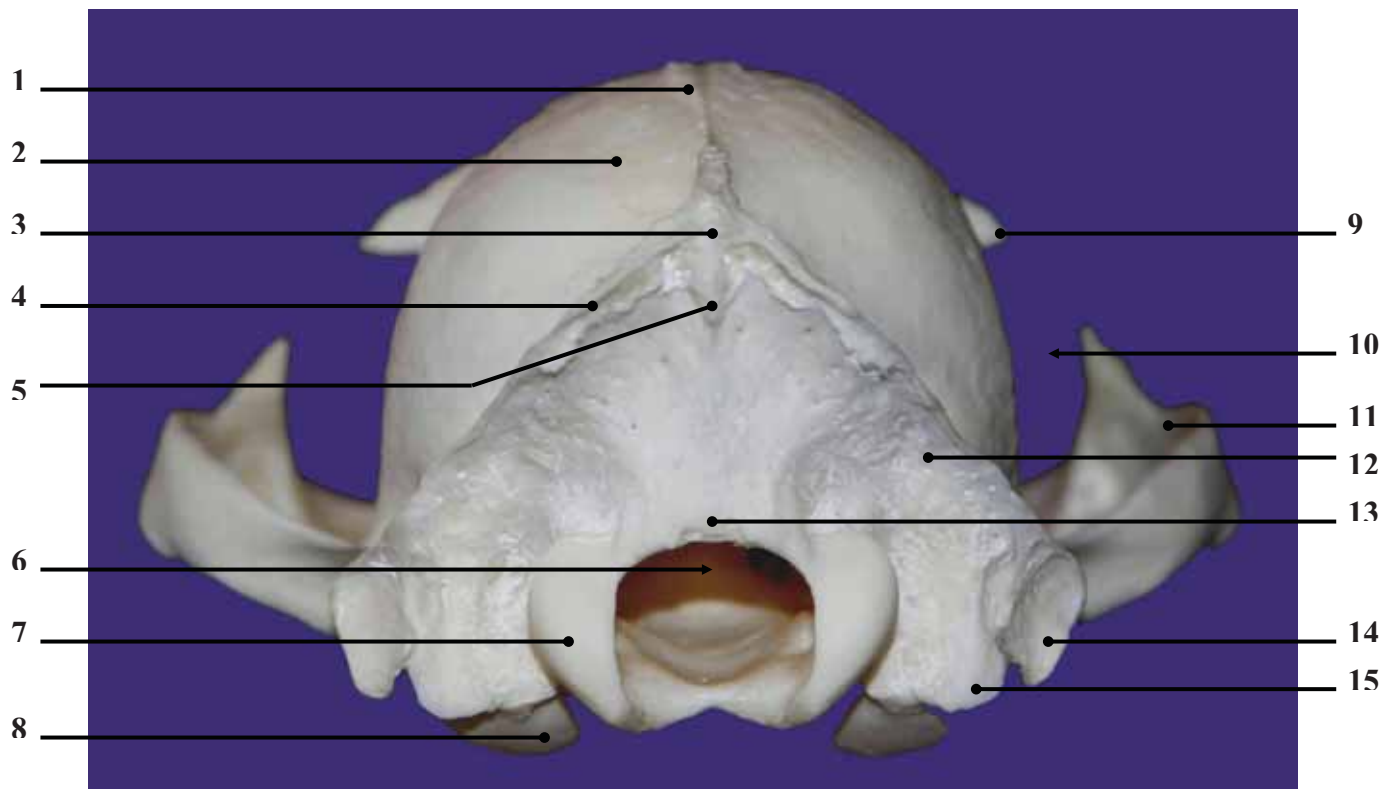


Figure 49 : Aspect nuchal du crâne. (original)

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1 : Crête sagittale externe | 9 : Processus zygomatique de l'os frontal |
| 2 : Fosses temporales | 10 : Orbite |
| 3 : Protubérance occipitale externe | 11 : Arc zygomatique |
| 4 : Crête nuchale | 12 : Partie latérale de l'os occipital |
| 5 : Crête occipitale externe | 13 : Tubercule nuchal |
| 6 : <i>Foramen Magnum</i> | 14 : Processus jugulaire |
| 7 : Condyle occipital | 15 : Crête mastoïdienne |
| 8 : Bulle tympanique | |

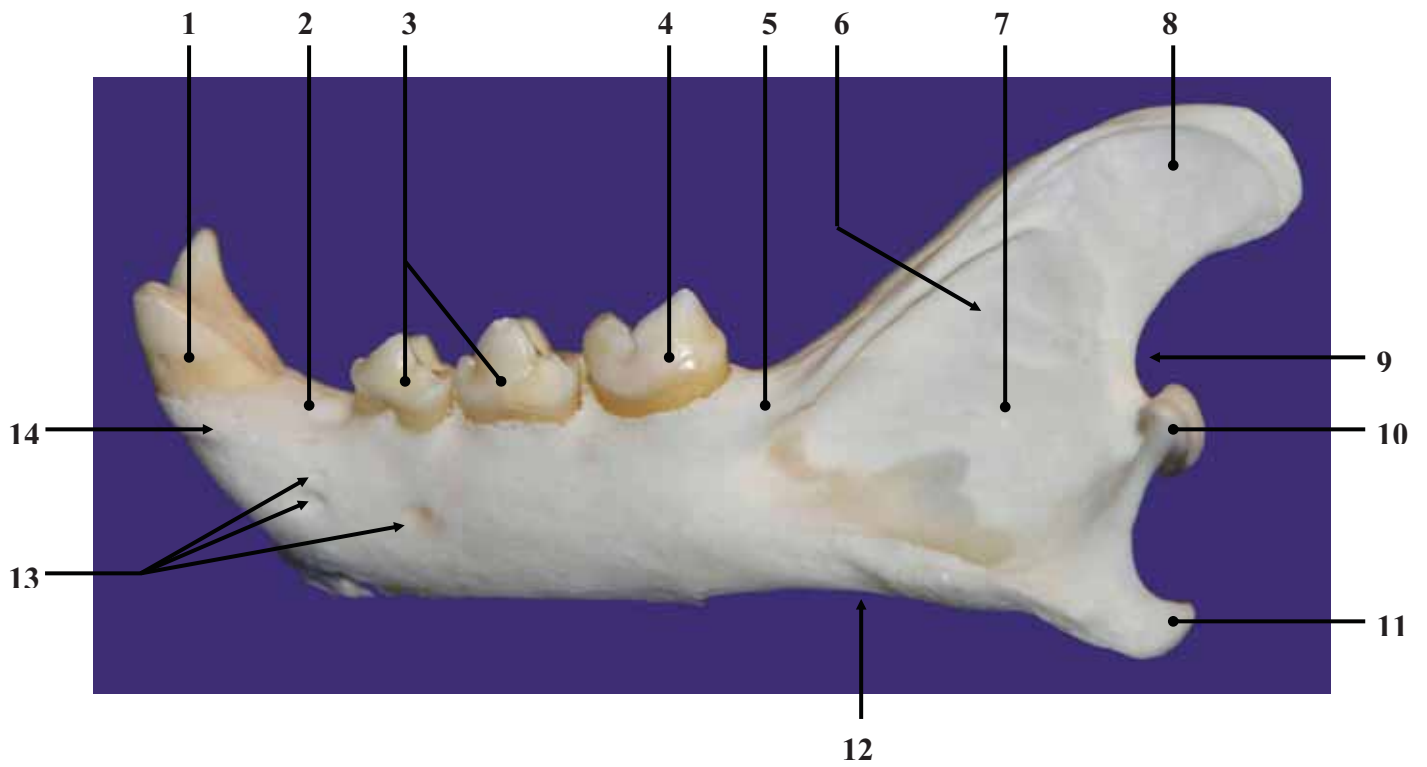


Figure 50 : Aspect latéral gauche de la mandibule. (original)

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 : Canine | 8 : Processus coronoïde |
| 2 : Diastème | 9 : Échancrure mandibulaire |
| 3 : Prémolaires | 10 : Processus condyloire |
| 4 : Carnassière (M ₁) | 11 : Processus angulaire |
| 5 : Partie molaire du corps | 12 : Incisure des vaisseaux faciaux |
| 6 : Branche mandibulaire | 13 : Foramens mentonniers |
| 7 : Fosse massétérique | 14 : Partie labiale du corps |

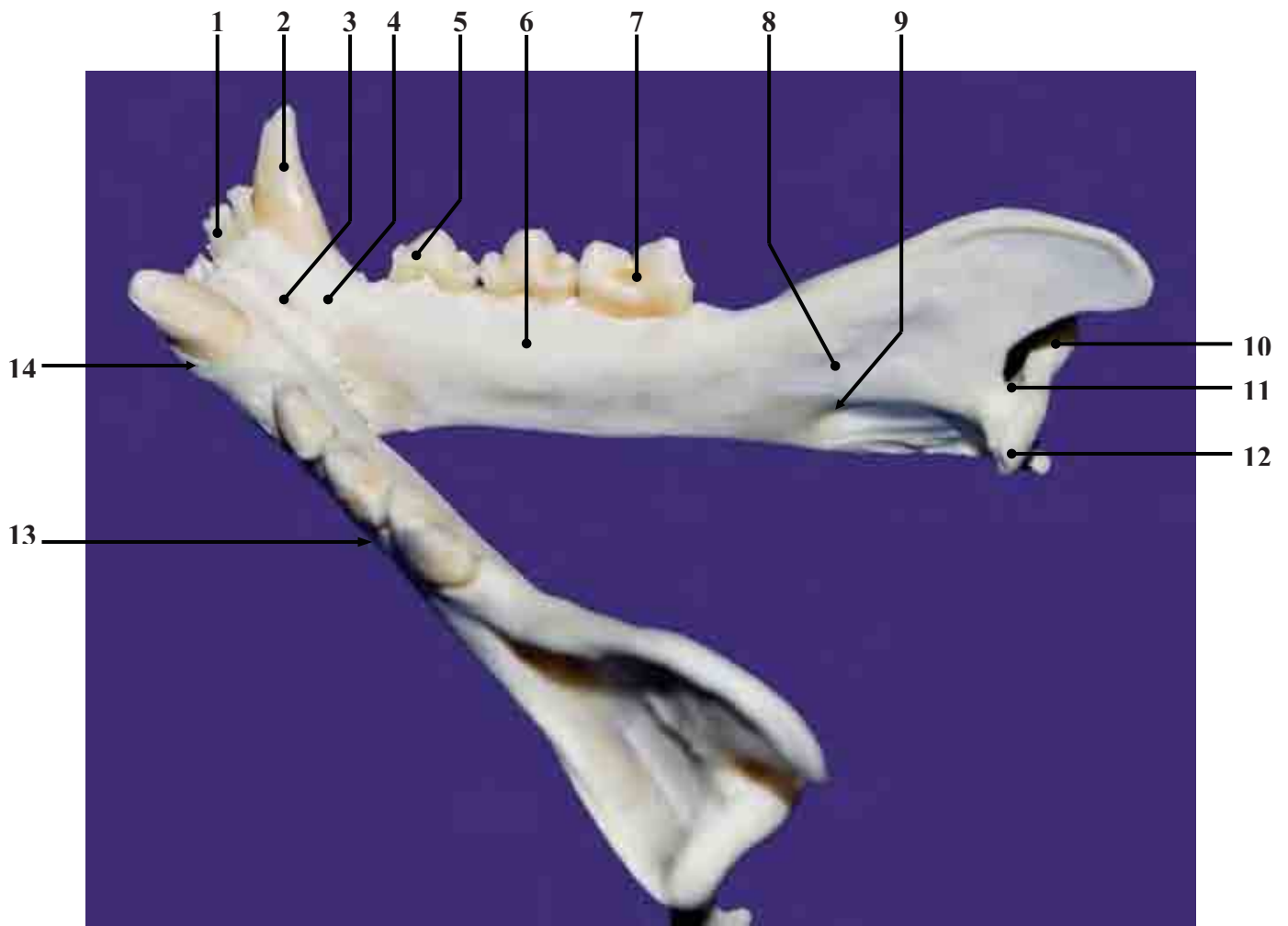


Figure 51 : Aspect latéro-dorsal de la mandibule. (original)

- | | |
|---|---|
| 1 : Incisive | 8 : Fosse ptérygoïdienne |
| 2 : Canine | 9 : Foramen mandibulaire |
| 3 : Articulation intermandibulaire | 10 : Tête (processus condyalaire) |
| 4 : Face linguale de la partie incisive | 11 : Col (processus condyalaire) |
| 5 : Prémolaire | 12 : Fossette ptérygoïdienne |
| 6 : Face linguale de la partie molaire | 13 : Face buccale de la partie molaire |
| 7 : Carnassière | 14 : Face labiale de la partie incisive |

II. Radiographie [17, 44]

Le crâne est une structure complexe à étudier radiographiquement, en raison du nombre des os qui le composent et des superpositions qui en découlent lorsque l'on passe en mode bidimensionnel. Il est donc indispensable d'une part d'avoir une connaissance anatomique parfaite de la zone étudiée et d'autre part de multiplier le nombre d'incidences pour pouvoir interpréter au mieux des clichés radiographiques de la tête. La symétrie des structures peut aider pour faire des comparaisons et repérer des lésions unilatérales. Les incidences possibles sont nombreuses, des plus simples comme les incidences latérales, dorso-ventrales ou ventro-dorsales, aux plus complexes comme des incidences obliques, tangentielles ou gueule ouverte, permettant de radiographier les dents, l'articulation temporo-mandibulaire ou les bulles tympaniques. Les radiographies de cette région demandent à ce que l'animal soit anesthésié afin de s'affranchir du flou cinétique, d'éviter les mauvaises positions et pour des raisons de sécurité des manipulateurs.

La radiographie est un examen qui permet de renseigner sur des lésions qui sont situées en dehors de la boîte crânienne. L'examen des structures internes telles que l'encéphale ne sera possible qu'avec des techniques d'imagerie « en coupe » comme la tomodynamométrie (scanner) ou l'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) [17].

Pour notre puma, seules des incidences latérales et ventro-dorsales seront présentées. Nous verrons pour chacune d'elles la position dans laquelle doit se trouver l'animal, les paramètres radiographiques et critères de qualité du cliché et enfin l'anatomie radiographique.

1) Incidence latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal doit être placé en décubitus latéral (gauche dans notre cas comme le montre la photo 9), la tête est positionnée de profil, le cou en extension, ce qui n'a pas été possible pour notre puma qui était trop raide. Pour cela, ainsi que pour toutes les positions forcées de l'animal, il est possible d'utiliser des objets tels que des sacs de sable, des bidons vides ou des liens permettant de caler les parties du corps ou de tirer sur certaines parties (les canines par exemple) mais en faisant attention de ne pas nuire à l'image radiographique. De cette façon, l'opérateur peut maintenir l'animal dans la position souhaitée tout en restant à distance de la zone à radiographier et donc à distance des rayons diffusés.

Une fois l'animal en place, on ouvre le diaphragme de façon à ce que la lumière s'étende du bout du nez à la base du crâne. Chez le puma, la taille et l'épaisseur de sa tête permettent de radiographier cette zone en une seule fois, alors que, chez le tigre, deux clichés sont nécessaires.



Figure 52 : Positionnement du puma en décubitus latéral. (original)

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 48, 50]

Il est indispensable d'obtenir des radiographies de bonne qualité pour pouvoir effectuer une interprétation. L'utilisation d'un appareillage numérique avec possibilité d'utilisation de la scopie pour assurer un positionnement parfait de l'animal est fortement conseillée, appareil auquel nous n'avons malheureusement pas eu accès, d'où des clichés qui ne sont pas parfaits malgré la quantité importante de prises.

Pour la tête, la technique nécessite des écrans fins à haute définition (contenant des petits cristaux) associés à des films monocouches voir bicouches ainsi qu'une tension relativement basse vers les 80 kV et un temps de pose plus long, ce qui ne pose pas de problème étant donné que l'animal est sous anesthésie générale.

Au final, mis à part les critères de qualité du cliché que nous avons vu précédemment, une radiographie d'incidence latérale doit être parfaitement de profil : les bulles tympaniques, les dents maxillaires et les mandibules doivent se superposer ce qui n'est pas exactement le cas pour les clichés que nous avons réalisés.

c) Anatomie radiographique [7, 17, 22, 25, 44]

Afin de ne pas trop charger de légendes les radiographies, nous légenderons deux clichés de profil. Le crâne est un os massif et du fait des superpositions osseuses toutes les structures ne sont pas visualisables.

Sur les clichés, on repère facilement la denture, canines, incisives, prémolaires et molaires. À partir des incisives, on devine l'os incisif. Les canines supérieures permettent de retrouver le maxillaire dans lequel elles s'implantent profondément (la racine est très haute).

Le palais dur se voit très bien et est formé par le maxillaire et l'os palatin. Les cornets nasaux, plus denses, sont recouverts par l'os nasal et plus profondément on trouve l'ethmoïde et ses volutes.

Les limites des orbites sont assez peu distinguables, les processus des os frontal et zygomatique sont là pour les circonscrire.

Au contraire, l'os pariétal est lui bien visible grâce à sa crête sagittale.

Les deux mandibules, superposées, se voient très bien ; on en distingue toutes les parties. L'articulation temporo-mandibulaire est plus caudale avec le processus rétroarticulaire de l'arcade zygomatique.

En arrière, on retrouve l'os occipital et son articulation avec l'atlas (première vertèbre), autour du *Foramen Magnum*.

Par ailleurs, nous voyons très distinctement les bulles tympaniques (qui devraient être parfaitement superposées), surmontées du pore acoustique externe, assez petit.

En dehors du crâne, on peut également observer l'appareil hyoïdien.

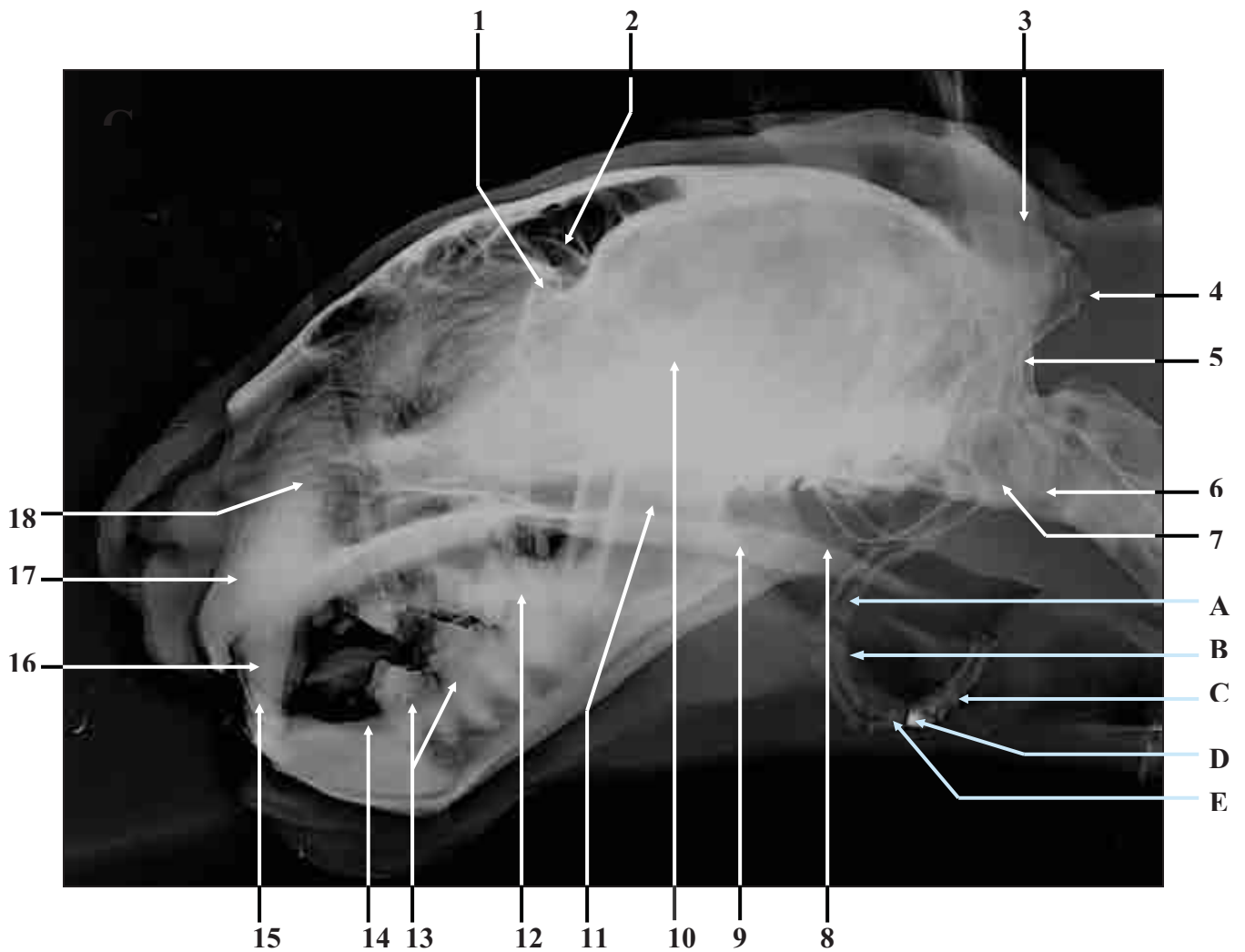


Figure 53 : Projection médio-latérale de la tête. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 : Processus frontal de l'os zygomatique | 10 : Processus coronoïde |
| 2 : Processus zygomatique de l'os temporal | 11 : Fosse massétérique |
| 3 : Crête sagittale externe | 12 : Carnassières |
| 4 : Protubérance occipitale externe | 13 : Prémolaires inférieures |
| 5 : Os occipital | 14 : Diastème |
| 6 : Articulation atlanto-occipitale | 15 : Canine inférieure |
| 7 : Condyle occipital | 16 : Canine supérieure |
| 8 : Processus angulaire de la mandibule | 17 : Os incisif |
| 9 : Processus angulaire | 18 : Racine de la Canine supérieure |

Appareil hyoïdien

- | | |
|------------------|-------------------|
| A : Os stylohyal | D : Os thyrohyal |
| B : Os épiphyal | E : Os cératohyal |
| C : Os basihyal | |

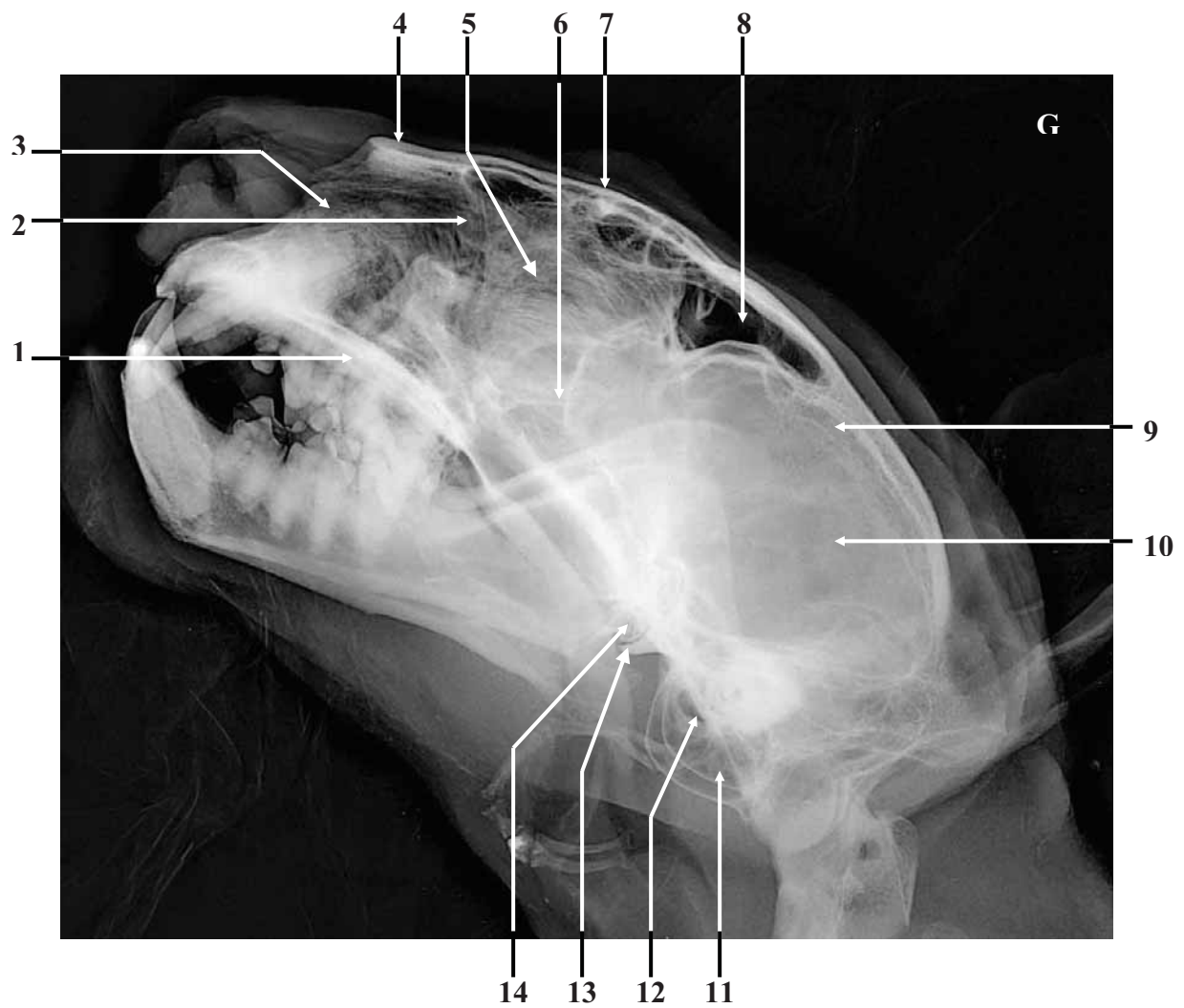


Figure 54 : Projection médio-latérale de la tête. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1 : Palais dur | 8 : Sinus frontal |
| 2 : Cornet nasal dorsal | 9 : Os pariétal |
| 3 : Cornet nasal ventral | 10 : Cavité crânienne |
| 4 : Os nasal | 11 : Bulle tympanique |
| 5 : Labyrinthe ethmoïdal | 12 : Méat acoustique externe |
| 6 : Arcade zygomatique | 13 : Processus rétro-articulaire |
| 7 : Os frontal | 14 : Processus condyloire |

2) Incidence ventro-dorsale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal a été placé en décubitus dorsal et calé de chaque côté de façon à être bien symétrique. La tête est mise en extension, la gueule est fermée et doit être parallèle à la table. Remarquons que s'il n'est pas possible de caler correctement l'animal, la radiographie dorso-ventrale est envisageable. Dans ce cas, l'animal est placé en décubitus sterno-abdominal et les mandibules sont posées sur la table pour stabiliser la tête. Là encore, il est important de régler le cadrage du diaphragme pour obtenir une radiographie qui va du bout du nez à la première vertèbre.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les recommandations sont approximativement les mêmes que pour l'incidence médio-latérale : la tension doit être basse (voir un peu plus basse que pour la première incidence), les écrans doivent être fins, de haute définition, les films monocouches et l'utilisation d'une grille anti-diffusante est conseillée afin d'obtenir une grande finesse de l'image.

Un positionnement parfait permet d'obtenir une symétrie des arcs zygomatiques, des mandibules et des cavités nasales.

c) Anatomie radiographique [7, 17, 22, 25, 44]

Certaines structures apparaissent sur cette incidence alors que nous ne pouvions les distinguer sur l'incidence latérale.

Ainsi on distingue très bien la mandibule et ses contours et donc ses processus. Les dents se différencient très bien entre les dents de la mâchoire supérieure et celles de la mâchoire inférieure

Le palais, bien visible, est formé par le maxillaire et l'os palatin avec sa suture palatine médiane.

Les cornets nasaux et les volutes de l'ethmoïde se différencient très bien par leur contraste par rapport à la consistance osseuse qui les entoure.

Une structure importante qui est bien plus visible que sur l'incidence latérale est l'orbite délimitée par les os frontaux et zygomatiques.

En partie moyenne du crâne, on trouve l'os sphénoïde, puis plus caudalement, les bulles tympaniques bien rondes et adjacentes au pore acoustique externe ainsi qu'au trou jugulaire.

Plus caudalement encore, on devine le *Foramen magnum* encadré par les condyles occipitaux.



Figure 55: Projection ventro-dorsal de la tête. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|--|---|
| 1 : Canine supérieure | 13 : Arc zygomatique |
| 2 : Canine inférieure | 14 : Processus zygomatique de l'os temporal |
| 3 : Incisive supérieure médiale gauche | 15 : Bulle tympanique |
| 4 : Corps de la mandibule | 16 : Méat acoustique externe |
| 5 : Processus coronoïde | 17 : <i>Foramen Magnum</i> |
| 6 : Processus angulaire | 18 : Condyle occipital |
| 7 : Processus condyalaire | 19 : Articulation atlanto-occipitale |
| 8 : Suture palatine médiane | 20 : Os basisphénoïde |
| 9 : Os zygomatique | 21 : Lame criblée droite |
| 10 : Orbite | 22 : Volutes de l'ethmoïde |
| 11 : Processus frontal de l'os zygomatique | 23 : Cornets nasaux |
| 12 : Processus zygomatique de l'os frontal | 24 : Septum nasal |

La colonne vertébrale du puma, comme celle du chat se compose de 7 vertèbres cervicales, 13 vertèbres thoraciques, 7 vertèbres lombaires, 3 vertèbres sacrées soudées et une vingtaine de vertèbres caudales (variant d'un animal à l'autre).

Chacune de ces vertèbres présente une forme plus ou moins différente, mais leur structure globale reste la même tout le long du rachis : présence d'un corps ventral, d'un arc dorsal, le tout entourant le trou vertébral qui abrite la moelle épinière et ses enveloppes et qui est plus large en partie cervicale.

Toutes les vertèbres ne sont pas alignées selon une ligne droite. En effet, le squelette vertébral est marqué par plusieurs inflexions notamment une inflexion cervicale prononcée, une dorsale, une lombaire et une sacro-coccygienne. En adaptation avec son mode de vie (chasse, course, saut), le puma présente une colonne qui est relativement souple, flexible et permet une mobilité au niveau des cervicales et des caudales essentiellement mais aussi au niveau thoracique et lombaire. Ceci permet à l'animal de pouvoir se ramasser sur lui-même avant de bondir. L'extension peut être maximale pendant la course. Entre chacune des vertèbres se trouvent les disques intervertébraux, élastiques, qui permettent aux félins de faire des bonds considérables [7, 10, 17, 44, 50].

Vertèbres cervicales

I. Ostéologie [7, 12, 17, 22, 44, 49, 61]

Le puma présente, comme presque tous les mammifères, 7 vertèbres cervicales dont la première s'articule directement avec le crâne et la dernière avec la première vertèbre thoracique. Les vertèbres cervicales et la tête forment un balancier cervico-céphalique permettant le maintien de l'équilibre lors de la locomotion. Les vertèbres cervicales donnent une grande souplesse au cou, elles sont très fortes (les plus puissantes), ce qui permet au puma de subir des contraintes importantes sur cette partie de la colonne vertébrale, et donc de courir, sauter et d'avoir, en association avec les muscles du cou, une grande puissance, nécessaire à la morsure mais aussi à la capture des proies qu'il traîne pour les dissimuler. L'ensemble des vertèbres cervicales mesure un peu plus de 17 cm en longueur.



Figure 56 : Vertèbres cervicales du puma, aspect dorsal. (Original)

Toutes les vertèbres cervicales, mises à part les deux premières que sont l'atlas et l'axis sont anatomiquement semblables. Nous les étudierons dans leur ensemble puis nous

nous attarderons sur les particularités de certaines d'entre elles. Elles possèdent toutes un corps ventral dont la tête (craniale) est convexe et la fosse (caudale) est concave ce qui permet un emboîtement parfait entre les vertèbres qui sont séparées uniquement par l'espace intervertébral ayant avant tout un rôle d'amortisseur entre les vertèbres lors de choc (par exemple lors de saut). Elles présentent toutes également un arc dorsal qui porte des processus : le processus épineux qui est le plus dorsal, les processus transverses qui se retrouvent sur les côtés et enfin les processus articulaires craniaux et caudaux. Entre chaque arc, nous retrouvons l'espace interarcual. Elles présentent aussi de petits foramens permettant le passage des faisceaux vasculo-nerveux.

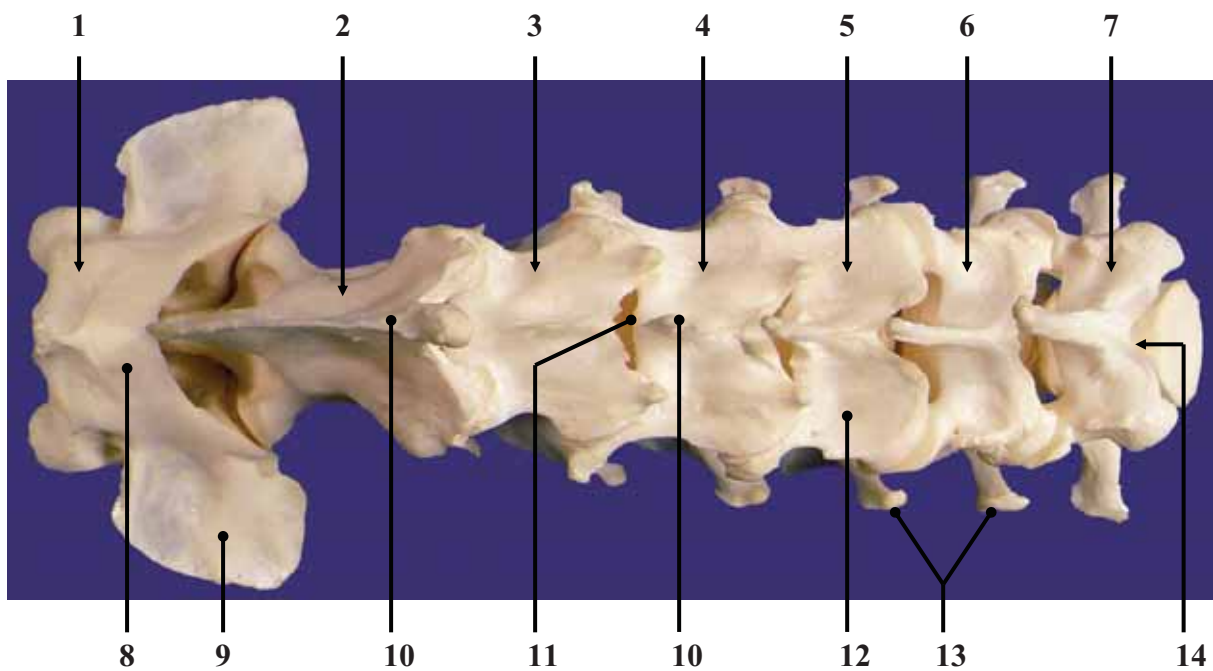


Figure 57 : Aspect dorsal des vertèbres cervicales. (Original)

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| 1 : Atlas | 8 : Arc dorsal |
| 2 : Axis | 9 : Aile de l'atlas |
| 3 : Troisième vertèbre | 10 : Processus épineux |
| 4 : Quatrième vertèbre | 11 : Espace interarcual |
| 5 : Cinquième vertèbre | 12 : Lamina de l'arc vertébral |
| 6 : Sixième vertèbre | 13 : Processus transverses |
| 7 : Septième vertèbre | 14 : Trou vertébral |

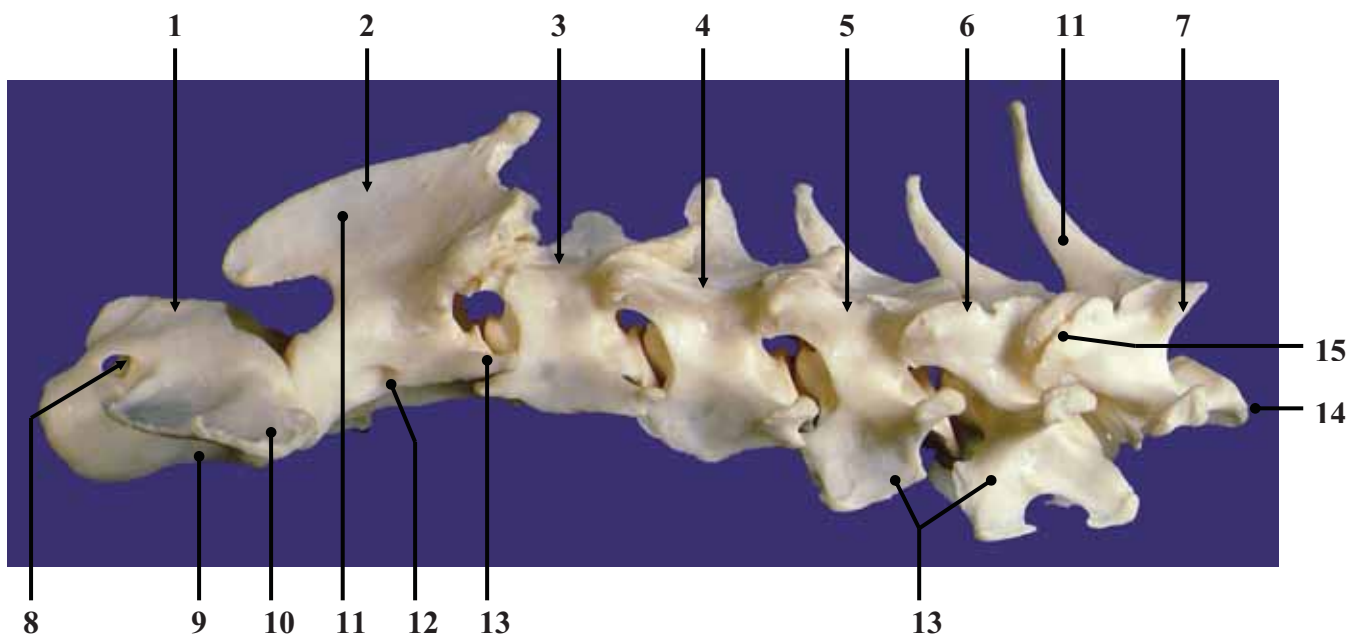


Figure 58 : Aspect latéral gauche des vertèbres cervicales. (Original)

- 1 : Atlas
- 2 : Axis
- 3 : Troisième vertèbre
- 4 : Quatrième vertèbre
- 5 : Cinquième vertèbre
- 6 : Sixième vertèbre
- 7 : Septième vertèbre
- 8 : Trou vertébral latéral

- 9 : Tubercule ventral
- 10 : Aile de l'atlas
- 11 : Processus épineux
- 12 : Trou transversaire
- 13 : Processus transverses
- 14 : Processus artriculaire caudal
- 15 : Processus artriculaire cranial

La première vertèbre cervicale porte le nom d'**atlas**. Elle s'articule cranialement aux condyles occipitaux, formant avec eux l'articulation atlanto-occipitale. Cette dernière permet les mouvements de flexion et d'extension de la tête.

Il s'agit d'une vertèbre cervicale particulière avec l'axis, elle ne possède pas de corps vertébral mais deux arcs, un ventral et un dorsal. L'atlas est aplati dans une direction dorso-ventrale et est marqué par deux processus transverses plans et développés, les ailes de l'atlas. On dit qu'il a la forme d'un papillon de roue de bicyclette.

Il s'élargit fortement en avant pour former les cavités glénoïdes qui entourent le trou vertébral large dans cette partie de la colonne. Ces cavités reçoivent les condyles occipitaux, tandis que caudalement, deux surfaces articulaires reçoivent l'axis.

Son processus épineux est plus allongé d'avant en arrière que les autres vertèbres, on parle même d'un vestige de processus épineux. Sur l'arc ventral, une petite fosse apparaît qui correspond à la fosse de la dent de l'axis, fusion du corps de l'atlas avec l'axis.

On observe également sur l'atlas une incisure alaire située latéralement en région craniale de l'arc, incisure proche du foramen vertébral latéral auquel elle est reliée par un sillon vasculaire. En région plus caudale de l'arc, on trouve le trou transversaire.

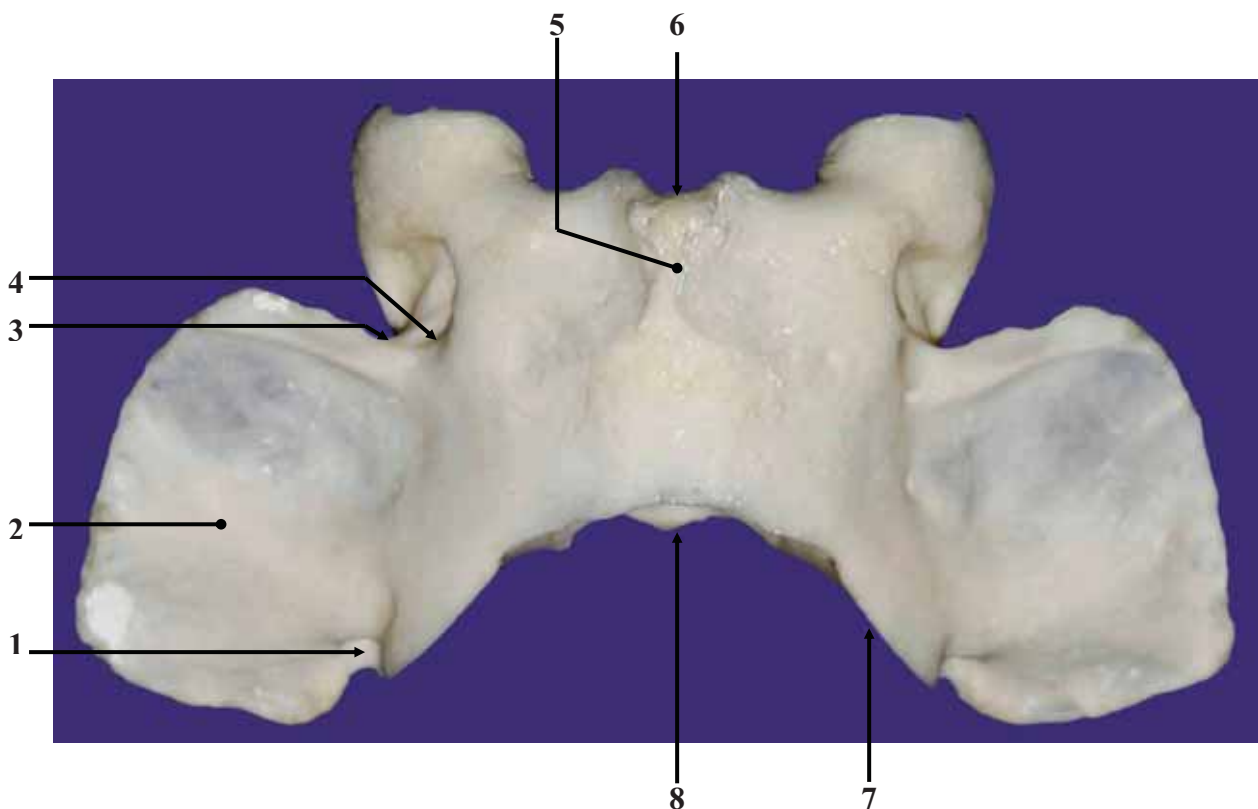


Figure 59 : Aspect dorsal de l'atlas. (Original)

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1 : Trou transversaire | 5 : Tubercule dorsal |
| 2 : Processus transverse (aile) | 6 : Incisure craniale de l'arc dorsal |
| 3 : Incisure alaire | 7 : Surface articulaire caudale |
| 4 : Foramen vertébral latéral | 8 : Tubercule ventral |

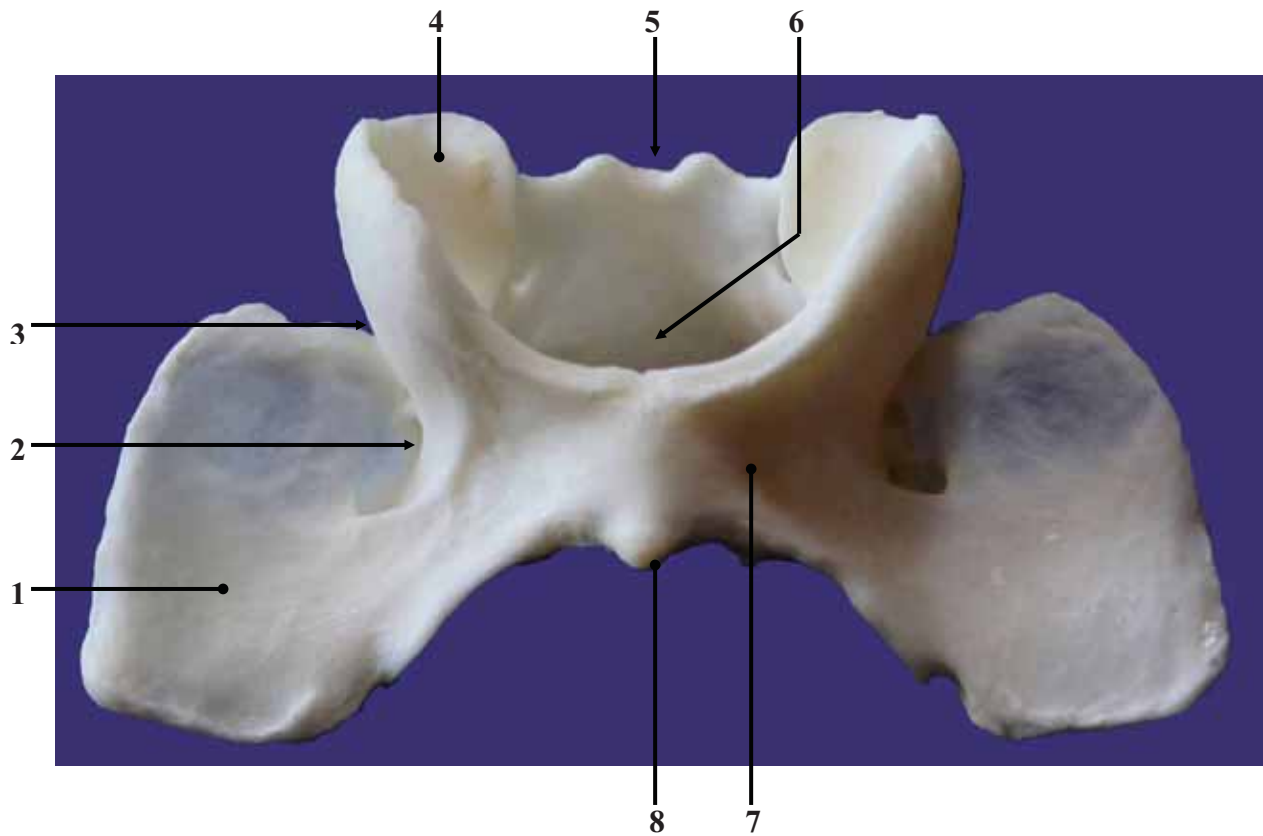


Figure 60 : Aspect ventral de l'atlas. (Original)

1 : Aile de l'atlas
 2 : Foramen vertébral latéral
 3 : Incisure alaire
 4 : Surface articulaire craniale

5 : Incisure crâniale de l'arc dorsal
 6 : Trou vertébral
 7 : Arc ventral
 8 : Tubercule ventral

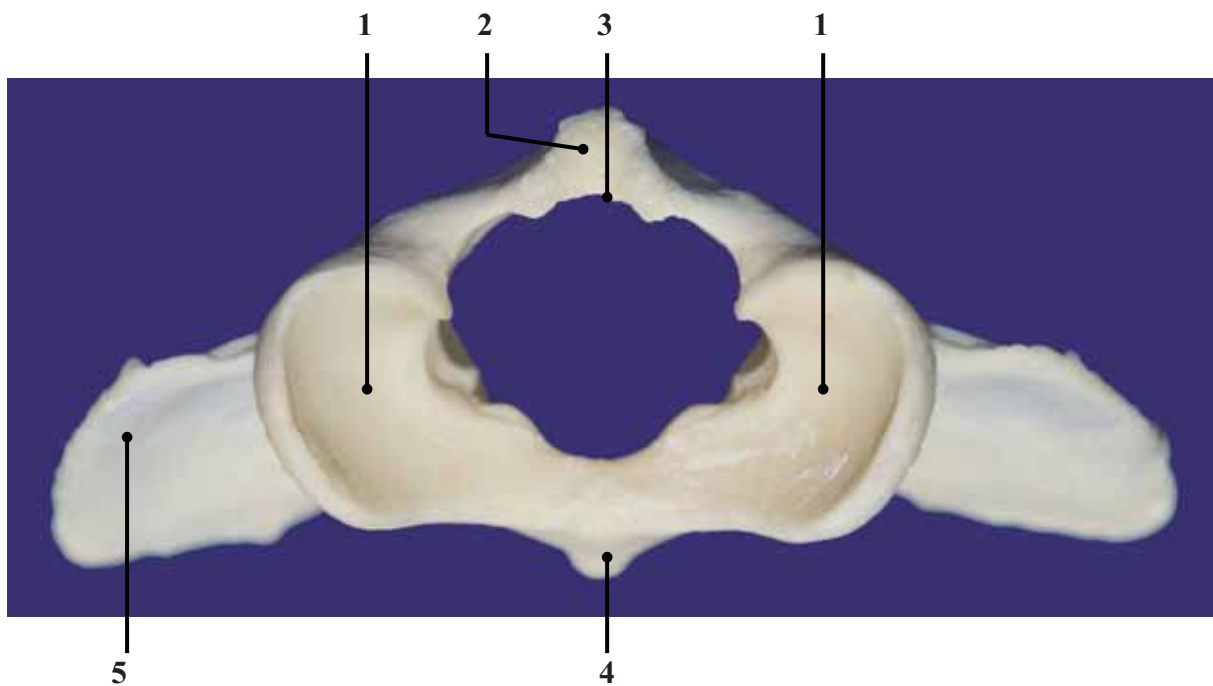


Figure 61 : Aspect crânial de l'atlas. (Original)

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| 1 : Surface articulaire | 4 : Tubercule ventral |
| 2 : Tubercule dorsal | 5 : Aile de l'atlas |
| 3 : Incisure crâniale de l'arc dorsal | |

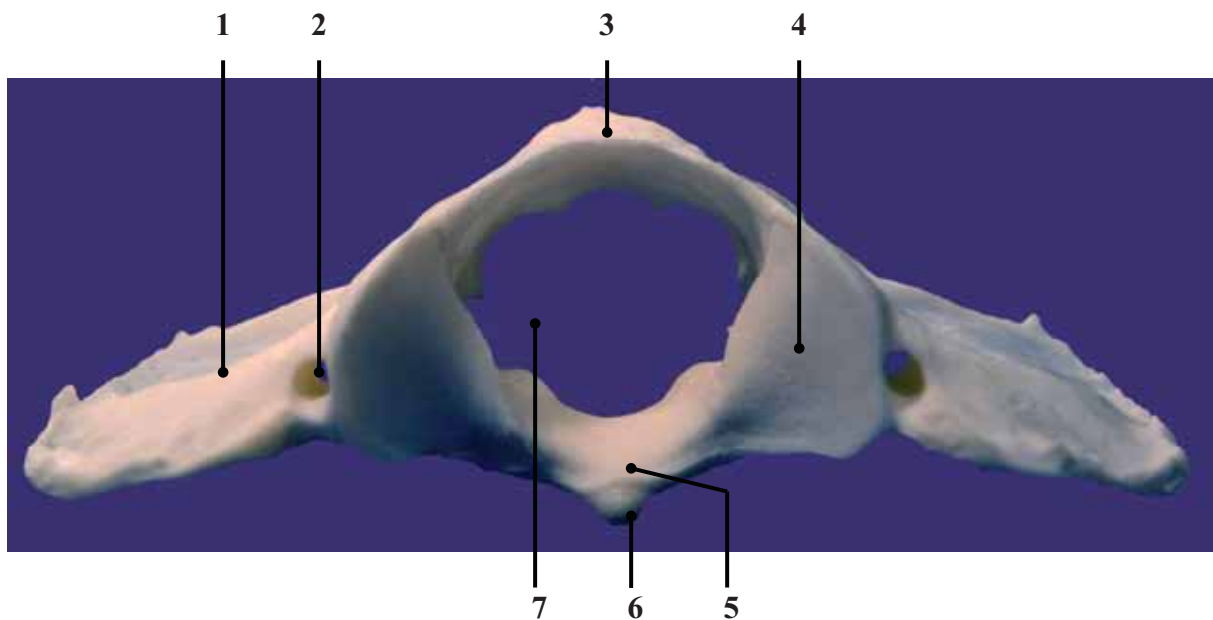


Figure 62 : Aspect caudal de l'atlas. (Original)

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 : Aile de l'atlas | 5 : Fosse de la dent de l'axis |
| 2 : Foramen vertébral latéral | 6 : Tubercule ventral |
| 3 : Arc dorsal | 7 : Trou vertébral |
| 4 : Surface articulaire caudale | |

La deuxième vertèbre cervicale est aussi particulière, elle porte le nom d'**axis** (ce terme vient du fait que cette vertèbre sert de pivot, d'axe). Cette vertèbre s'articule cranialement à l'atlas et forme une sorte de pivot autour duquel tourne l'atlas et la tête. Cette articulation craniale est de forme convexe. L'axis est plus large au niveau des extrémités et est plus étranglé en son centre.

Cette vertèbre diffère encore plus des autres vertèbres cervicales que ne le fait l'atlas par une partie surajoutée en avant à son corps, elle est allongée cranio-caudalement contrairement à l'atlas. L'axis possède également un « processus odontoïde », la dent de l'axis, qui recouvre le plancher du canal vertébral de l'atlas au niveau de la fosse, ventralement, et répond dorsalement au ligament transverse. Il est doté d'un processus épineux particulièrement proéminent, très développé et étiré sur la longueur dont le bord cranial qui vient recouvrir partiellement l'atlas ; il se prolonge presque jusqu'à la dent rostralement et se termine par un tubercule simple caudalement. Ses autres processus diffèrent aussi des autres vertèbres ; ses processus transverses sont courts, précédés par le trou transversaire et ses processus articulaires caudaux sont situés plus haut.

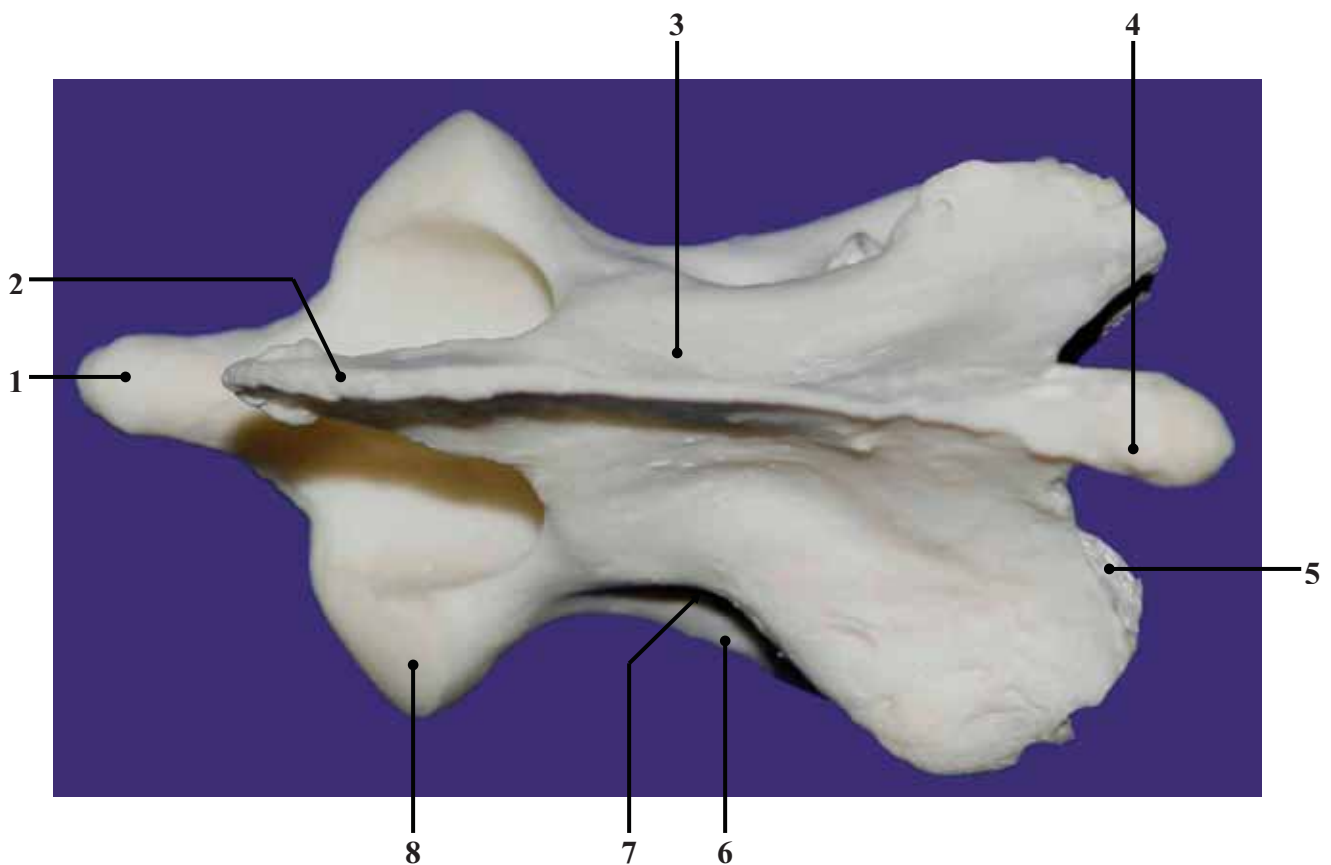


Figure 63 : Aspect dorsal de l'axis. (Original)

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1 : Dent de l'axis | 5 : Processus articulaire caudal |
| 2 : Processus épineux | 6 : Processus transverse |
| 3 : Face latérale du processus épineux | 7 : Trou transversaire |
| 4 : Tubercule simple dorsal | 8 : Processus articulaire cranial |

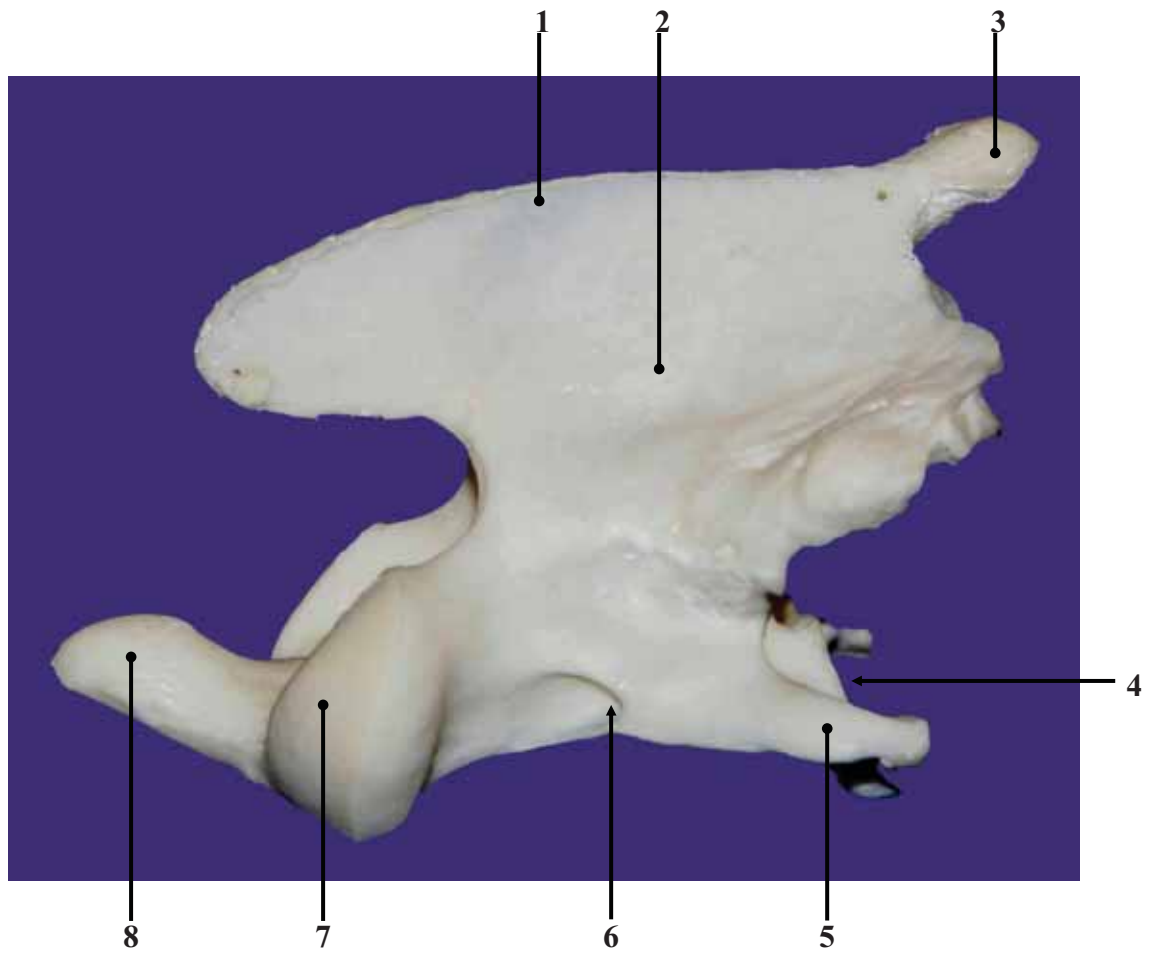


Figure 64 : Aspect latéral gauche de l'axis. (Original)

1 : Processus épineux
 2 : Face latérale du processus épineux
 3 : Tubercule simple dorsal
 4 : Fosse de la vertèbre

5 : Processus transverse
 6 : trou transversaire
 7 : Surface articulaire craniale
 8 : Dent de l'axis

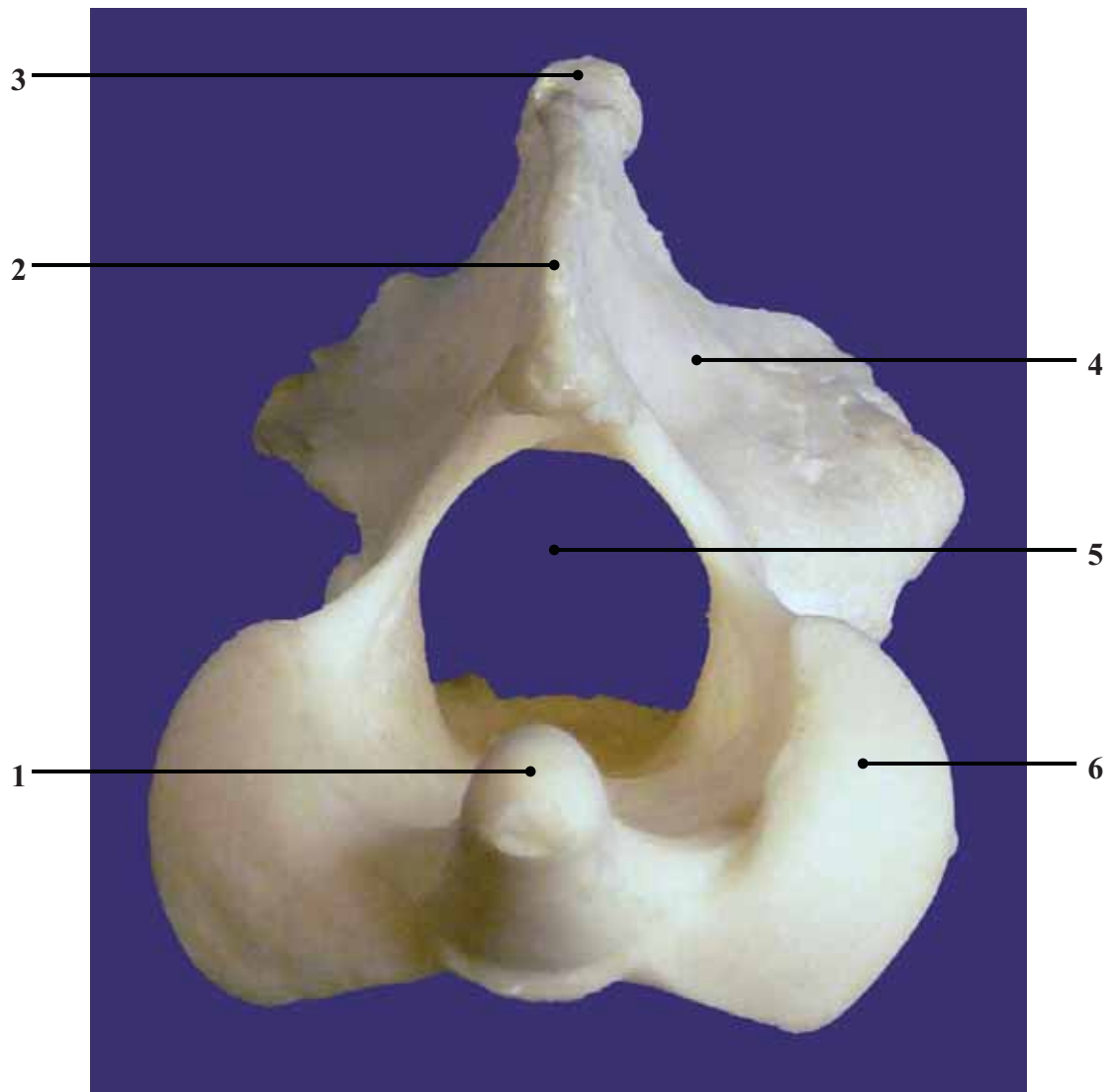


Figure 65 : Aspect cranial de l'axis. (Original)

1 : Dent de l'axis
2 : Processus épineux
3 : Tubercule simple dorsal

4 : Face latérale du processus épineux
5 : Trou vertébral
6 : Surface articulaire craniale

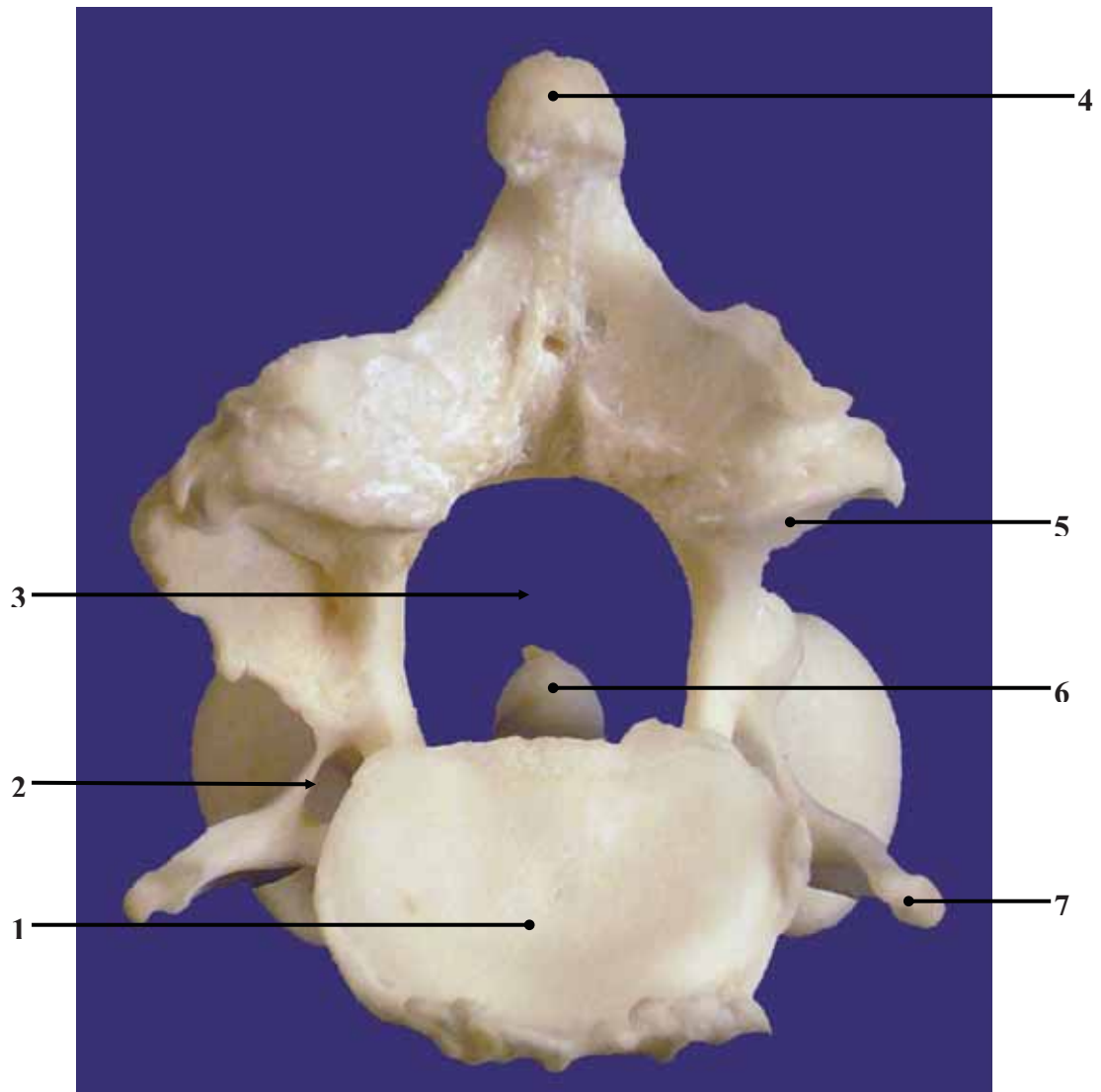


Figure 66 : Aspect caudal de l'axis. (Original)

1 : Fosse vertébrale
 2 : Trou transversaire
 3 : Trou vertébral
 4 : Processus épineux

5 : Surface articulaire caudale
 6 : Dent de l'axis
 7 : Processus transverse

Les troisième, quatrième, cinquième, sixième et septième vertèbres cervicales sont morphologiquement très proches. Elles possèdent toutes une crête ventrale terminée par un tubercule ventral, leurs processus transverses ne sont pas très développés et sont divisés en deux cuspidés formant des tubercules ventraux et dorsaux et juste au-dessus nous pouvons observer un trou transversaire, passage du faisceau vasculo-nerveux.

Cependant, plus nous nous éloignons du crâne et plus les vertèbres se « tassent », leur processus épineux est petit mais de plus en plus saillant à mesure que nous nous rapprochons des vertèbres thoraciques. Remarquons également que l'orientation de ce processus change : elle est dorsale pour les troisième et quatrième vertèbres puis l'orientation devient cranio-dorsale.

La sixième vertèbre se distingue assez facilement des autres vertèbres cervicales par un processus développé ventralement au processus transverse, donnant une forme tricuspide. En fait, le tubercule ventral du processus transverse se divise en deux cuspidés reliées par une lame ventrale. Par ailleurs, son corps est plus court que celui des précédentes, son processus épineux est plus haut.

La septième et dernière vertèbre cervicale est plus simple, elle est encore plus courte, mais son processus épineux est beaucoup plus élevé (proéminent) et son processus transverse est unicuspidé. Son foramen transversaire est absent, le faisceau vasculo-nerveux passe sous le processus transverse. Une fossette costale est située caudalement à ce processus, pour la tête de la première côte.

Toutes ces descriptions s'observent très bien sur la vue de profil de l'ensemble des vertèbres cervicales.

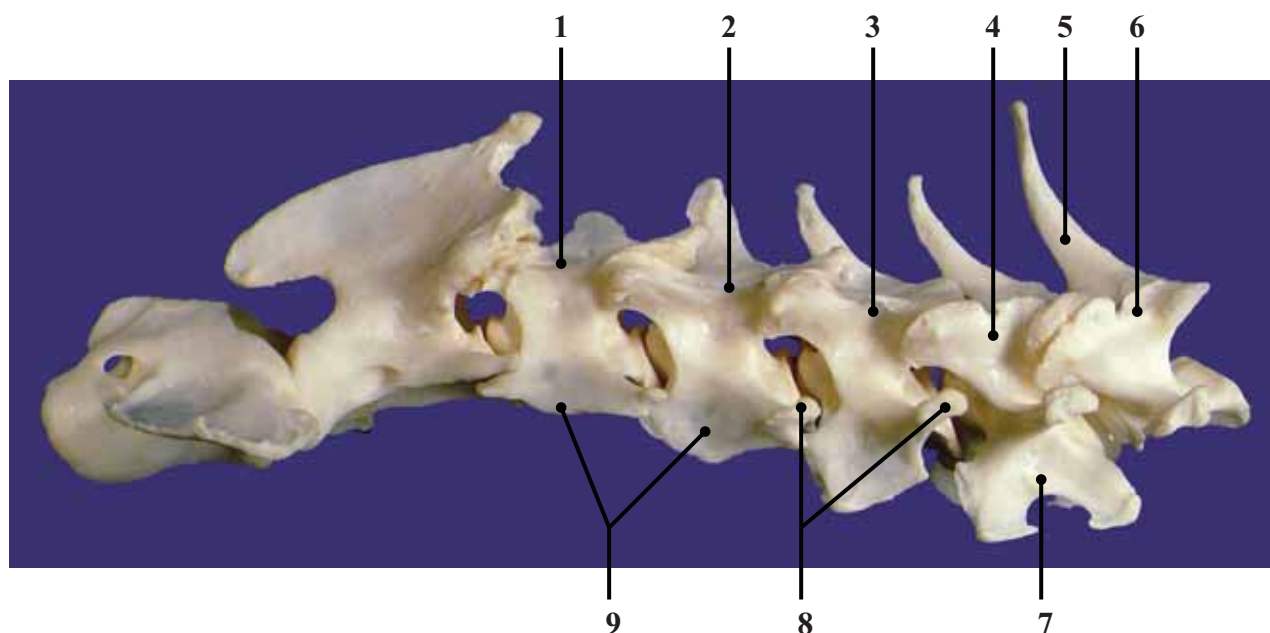


Figure 67 : Profil gauche des vertèbres cervicales. (Original)

- | | |
|--|---|
| 1 : Troisième vertèbre | 6 : Septième vertèbre |
| 2 : Quatrième vertèbre | 7 : Processus transverse de la sixième vertèbre |
| 3 : Cinquième vertèbre | 8 : Processus transverse |
| 4 : Sixième vertèbre | 9 : Crêtes ventrales |
| 5 : Processus épineux proéminent de la septième vertèbre | |

II. Radiographie [10, 17, 50]

La colonne vertébrale est bien trop longue pour être radiographiée en une seule prise, il est nécessaire de réaliser plusieurs clichés pour obtenir des radiographies de l'ensemble des vertèbres. Pour le puma, un seul cliché peut suffire pour l'ensemble des vertèbres cervicales ce qui ne serait pas le cas pour un animal plus long, comme le tigre. En effet, si la partie de la colonne vertébrale radiographiée est trop longue, les rayons incidents ne seront pas tout à fait perpendiculaires à toutes les vertèbres (notamment aux vertèbres les plus excentrées des rayons). Si les rayons ne sont pas perpendiculaires, cela entraîne des déformations pouvant mener à des interprétations erronées. Le mieux reste de se focaliser sur une zone précise, peu étendue de la colonne vertébrale, de bien centrer le faisceau sur la zone à radiographier et de faire attention à ce que les rayons soient bien perpendiculaires aux vertèbres.

L'examen radiographique de la colonne (comme pour toutes les parties d'un animal à radiographier) nécessite la réalisation de deux vues orthogonales. Le plus simple est la réalisation d'une incidence latérale et d'une incidence ventro-dorsale. D'autres incidences, plus complexes sont également réalisables ; notamment des clichés en flexion ou en extension forcée permettant de mettre en évidence des instabilités vertébrales. L'utilisation de produit de contraste lors de la myélographie permet de mettre en évidence des compressions médullaires.

1) Incidence latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 25, 44, 50]

Pour cette incidence, le puma est positionné en décubitus latéral gauche. Sa tête est en extension et ses membres thoraciques sont tirés vers l'arrière pour éviter que les scapulas se superposent aux cervicales, notamment les dernières. Ceci n'a pu être fait correctement pour notre puma car l'animal était bien trop raide, ce qui a entraîné la superposition des membres et de la colonne sur le cliché. La tête est surélevée à l'aide d'une cale afin que les vertèbres cervicales soient les plus alignées possible. Pour cela, nous avons utilisé une cale en mousse. Le diaphragme est ouvert de façon à contenir l'ensemble des vertèbres cervicales et le faisceau est alors focalisé sur le centre de la région radiographiée.



Figure 68: Positionnement du puma en décubitus latéral. (Original)

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Afin de pouvoir interpréter correctement des radiographies de la colonne vertébrale, il est nécessaire que les clichés soient bien nets, d'une grande finesse et bien contrastés. Pour cela, on utilise des mAs élevés et des kV bas, avec utilisation d'une grille et d'un film de haute définition.

Le positionnement est correct lorsque l'on obtient la superposition des bulles tympaniques (si l'on est remonté jusque là), des ailes de l'atlas, des processus transverses et lorsque les espaces intervertébraux sont approximativement identiques.

En ce qui concerne nos clichés, les scapulas se superposent aux trois dernières vertèbres et les critères de superposition ne sont pas parfaits. C'est pourquoi nous présenterons un second cliché pour lequel les membres ont été tirés plus vers l'avant afin de dégager les dernières vertèbres cervicales. Dans ce cliché, les membres se superposent aux troisième et quatrième vertèbres cervicales et le profil n'est pas non plus parfait puisque les processus transverses ne se superposent pas, ce qui est bien visible sur les cinquième et sixième vertèbres.

2) Incidence ventro-dorsale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 50]

L'animal est placé en décubitus dorsal, la tête en extension peut être bloquée au niveau du cou avec des coussins ou des sacs de sable, le cou devant rester bien parallèle à la table. Les membres thoraciques sont ramenés sur le thorax de l'animal. Vue la taille de l'animal, un cliché peut suffire sauf si des radiographies plus précises sont nécessaires.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les constantes radiographiques sont à peu près identiques à celles utilisées pour les profils, contrairement à ce que nous verrons pour les vertèbres thoraciques.

Une bonne radiographie ventro-dorsale de la colonne cervicale présente une symétrie parfaite entre les processus transverses des vertèbres et un processus épineux qui se retrouve bien au centre des corps vertébraux. La radiographie que nous allons présenter est en rotation, ce qui se voit très bien au niveau des processus épineux qui ne sont pas dans l'axe de la vertèbre mais décalés vers la gauche.

3) Anatomie radiographique [7, 12, 17, 22, 25, 44]

Sur notre cliché radiographique de profil, nous observons clairement la légère courbure que forment les vertèbres cervicales.

Le plus cranialement, l'atlas s'articule au crâne par les condyles occipitaux. Les ailes de cette vertèbre apparaissent clairement, que ce soit sur le profil ou sur la face. Le processus épineux de l'atlas est rudimentaire, il s'agit du tubercule dorsal. Les processus épineux se voient bien sûr plus nettement de profil.

Le processus épineux de l'axis est remarquable. La dent de l'axis se devine également très bien et vient s'enchevêtrer dans l'atlas. Par ailleurs, les processus articulaires caudaux des vertèbres et craniaux de la vertèbre suivante se chevauchent aussi plus ou moins au-dessus des espaces vertébraux.

Les processus épineux des autres vertèbres (de la troisième à la septième) se voient aussi très bien malgré une radiotransparence plus forte. Quant aux processus transverses, nous les distinguons assez bien sur nos clichés qui ne sont pas tout à fait de profil (dédoublément)

et bien mieux sur la radiographie de face. Ces processus sont en partie superposés avec le corps de la vertèbre correspondante, mais dépassent ventro-caudalement.

Enfin, la dernière vertèbre cervicale présente son processus épineux proéminent ainsi qu'une surface pour l'insertion de la tête de la première côte, c'est une vertèbre de transition pour arriver aux vertèbres thoraciques.

Il est intéressant de noter la présence de lésions de spondylose. Les corps vertébraux sont déformés et les anomalies observées vont de simples discrets ostéophytes (qui se développent à partir des plateaux vertébraux) à de véritables pontages des espaces intervertébraux avec des proliférations osseuses exubérantes qui s'étendent sur toute la longueur des corps vertébraux. Ces proliférations apparaissent en partie ventrale, latérale ou dorso-latérale des corps. Ces anomalies sont relativement fréquentes en région thoracique, lombaire et lombo-sacrée, elles restent plus rares en région cervicale. Leur origine peut être multiple, entre autres des troubles métaboliques, des carences alimentaires, des instabilités vertébrales ou, plus simplement, l'âge...

Nous pouvons voir ici tout l'intérêt d'avoir, lors de réalisations de radiographies de référence, plusieurs animaux de la même espèce afin de déceler des différences entre eux qui peuvent être pathologiques.

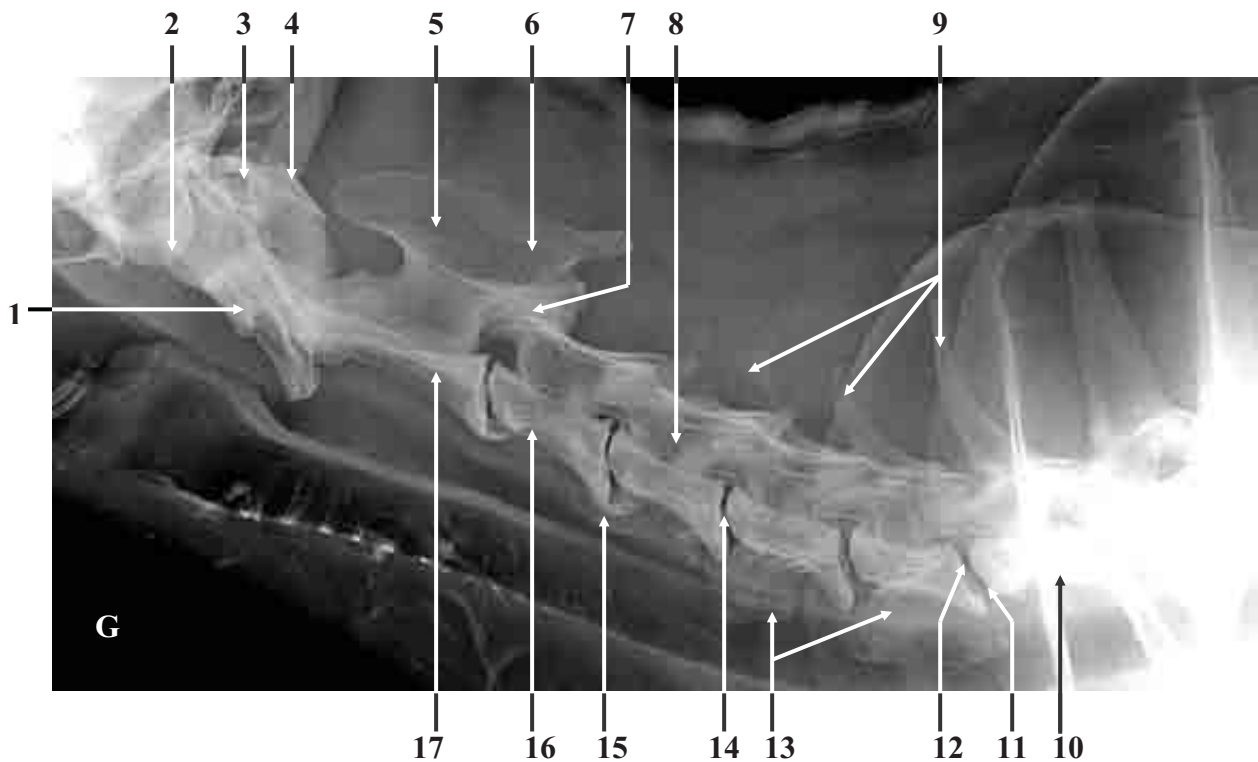
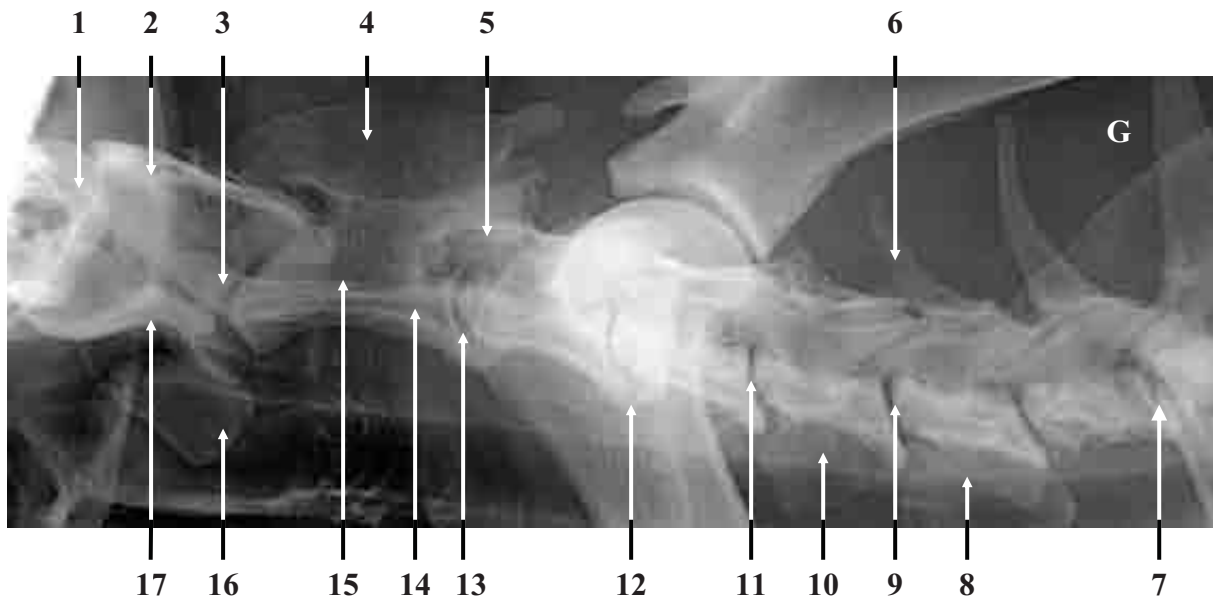


Figure 69 : Projection latérale des vertèbres cervicales, membre thoracique vers l'arrière. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 : Ailes de l'atlas | 10 : Septième cervicale |
| 2 : Condyles occipitaux | 11 : Surface articulaire craniale |
| 3 : Trou vertébral latéral | 12 : Surface articulaire caudale |
| 4 : Tubercule dorsal | 13 : Processus transverses |
| 5 : Axis | 14 : Espace intervertébral |
| 6 : Processus épineux de l'axis | 15 : Lésion de spondylose |
| 7 : Processus articulaire caudal | 16 : Troisième cervicale |
| 8 : Trou vertébral | 17 : Processus transverse |
| 9 : Processus épineux | |



**Figure 70 : Projection latérale de la colonne cervicale, membre antérieur vers l'avant.
(Cliché clinique équine de l'ENVT)**

- | | |
|---|--|
| 1 : Condyles occipitaux | 10 : Processus transverse |
| 2 : Tubercule dorsal de l'atlas | 11 : Surface articulaire caudale de C4 |
| 3 : Dent de l'axis | 12 : lésion de spondylose |
| 4 : Processus épineux de l'axis | 13 : Espace intervertébral |
| 5 : processus articulaire cranial et caudal | 14 : Corps vertébral de l'Axis |
| 6 : Processus épineux | 15 : Trou vertébral |
| 7 : Fossette costale caudale | 16 : Ailes de l'atlas |
| 8 : Processus transverse tricuspide | 17 : Tubercule ventral |
| 9 : Surface articulaire craniale de C6 | |

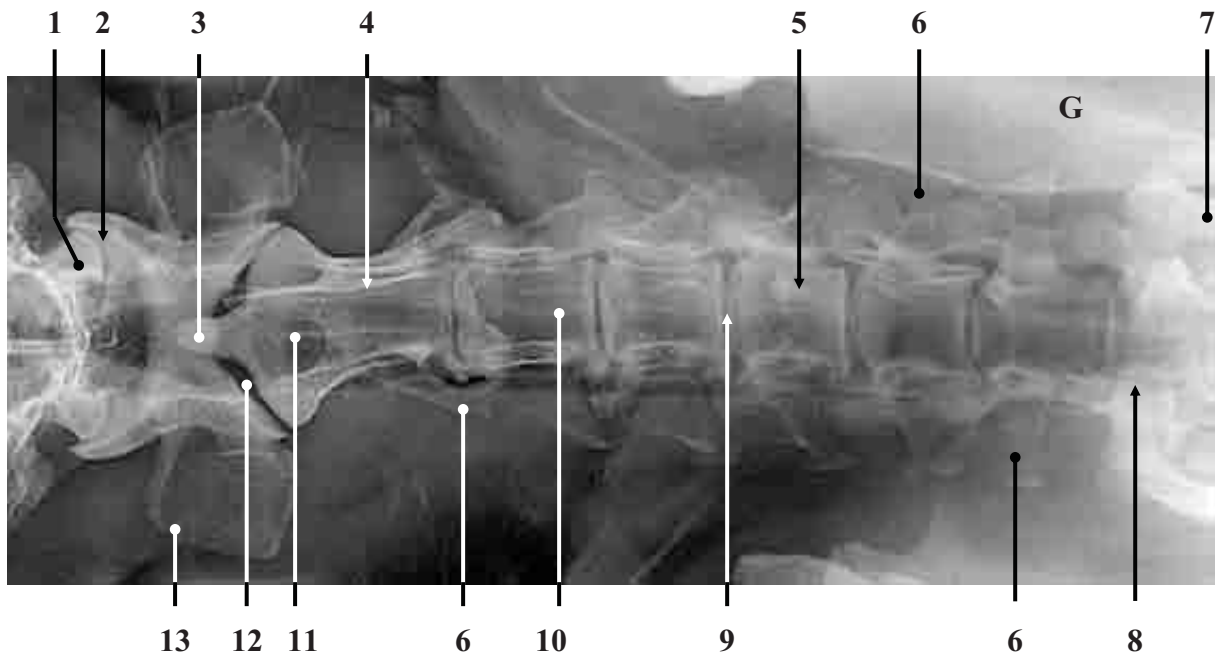


Figure 71 : Projection ventro-dorsale de la colonne cervicale. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|--|--|
| 1 : Condyle occipital | 8 : Fossette costale caudale |
| 2 : Articulation atlanto-occipitale | 9 : Surface articulaire craniale de C5 |
| 3 : Dent de l'axis | 10 : Corps vertébral de C3 |
| 4 : Processus épineux de l'axis | 11 : Trou vertébral |
| 5 : Processus épineux de la cinquième vertèbre | 12 : Espace intervertébral |
| 6 : Processus transverse | 13 : Aile de l'Atlas |
| 7 : Première côte | |

Vertèbres thoraciques

I. Ostéologie [7, 12, 17, 22, 25, 49, 61]

La partie thoracique de la colonne vertébrale compte treize vertèbres, comme chez tous les carnivores domestiques. La première s'articule avec la septième vertèbre thoracique et la dernière avec la première vertèbre lombaire. Comme pour les vertèbres cervicales, la forme de chacune de ces vertèbres diffère légèrement, mais la structure de base reste la même.

Leur corps, dont la forme est proche de celle d'un cylindre sans crête ventrale, est assez bref, mais celui-ci s'allonge à mesure que l'on s'approche des vertèbres lombaires. Cette forme cylindrique se creuse légèrement dorsalement et ventro-latéralement lorsque l'on approche de la dernière vertèbre thoracique, ce qui se voit très bien lorsque l'on observe les vertèbres de face. Contrairement aux vertèbres cervicales, on ne retrouve pas une convexité et une concavité marquée au niveau de l'emboîtement de la tête de la vertèbre dans la fosse vertébrale, on observe un aplatissement régulier à ce niveau. Les espaces intervertébraux sont moins larges. Les processus articulaires sont donc plus aplatis que ceux des vertèbres cervicales, ils sont peu saillants. Cependant, progressivement, les processus redeviennent engageants ce qui se voit normalement bien à partir de la vertèbre anticlinale (exemple du chat) mais pour notre puma, la présence d'une spondylose importante nous empêche de voir correctement cette évolution. À ce niveau, les processus articulaires caudaux sont surmontés par une crête aiguë. Toutes ces caractéristiques entraînent une mobilité réduite des vertèbres thoraciques par rapport aux vertèbres cervicales.

Une caractéristique majeure différencie les vertèbres thoraciques de toutes les autres vertèbres, il s'agit de leur articulation avec les côtes. Chaque vertèbre thoracique possède un processus transverse qui s'associe au tubercule de la côte du même rang ainsi que des fossettes costales se trouvant cranialement et caudalement, le plus souvent au nombre de deux par corps vertébral. La fossette costale craniale est plus marquée que la caudale, mais s'aplanit peu à peu ; quant à la fossette caudale, elle disparaît au niveau de la onzième vertèbre thoracique. C'est sur ces fossettes que vient s'articuler la tête de la côte, entre une fossette caudale de la vertèbre précédente et la fossette craniale de la vertèbre du même rang.

Les vertèbres thoraciques présentent aussi un arc vertébral qui est dorsal et qui forme avec les corps vertébraux, un foramen vertébral assez étroit dans lequel passe la moelle épinière.

Cet arc vertébral porte les processus, notamment les processus épineux qui sont saillants dont la taille augmente sur les trois premières vertèbres, diminue peu à peu jusqu'à la onzième vertèbre, puis ré-augmente sur les dernières. Ces processus sont inclinés en direction caudale (postéversion) jusqu'à la onzième vertèbre dont le processus est orthogonal à l'axe rachidien (vertèbre anticlinale) puis ils sont ensuite orientés en direction craniale (antéversion). Leur forme n'est pas très régulière mais les processus ne sont pas pointus. Ils sont assez fins cranialement et plus épais caudalement.

Les processus transverses sont latéraux, ils sont relativement courts et leur taille diminue progressivement jusqu'à ce qu'ils disparaissent au niveau de la vertèbre anticlinale pour laisser place à une division de ce processus qui donne cranialement le processus mamillaire et caudalement le processus accessoire, de plus en plus imposants en se rapprochant des vertèbres lombaires. Les processus transverses portent la *fovea* (fossette) costale transversaire, qui répond au tubercule de la côte.

D'après ces caractéristiques, nous voyons bien que les vertèbres thoraciques ont des formes qui évoluent de la première à la dernière, il s'agit de la partie de la colonne qui change le plus, ceci permettant une transition entre les vertèbres cervicales et les lombaires.

La partie thoracique de la colonne vertébrale mesure environ 33 cm de longueur.



Figure 72 : Vertèbres thoraciques du puma, aspect latéral. (Original)

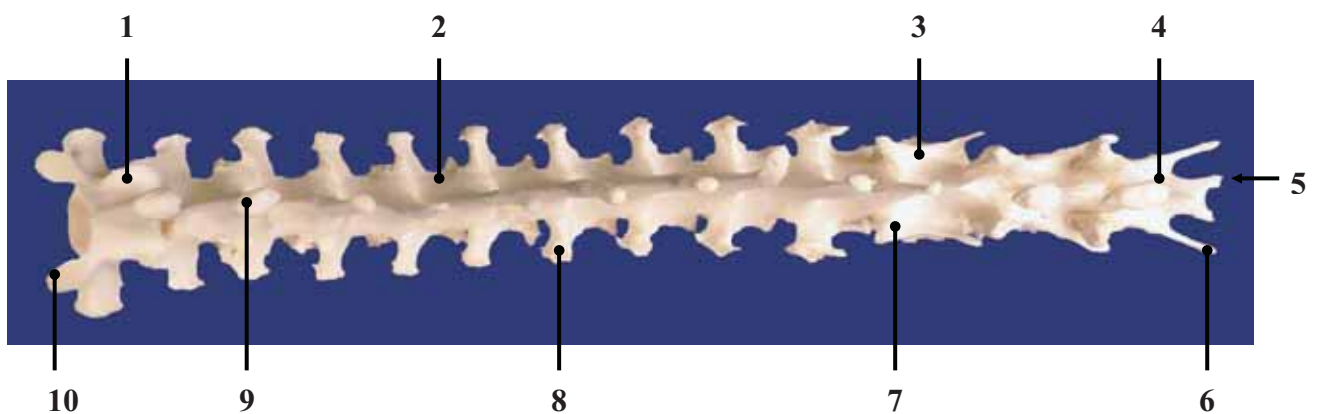


Figure 73 : Aspect dorsal des vertèbres thoraciques. (Original)

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1 : Première vertèbre thoracique | 6 : Processus accessoire |
| 2 : Cinquième vertèbre thoracique | 7 : Processus mamillaire |
| 3 : Vertèbre anticlinale | 8 : Processus transverse |
| 4 : Treizième vertèbre thoracique | 9 : Processus épineux |
| 5 : Processus artulaire caudal | 10 : Processus artulaire cranial |

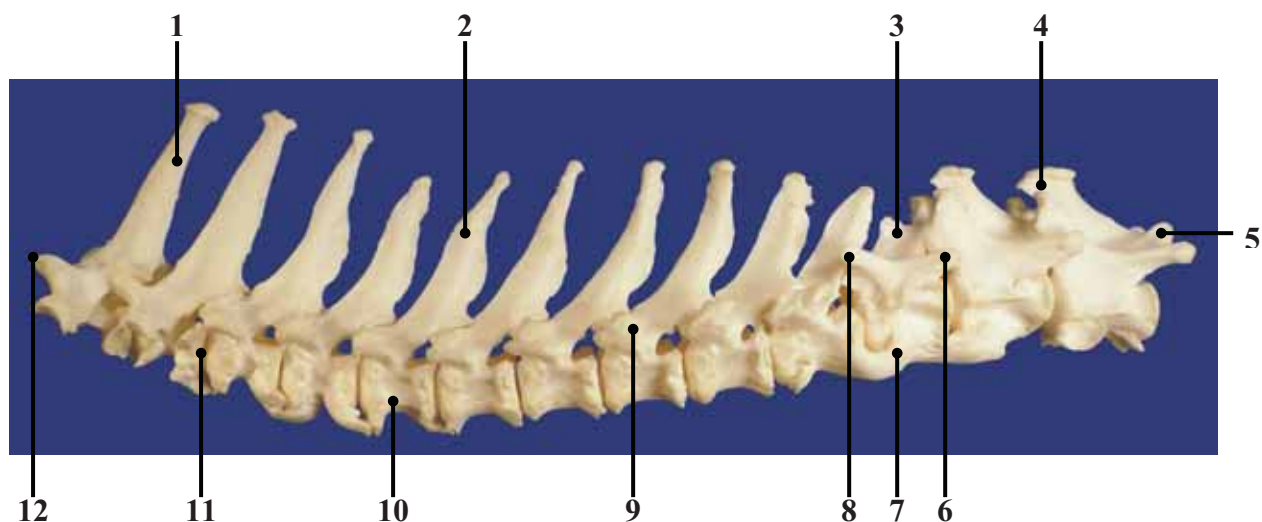
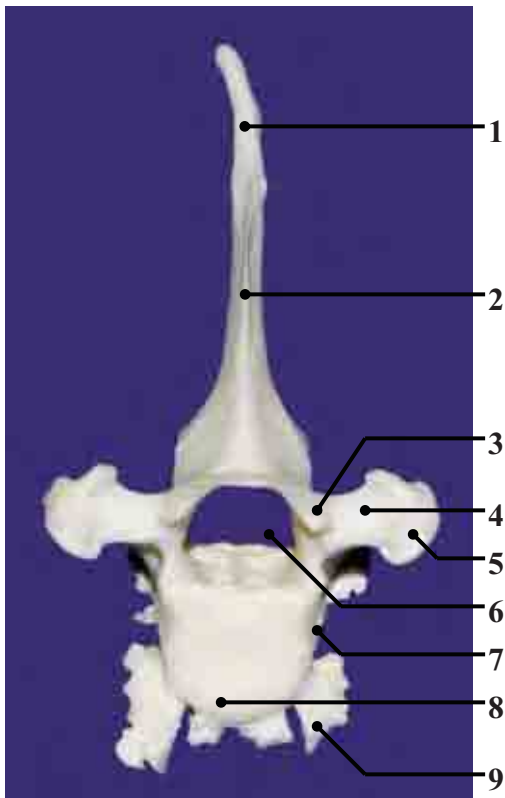


Figure 74 : Aspect latéral gauche des vertèbres thoraciques. (Original)

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 : Première vertèbre thoracique | 7 : Lésion de spondylose |
| 2 : Processus épineux en postéroversion | 8 : Processus mamillaire |
| 3 : Vertèbre anticlinale | 9 : Processus transverse |
| 4 : Dernière vertèbre thoracique | 10 : Corps vertébral |
| 5 : Processus articulaire caudal | 11 : Espace intervertébral |
| 6 : Processus accessoire | 12 : Processus articulaire crânial |



- 1 : Processus épineux
- 2 : Bord crânial du processus épineux
- 3 : Processus articulaire cranial
- 4 : Processus transverse
- 5 : Fossette costale transversaire
- 6 : Foramen vertébral
- 7 : Fossette costale craniale
- 8 : Tête vertébrale
- 9 : Lésion de spondylose

Figure 75 : Aspect cranial de la première vertèbre thoracique. (Original)

- 1 : Processus épineux
- 2 : Bord caudal du processus épineux
- 3 : Processus articulaire caudal
- 4 : Processus transverse
- 5 : Foramen vertébral
- 6 : Fossette costale caudale
- 7 : Fosse vertébrale
- 8 : Lésion de spondylose

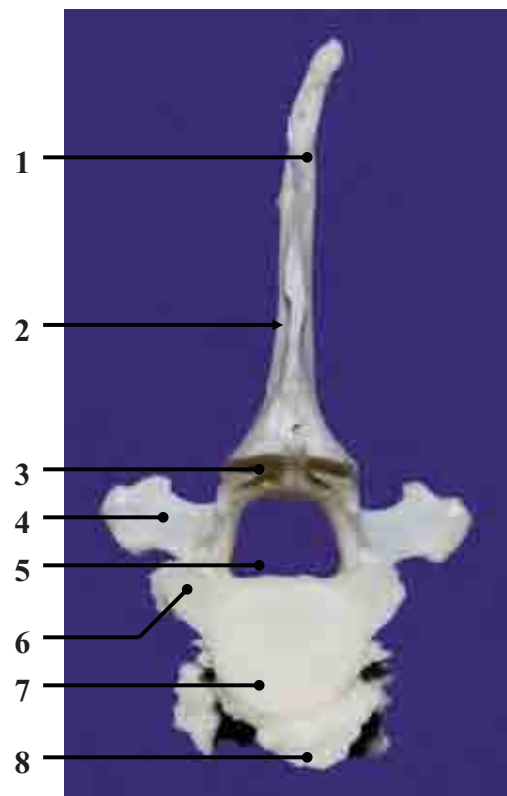


Figure 76 : Aspect caudal de la première vertèbre thoracique. (Original)

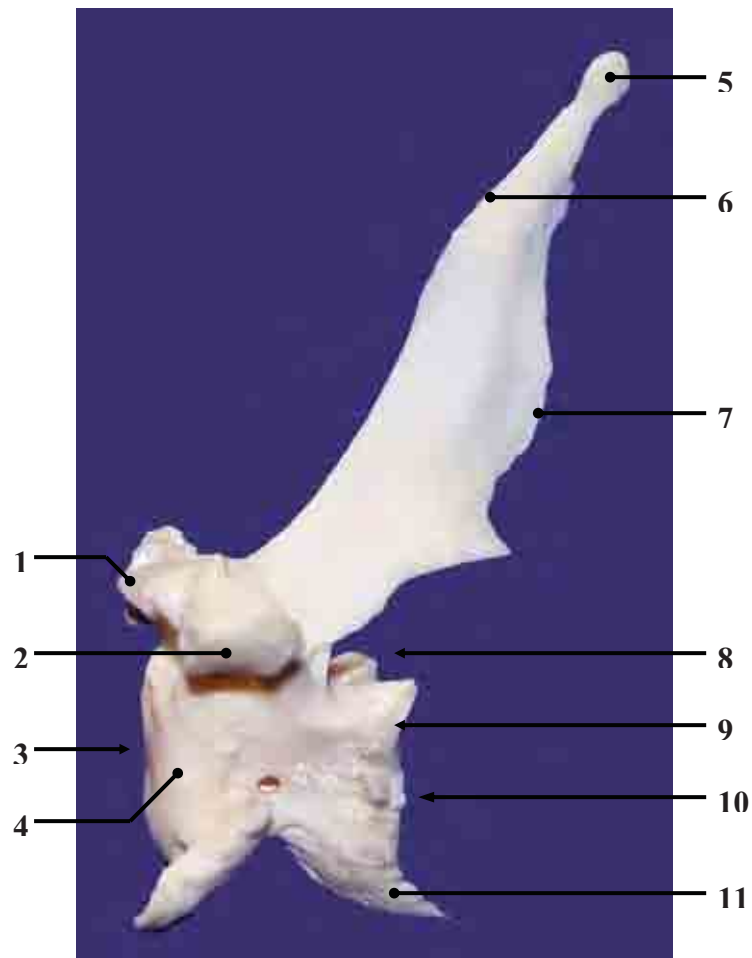


Figure 77 : Aspect latéral gauche de la première vertèbre thoracique. (Original)

- | | |
|--|--|
| 1 : Processus articulaire cranial | 7 : Bord caudal |
| 2 : Fossette costale transversaire | 8 : Incisure caudale |
| 3 : Tête vertébrale | 9 : Fovéa costale pour la tête de la 2 ^e côte |
| 4 : Fovéa costale pour la tête de la 1 ^{ère} côte | 10 : Fosse vertébrale |
| 5 : Processus épineux | 11 : Lésion de spondylose |
| 6 : Bord cranial | |

Il aurait été très intéressant d'étudier plus précisément la onzième vertèbre seule qui est la vertèbre anticlinale et qui à ce titre présente certaines particularités, mais les lésions de spondylose sont si importantes que cette vertèbre est soudée aux vertèbres adjacentes : la photographie suivante montre un ensemble de trois vertèbres accolées mais nous nous concentrerons sur la vertèbre centrale.

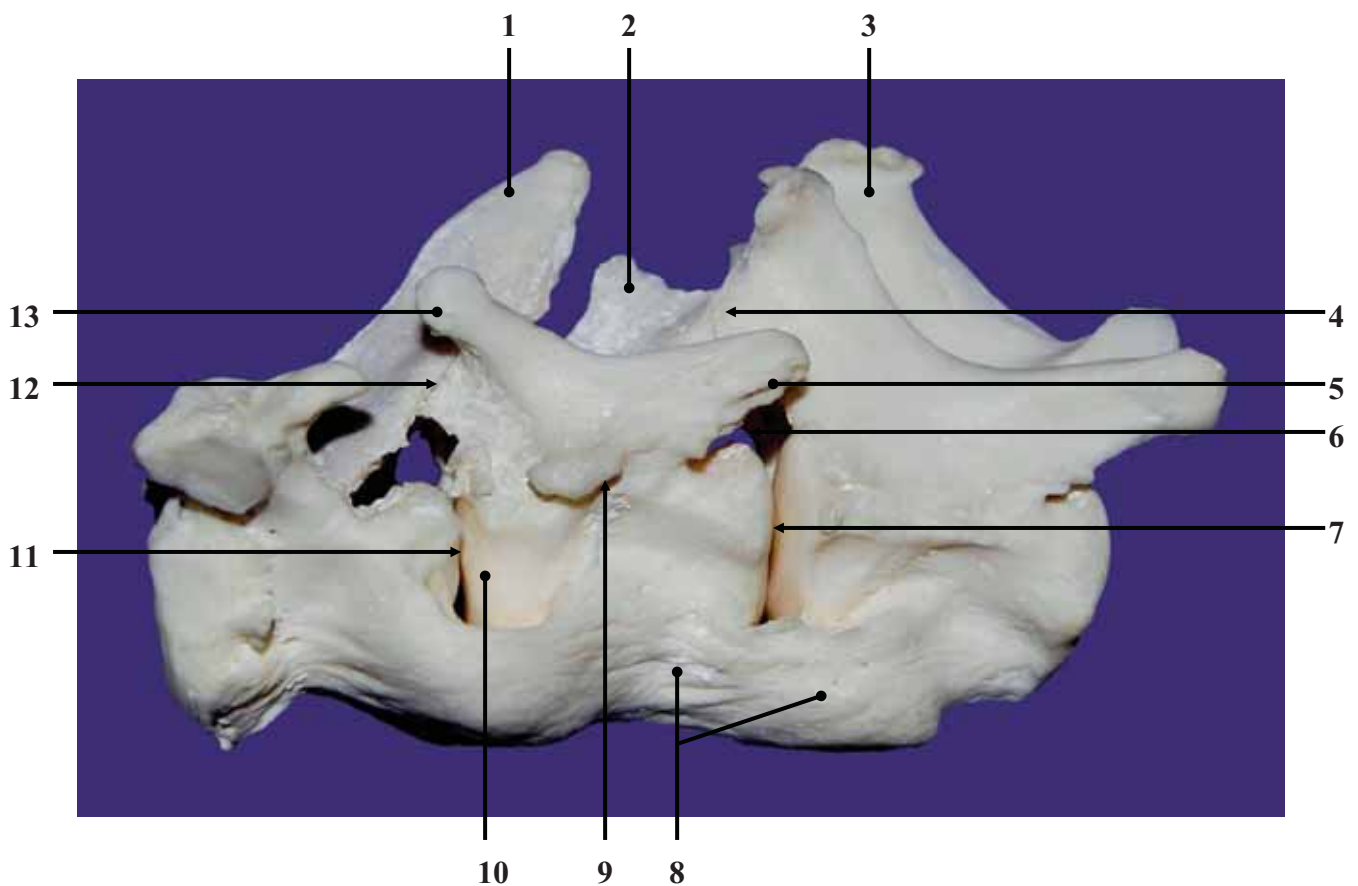


Figure 78 : Aspect latéral gauche des dixième, onzième et douzième vertèbres thoraciques. (Original)

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1 : Processus épineux en postéroversion | 8 : lésion de spondylose |
| 2 : Processus épineux de la vertèbre anticlinale | 9 : Fossette costale transversaire |
| 3 : Processus épineux en antéroversion | 10 : Fovéa costale craniale |
| 4 : Processus artulaire caudal | 11 : Tête vertébrale |
| 5 : Processus accessoire | 12 : Processus artulaire cranial |
| 6 : Incisure vertébrale caudale | 13 : Processus mamillaire |
| 7 : Fosse vertébrale | |

II. Radiographie

1) Incidence latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

Pour cette incidence, l'animal est placé en décubitus latéral gauche, les membres thoraciques sont tirés vers l'avant de l'animal et les membres pelviens vers l'arrière. La tête est placée en légère extension de façon à ce que les vertèbres cervicales et thoraciques soient dans le même axe. Afin d'obtenir un cliché radiographique sur lequel les vertèbres thoraciques apparaissent bien alignées et bien de profil, il est nécessaire de s'assurer que les membres soient bien parallèles à la surface de la table et parfois, l'utilisation d'une cale s'avère utile pour relever le bassin de l'animal, ce qui permet d'aligner les vertèbres lombaires avec les dernières vertèbres thoraciques.

Comme nous l'avons expliqué précédemment, la colonne ne peut être radiographiée en entier sur un même cliché pour des raisons d'interprétation (*cf* ci-dessus). Pour les vertèbres cervicales un seul cliché pouvait suffire, mais dans le cas des vertèbres thoraciques, au nombre de treize, un minimum de deux clichés est nécessaire et il est tout à fait possible d'en réaliser trois pour obtenir des clichés encore plus précis. Pour notre atlas, nous avons réalisé deux clichés radiographiques ; l'un présentant la jonction cervico-thoracique et les six premières vertèbres thoraciques, l'autre présentant les sept dernières vertèbres thoraciques et la jonction thoraco-lombaire. Une simple palpation de la colonne permet de repérer assez rapidement les deux jonctions citées et ainsi de régler correctement le diaphragme de façon à ne radiographier que la zone voulue. Si l'animal avait été vivant, il aurait été judicieux de prendre le cliché entre deux respirations de façon à obtenir une radiographie nette non troublée par les mouvements respiratoires.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

En ce qui concerne la colonne thoracique, il est conseillé d'utiliser des constantes permettant d'obtenir un contraste élevé, pour arriver à cela, l'opérateur doit augmenter ses mAs et utiliser des kV faibles.

Le cliché sera considéré de bonne qualité lorsque les constantes utilisées permettront d'obtenir une radiographie nette et contrastée et que la position des vertèbres thoraciques sera correcte. Quand la position est correcte, les vertèbres sont bien de profil et donc les processus vertébraux sont bien alignés (surtout au niveau des dernières vertèbres où les processus sont plus importants) mais aussi la base des côtes correspondant à une même paire s'aligne parfaitement ; ce qui n'est pas tout à fait le cas pour nos radiographies.

2) Incidence ventro-dorsale

Nous ne présenterons pas de radiographie de cette projection car celle-ci ne montre pas d'intérêt majeur par rapport aux informations fournies par les radiographies de profil.

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

Comme pour la colonne cervicale, l'animal est placé en décubitus dorsal, les membres thoraciques tirés vers l'avant et les membres thoraciques vers l'arrière. Il est très difficile de faire en sorte que l'animal ne roule pas sur un côté ou l'autre, l'utilisation de sacs de sable ou

de cales au niveau des flancs permet de l'éviter. Il faut donc faire en sorte que la colonne soit bien droite. Comme pour l'incidence latérale, la réalisation d'un minimum de deux clichés s'avère nécessaire.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Contrairement à la colonne cervicale, un obstacle barre le passage des rayons pour atteindre la colonne, il s'agit de la cage thoracique qui est relativement profonde. Celle-ci oblige donc l'opérateur à augmenter les kV mais il faut aussi avoir des mAs élevés si on veut obtenir un contraste suffisant, il faut donc un compromis entre les deux.

Le cliché est considéré comme de bonne qualité lorsque les vertèbres sont alignées avec les sternèbres, les processus épineux se trouvent au milieu des corps vertébraux ou encore les processus articulaires et transverses sont symétriques.

3) Anatomie radiographique [7, 12, 17, 22, 25, 44, 49, 61]

Deux clichés des vertèbres thoraciques ont été réalisés. Le premier montre la jonction cervico-thoracique et les six premières vertèbres thoraciques. Sur ce cliché, sont également visibles les scapulas qui se superposent aux dernières vertèbres cervicales et aux premières vertèbres thoraciques. La seconde montre les autres vertèbres thoraciques jusqu'à la jonction thoraco-lombaire.

Sur les radiographies, les espaces intervertébraux de forme rectangulaire et d'opacité liquidienne sont bien visibles. On devine nettement les processus épineux, mais il est plus difficile de deviner les processus transverses superposés au corps des vertèbres. Sur le second cliché, il est intéressant de voir l'évolution des vertèbres et notamment le changement d'inclinaison du processus épineux au niveau de la vertèbre anticlinale.

Une différence majeure avec les autres vertèbres est bien sûr la présence des côtes qui sont bien visibles même si elles ne se superposent pas. On devine leur tête et leur tubercule même si elles ne s'articulent plus que par leur tête entre deux vertèbres au niveau des dernières vertèbres thoraciques. Sous les vertèbres, on observe une plage plus noire, hétérogène, il s'agit du champ pulmonaire dans lequel se trouve un tube entouré d'anneaux cartilagineux qui apparaissent plus blancs, il s'agit de la trachée et la partie plus radio-opaque sous les dernières vertèbres thoraciques correspond au diaphragme de l'animal qui n'était pas éviscéré lors de la prise des radiographies.

Remarquons également, comme sur les vertèbres cervicales, la présence de très nombreuses lésions de spondylose formant de véritables ponts entre les vertèbres thoraciques.

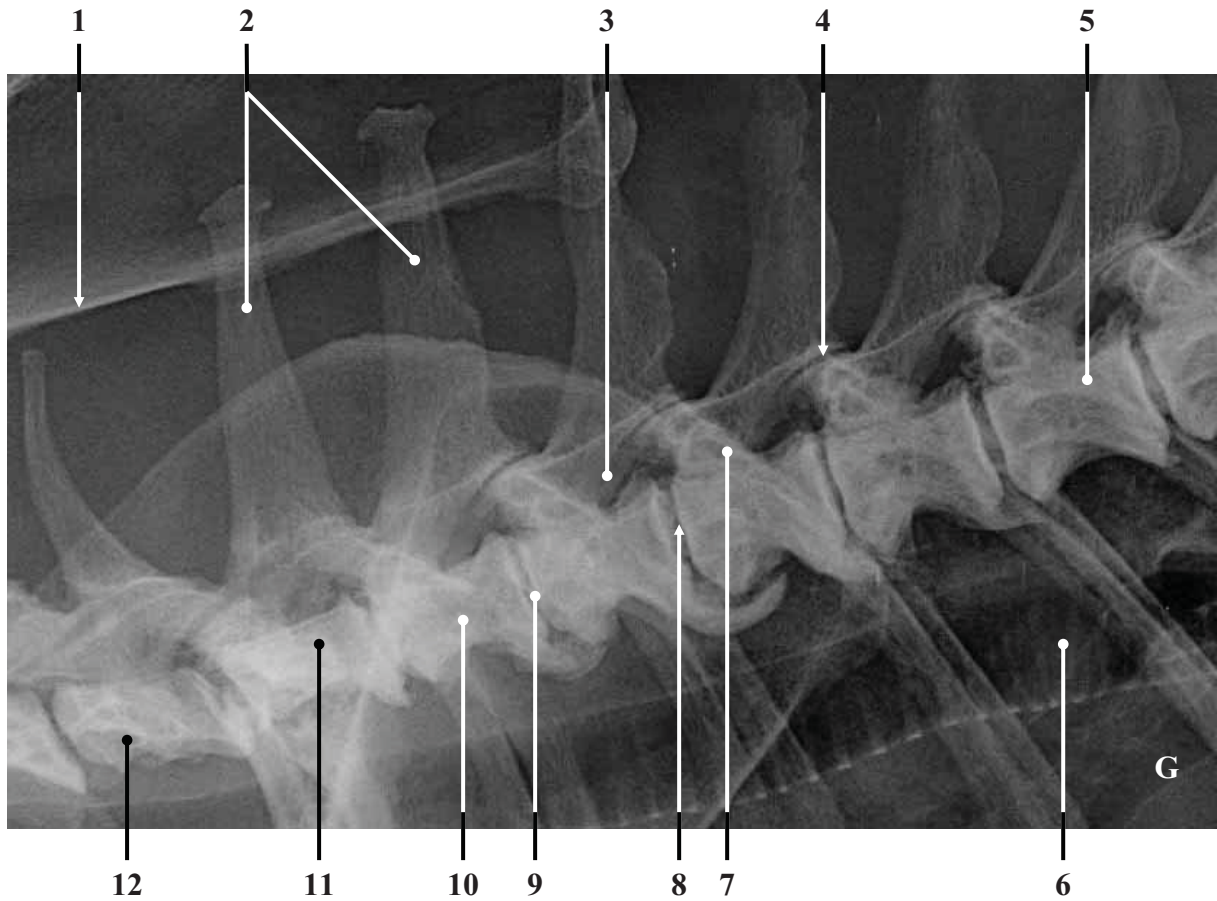


Figure 79 : Projection latérale des six premières vertèbres thoraciques. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1 : Épine scapulaire | 7 : Tubercule costal |
| 2 : Processus épineux | 8 : Tête costale |
| 3 : Trou vertébral | 9 : Espace intervertébral |
| 4 : Surface articulaire | 10 : Corps vertébral |
| 5 : Sixième vertèbre thoracique | 11 : Première vertèbre thoracique |
| 6 : Trachée | 12 : Dernière vertèbre cervicale |

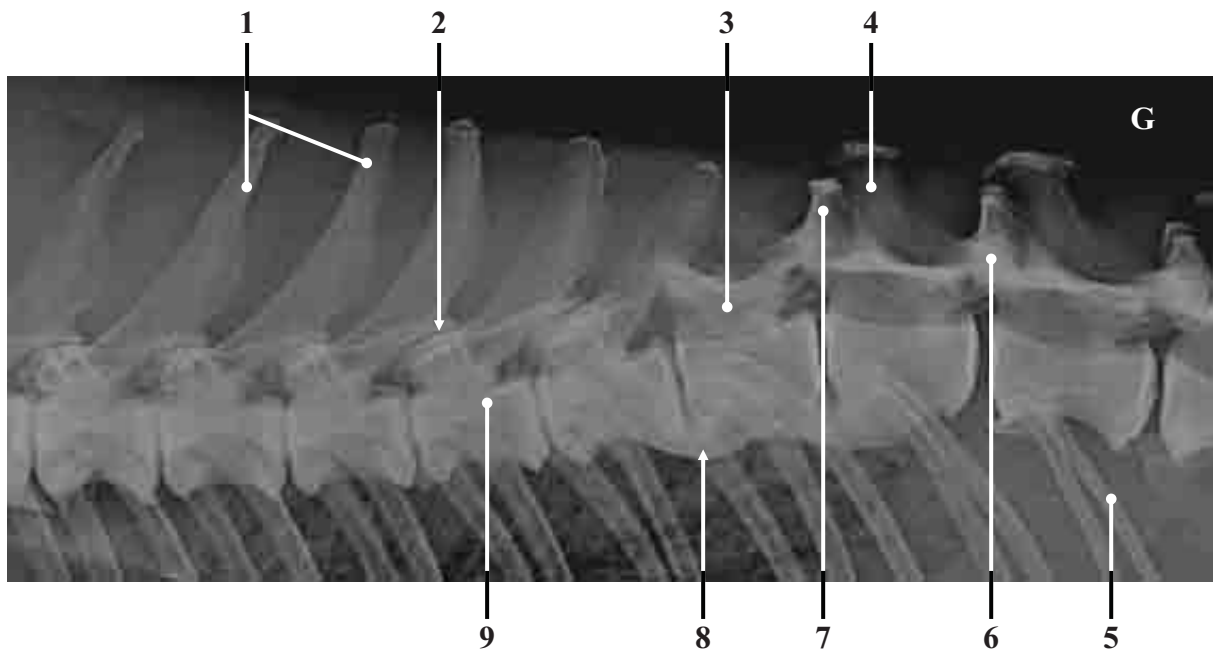


Figure 80 : Projection latérale des six premières vertèbres thoraciques. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

1 : Processus épineux en postéroversion
 2 : Processus articulaire
 3 : Vertèbre anticlinale
 4 : Processus épineux en antéroversion
 5 : Dernières côtes

6 : Processus accessoire
 7 : Processus mamillaire
 8 : Lésion de spondylose
 9 : Processus transverse

Vertèbres lombaires

I. Ostéologie [7, 12, 17, 22, 25, 49, 61]

Les vertèbres lombaires se situent entre les vertèbres thoraciques et les vertèbres caudales et sont au nombre de sept. Leur forme globale est très proche des dernières vertèbres thoraciques bien que ces vertèbres semblent plus larges et plus fortes.

Les corps vertébraux sont de forme cylindrique et s'allongent au fur et à mesure que l'on approche des vertèbres caudales bien que la dernière vertèbre lombaire semble un peu plus courte. Ces corps sont de plus en plus larges et aplatis dorso-ventralement jusqu'à la dernière vertèbre lombaire, ce qui fait que cette dernière est plus large que longue. On remarque aussi que les têtes et les fosses vertébrales sont quasiment planes.

Ventralement au corps, les documentations mentionnent une crête ventrale épaisse sur les premières vertèbres lombaires qui s'affine progressivement mais en ce qui concerne notre puma, cette spécificité est peu visible de par la présence de lésions de spondylose toujours très développées au point de souder les dernières vertèbres ensemble.

Dorsalement au corps vertébral, le foramen vertébral est très important et s'élargit jusqu'à la dernière vertèbre lombaire.

Au sommet des vertèbres, tout comme pour les vertèbres cervicales et thoraciques, on observe des processus épineux qui sont tout de même moins saillants et plus larges que pour les vertèbres thoraciques et montrent bien une certaine continuité avec celles-ci, d'autant plus qu'ils sont en antéversion comme pour les dernières vertèbres thoraciques. Ces processus sont de plus en plus hauts de la première vertèbre lombaire à la quatrième puis leur hauteur diminue mais ils s'amincissent de la première à la dernière vertèbre lombaire.

Les processus transverses sont caractéristiques des vertèbres lombaires, ils ressemblent fortement à des rudiments de côtes aplaties, d'où le qualificatif de « costiformes ». Ils sont très longs et forts et semblent protéger les viscères abdominaux se trouvant sous eux (notamment les reins). Leur inclinaison est cranio-dorsale, de moins en moins marquée en approchant des dernières vertèbres. Les trois premiers processus sont assez longs puis la taille diminue peu à peu en approchant des vertèbres caudales.

En ce qui concerne les processus articulaires, ils permettent un emboîtement parfait des vertèbres entre elles, ce qui compense le fait que les têtes et les fosses soient quasiment planes. Les mouvements latéraux sont ainsi diminués.

Les processus mamillaires sont bien développés et latéraux aux processus articulaires craniaux. Ils sont plus hauts et pointus. Les processus accessoires sont aussi forts et pointus et dirigés dorso-caudalement. Leurs tailles diminuent en approchant des dernières vertèbres lombaires.

Cette partie de la colonne mesure environ 30 cm de long.



Figure 81 : Vertèbres lombaires du puma, aspect dorsal. (Original)

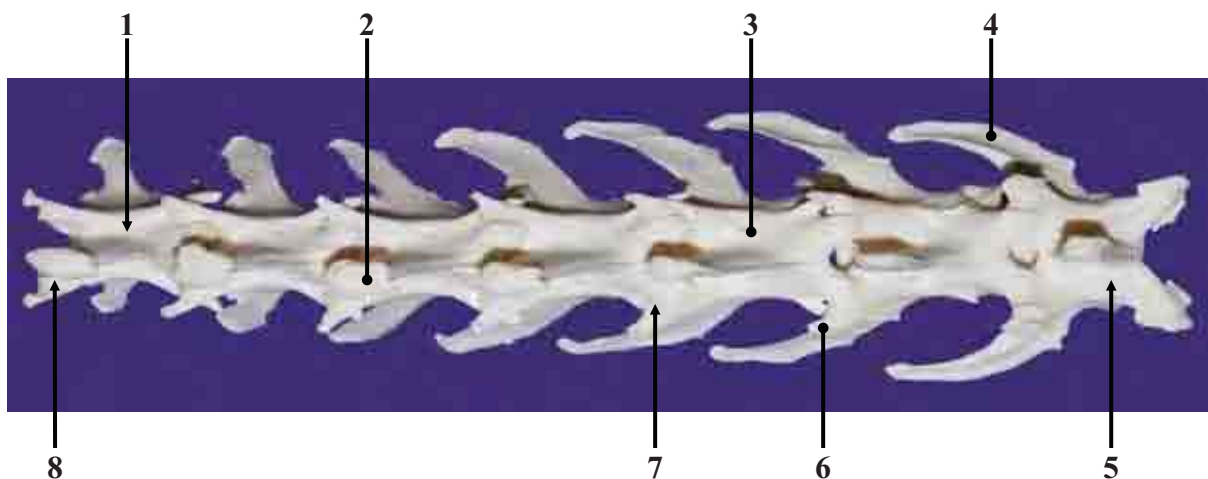


Figure 82 : Aspect dorsal des vertèbres lombaires. (Original)

- 1 : Première vertèbre lombaire
- 2 : Processus épineux
- 3 : Corps vertébral
- 4 : Processus transverse

- 5 : Dernière vertèbre lombaire
- 6 : Processus mamillaire
- 7 : Processus artulaire caudal
- 8 : Processus artulaire cranial

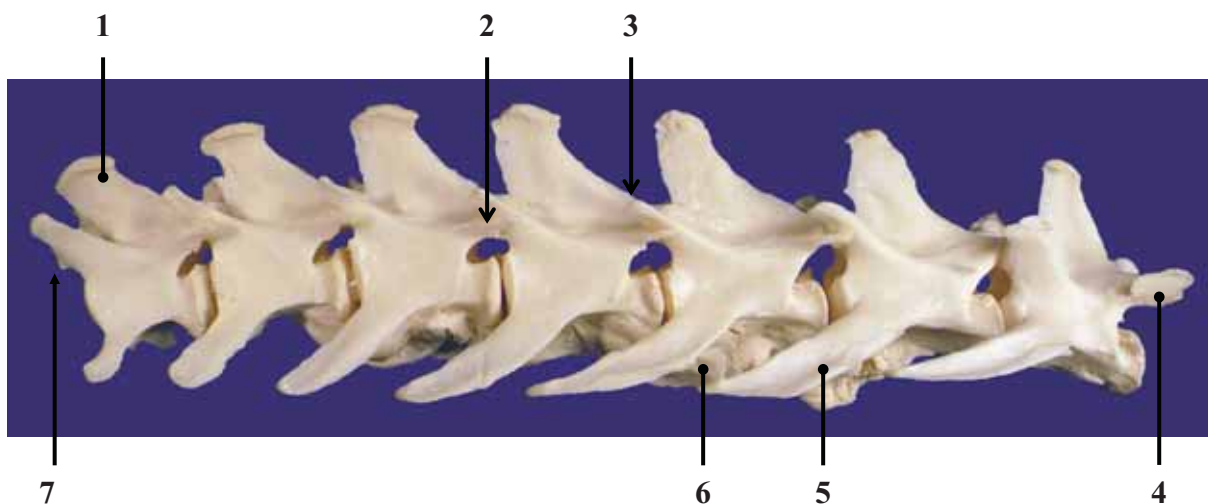
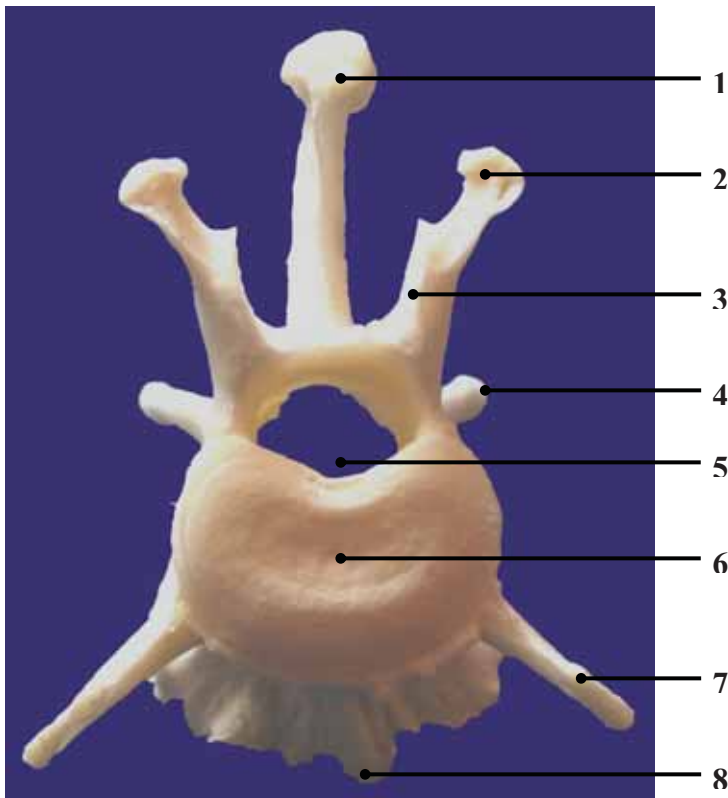


Figure 83 : Aspect latéral gauche des vertèbres lombaires. (Original)

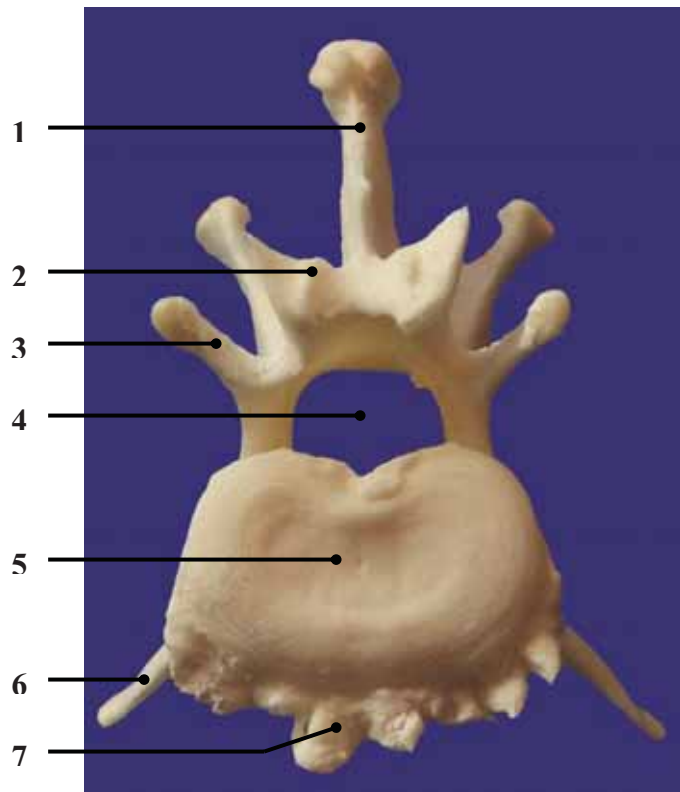
- 1 : Processus épineux
- 2 : Processus accessoire
- 3 : Processus mamillaire
- 4 : Processus artulaire caudal

- 5 : Processus transverse
- 6 : Lésion de spondylose
- 7 : Processus artulaire cranial



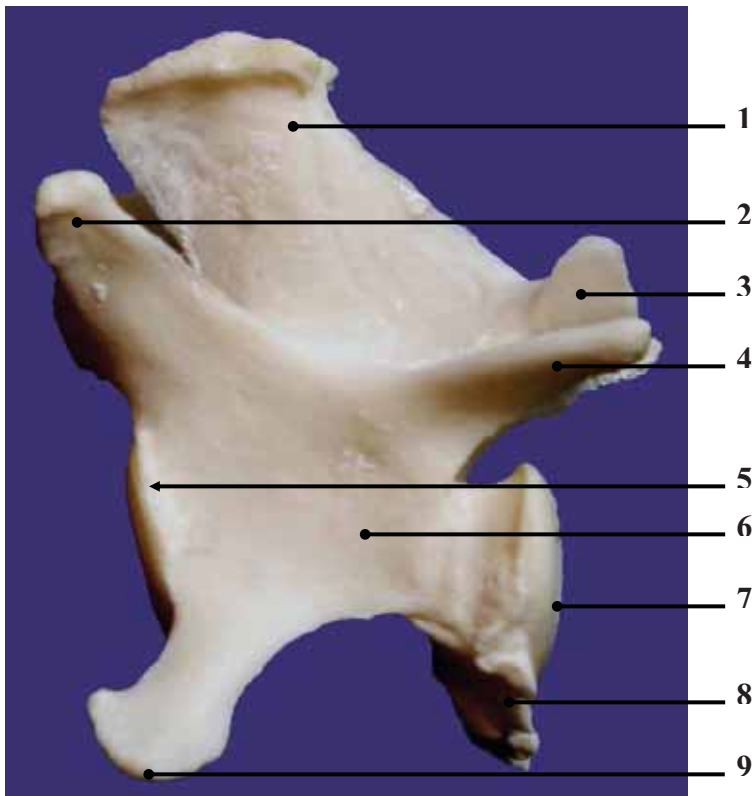
- 1 : Processus épineux
- 2 : Processus mamillaire
- 3 : Processus articulaire cranial
- 4 : Processus accessoire
- 5 : Foramen vertébral
- 6 : Tête de la vertèbre
- 7 : Processus transverse
- 8 : Lésion de spondylose

Figure 84: Aspect cranial de la première vertèbre lombaire. (Original)



- 1 : Processus épineux
- 2 : Processus articulaire caudal
- 3 : Processus mamillaire
- 4 : Foramen vertébral
- 5 : Fosse de la vertèbre
- 6 : Processus transverse
- 7 : Lésion de spondylose

Figure 85 : Aspect caudal de la première vertèbre lombaire. (Original)



- 1 : Processus épineux
- 2 : Processus mamillaire
- 3 : Processus articulaire caudal
- 4 : Processus accessoire
- 5 : Tête de la vertèbre
- 6 : Corps vertébral
- 7 : Fosse de la vertèbre
- 8 : Lésion de spondylose
- 9 : Processus transverse

Figure 86 : Aspect latéral gauche de la première vertèbre lombaire. (Original)

- 1 : Processus épineux
- 2 : Processus mamillaire
- 3 : Processus articulaire cranial
- 4 : Processus articulaire caudal
- 5 : Tête de la vertèbre
- 6 : Fosse de la vertèbre
- 7 : Processus transverse

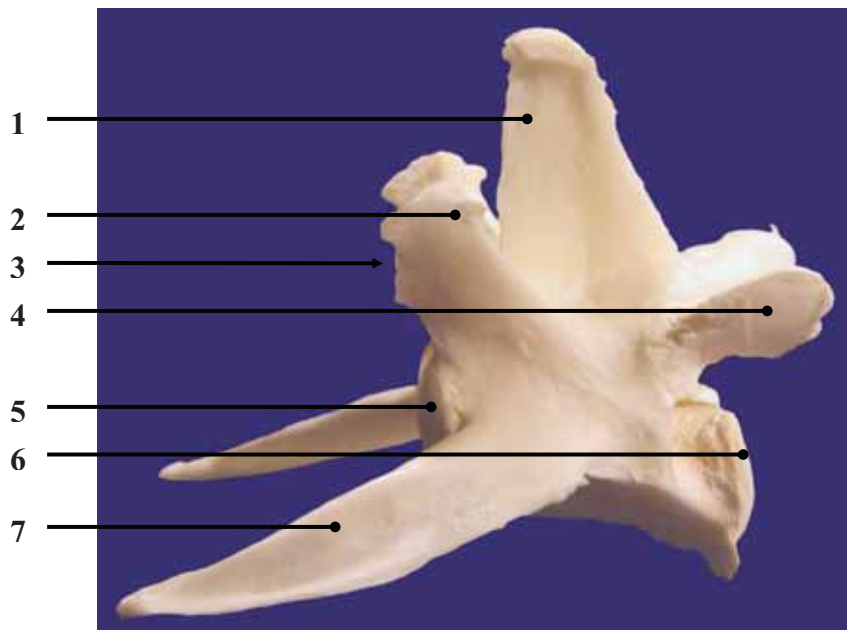


Figure 87 : Aspect latéral gauche de la septième vertèbre lombaire. (Original)

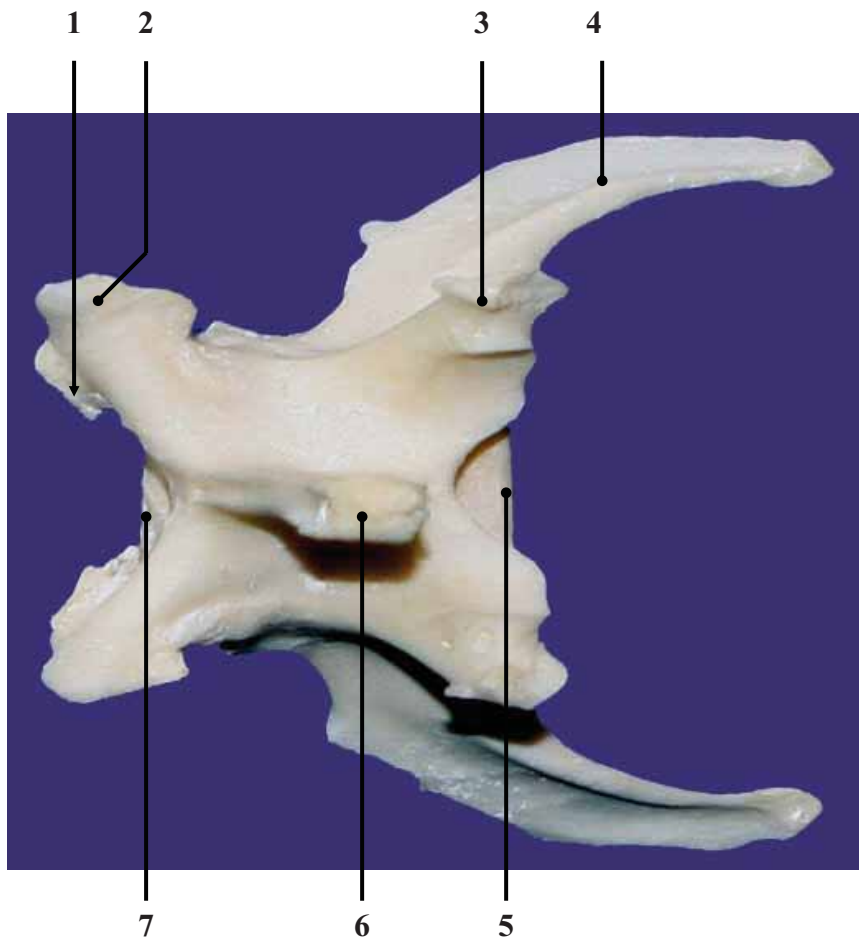


Figure 88 : Aspect dorsal de la septième vertèbre lombaire.(Original)

1 : Processus articulaire cranial
2 : Processus mamillaire
3 : Processus articulaire caudal
4 : Processus transverse

5 : Fosse vertébrale
6 : Processus épineux
7 : Tête de la vertèbre

II. Radiographie

1) Incidence latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

Pour cette incidence, l'animal est placé en décubitus latéral gauche, les membres thoraciques sont étirés vers l'avant et les membres pelviens sont placés en position physiologique, légèrement tirés vers l'arrière. Il est aussi nécessaire de surélever le postérieur droit à l'aide d'une cale de façon à obtenir une colonne bien droite. On ouvre ensuite le diaphragme en prenant des repères au niveau des dernières côtes cranialement et au niveau des ailes de l'ilium caudalement. Vu la taille de l'animal, un seul cliché de toute la région lombaire peut suffire, ce que l'on a effectué. Il est envisageable de prendre deux clichés si l'on désire avoir des informations précises dans cette zone.

Si l'animal est vivant, mieux vaut prendre le cliché entre deux mouvements respiratoires de façon à obtenir une image nette.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres utilisés pour cette partie de la colonne sont sensiblement identiques à ceux utilisés pour la colonne thoracique. Une bonne projection latérale doit montrer des vertèbres exactement de profil, dont les processus transverses se superposent ainsi que les ailes de l'ilium.

2) Incidence ventro-dorsale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est placé en décubitus dorsal, les membres thoraciques étirés vers l'avant et les membres pelviens et la queue vers l'arrière de façon à ce que la colonne soit la plus droite possible. Il est bien souvent nécessaire de caler l'animal pour qu'il ne roule pas sur l'un de ses côtés et il ne faut pas oublier de latéraliser la radiographie.

On ouvre ensuite le diaphragme de façon à limiter l'arrivée des rayons au niveau de la zone voulue, pour cela on utilise les mêmes repères que pour l'incidence latérale.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les constantes sont identiques à celles utilisées pour le reste de la colonne et la projection est considérée comme correcte lorsque les processus transverses sont bien symétriques ou que les processus épineux bien au centre des corps vertébraux.

3) Anatomie radiographique [7, 10, 12, 17, 25, 44, 49, 61]

La projection latérale présentée contient les sept vertèbres lombaires, la dernière se voyant un peu moins à cause de la superposition avec les ailes de l'ilium ; nous pourrions la voir plus correctement lorsque nous aborderons la jonction lombo-sacrée.

Nous pouvons remarquer que les critères de qualité ne sont pas respectés puisque les processus transverses ne sont pas superposés, l'animal était donc en légère rotation (difficulté de placement sans la scopie).

Ces processus transverses se discernent donc très bien. Ils sont orientés cranio-ventralement et on peut voir nettement que leur taille augmente.

Les processus épineux sont bien évidemment visibles au-dessus des corps vertébraux, de forme triangulaire et on observe bien que leur hauteur augmente jusqu'à la troisième ou quatrième vertèbre, puis diminue.

En ce qui concerne les processus mamillaires et articulaires craniaux, il est assez difficile de les distinguer puisqu'ils se superposent sur cette projection. Quant aux processus articulaires caudaux, qui sont normalement plus hauts que les processus accessoires, ils restent tout de même difficiles à distinguer.

Les corps vertébraux sont bien allongés et les têtes et les fosses vertébrales sont relativement planes, ce qui fait que l'on devine très bien les espaces intercostaux qui sont réguliers.

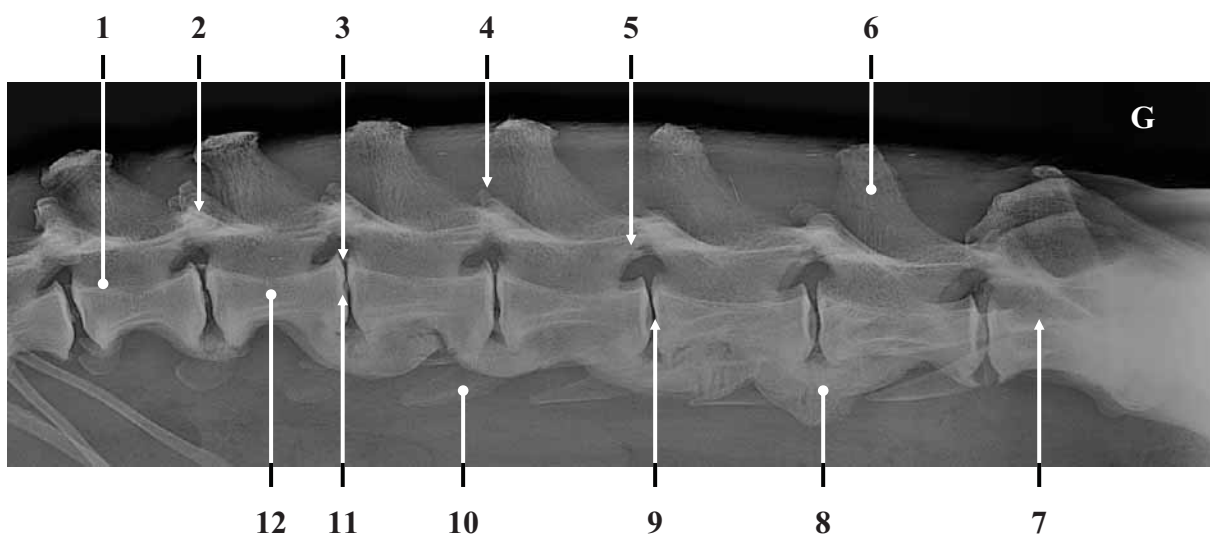


Figure 89: Projection latérale gauche des vertèbres lombaires. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

1 : Première vertèbre lombaire
 2 : Processus articulaire caudal
 3 : Espace intervertébral
 4 : Processus mamillaire
 5 : Processus accessoire
 6 : Processus épineux

7 : Septième vertèbre lombaire
 8 : Lésion de spondylose
 9 : Tête de la vertèbre
 10 : Processus transverse
 11 : Fosse de la vertèbre
 12 : Corps vertébral

Vertèbres sacrées

I. Ostéologie [7, 12, 17, 22, 25, 49, 61]

Les vertèbres sacrées sont au nombre de trois, ces vertèbres sont totalement fusionnées pour constituer un os impair : le sacrum. Celui-ci est en rapport crânialement avec la dernière vertèbre lombaire, caudalement avec la première vertèbre lombaire et latéralement aux os coxaux. Il forme ainsi le toit du bassin.

Vu dorsalement, on observe que la partie craniale du sacrum est plus large que la partie caudale. La partie la plus large est appelée la base et la partie la plus étroite la pointe. L'os est aplati dorso-ventralement. Sur cette face dorsale, nous retrouvons les mêmes processus que pour les vertèbres précédentes. Ainsi, malgré la soudure des vertèbres, on peut voir la présence des trois processus épineux en situation médiane sur le sacrum bien délimités les uns des autres. Leur taille diminue à mesure que l'on approche des vertèbres caudales et le dernier est entouré par les processus articulaires caudaux qui permettent la liaison à la première vertèbre caudale, ils sont petits et convexes. De chaque côté de la ligne formée par les processus épineux, des tubercules pointus correspondent aux vestiges des processus mamillaires et articulaires, forment la crête sacrée intermédiaire et les foramens sacrés dorsaux permettent le passage des branches dorsales des nerfs sacrés. Crânialement se trouvent les processus articulaires craniaux, concaves, de grande taille qui relient le sacrum à la dernière vertèbre lombaire.

Latéralement, les processus transverses forment une crête sacrée latérale. Les processus transverses de la première des trois vertèbres sont très larges, ce sont les ailes du sacrum. Cette surface accueille l'os de l'ilium au niveau de la surface auriculaire, il s'agit de l'articulation sacro-iliaque par laquelle est transmise l'impulsion des membres pelviens au tronc. Un peu dorsalement se trouve la tubérosité sacrée qui est une zone un peu rugueuse, lieu d'insertion de ligaments. Les autres processus transverses sont plus petits et les derniers forment des petites pointes portées vers l'arrière.

Le trou vertébral, appelé canal sacral se trouve au-dessus des corps vertébraux, de forme aplatie, sa taille diminue à mesure que l'on s'approche des vertèbres caudales.

La face ventrale ou pelvienne laisse deviner les jonctions intervertébrales, petits reliefs transverses situés entre les vertèbres soudées. C'est au niveau de ces jonctions que se trouvent les foramens sacrés pelviens, passage des rameaux ventraux des nerfs spinaux sacrés.

Le sacrum mesure environ 7 cm.



Figure 90 : Vertèbres sacrées du puma, aspect dorsal. (Original)

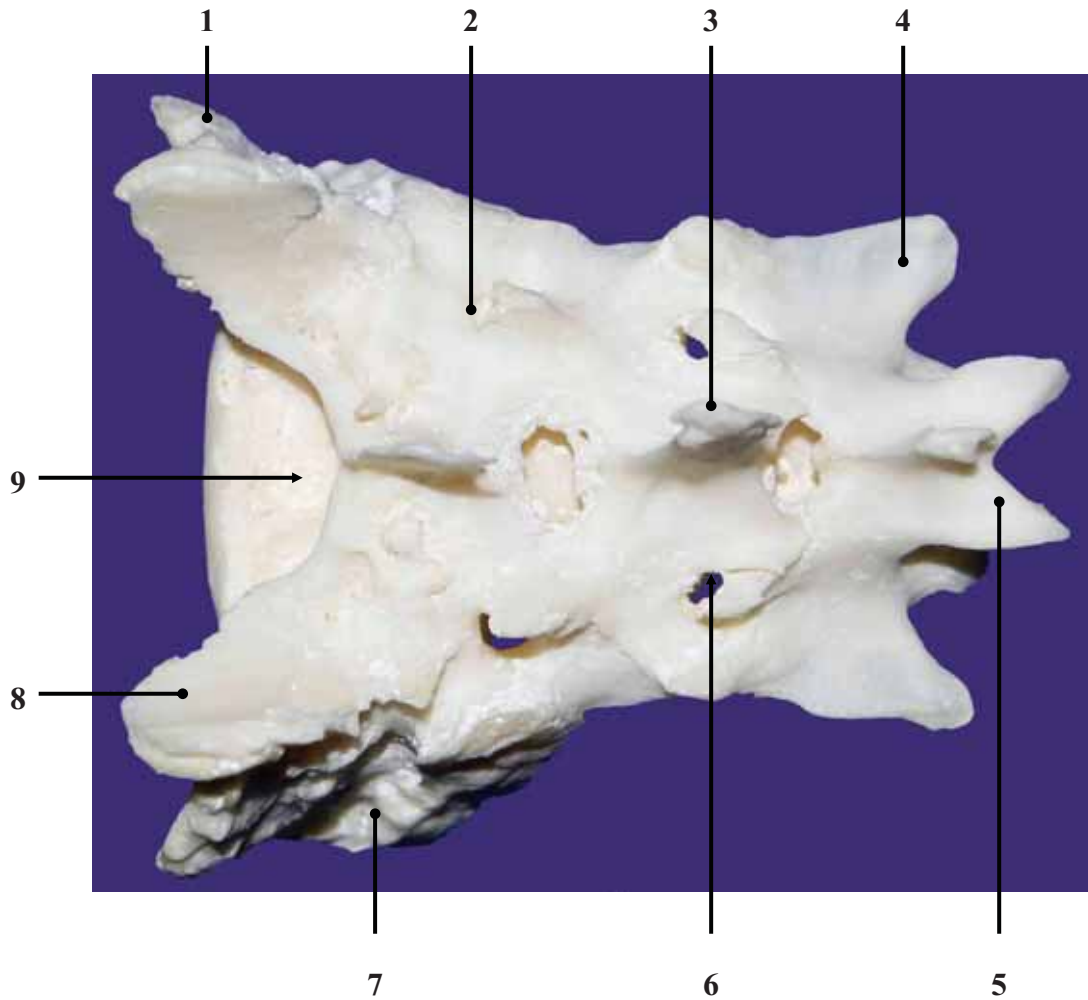


Figure 91 : Aspect dorsal du sacrum. (Original)

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 : Aile du sacrum | 6 : Foramen sacré dorsal |
| 2 : Processus articulaire | 7 : Surface auriculaire |
| 3 : Processus épineux | 8 : Surface articulaire craniale |
| 4 : Processus transverse | 9 : Trou vertébral |
| 5 : Processus articulaire caudal | |

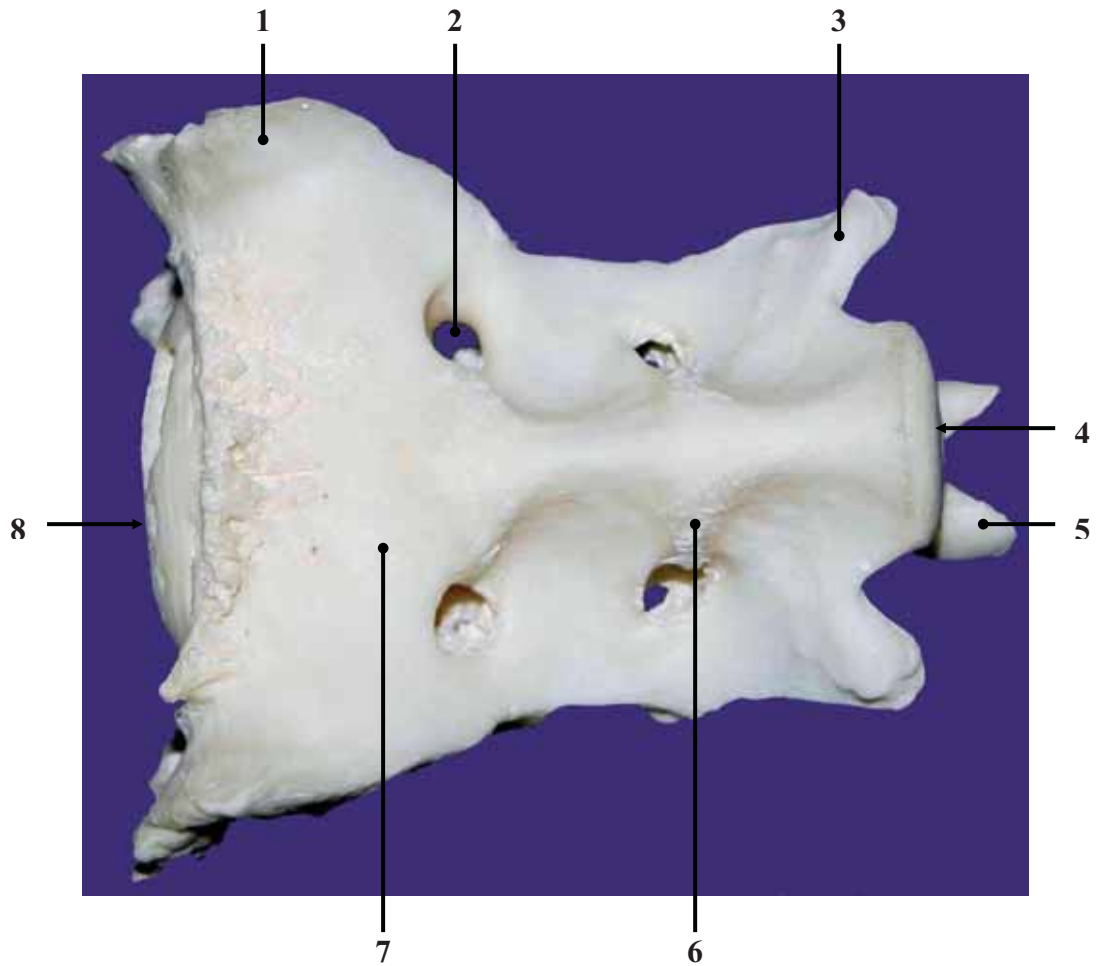


Figure 92 : Aspect ventral du sacrum. (Original)

1 : Aile du sacrum
 2 : Foramen sacré ventral
 3 : Processus transverse
 4 : Pointe du sacrum

5 : Processus articulaire caudal
 6 : Ligne transverse
 7 : Face pelvienne
 8 : Base du sacrum

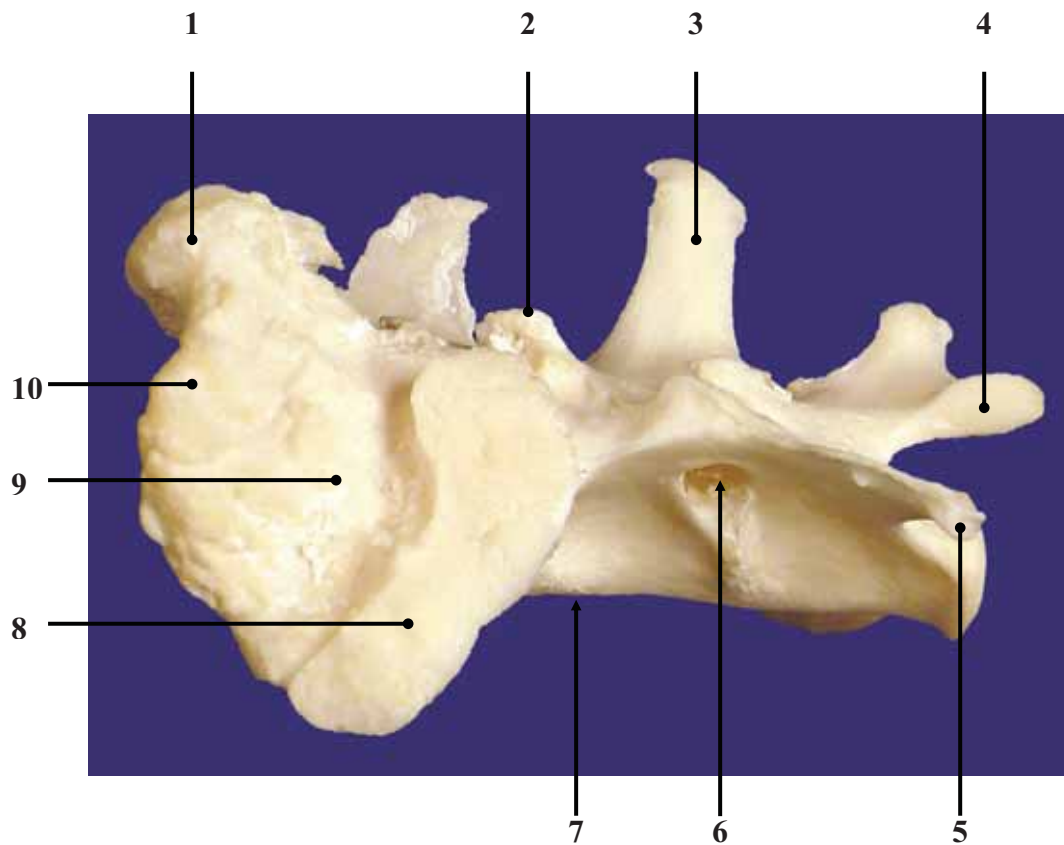


Figure 93 : Aspect latéral gauche du sacrum. (Original)

1 : Processus articulaire cranial
 2 : Processus articulaire
 3 : Processus épineux
 4 : Processus articulaire caudal
 5 : Dernier processus transverse

6 : Foramen sacré ventral
 7 : Face pelvienne
 8 : Surface auriculaire
 9 : Aile de l'os sacré
 10 : Tubérosité craniale

II. Radiographie

1) Incidence latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

Pour cette incidence, l'animal est positionné de la même manière que pour les vertèbres lombaires. Bien souvent, le sacrum est radiographié en même temps que les dernières vertèbres lombaires et les premières caudales, le diaphragme est alors réglé de façon à être centré sur le sacrum (au même niveau que l'ilium). Ce cliché est utile pour vérifier la présence ou non d'instabilité lombo-sacrée.

Remarquons que quelle que soit la position de l'animal, il est impossible de ne pas avoir de superposition avec le bassin pour cette incidence puisque le sacrum est directement relié à lui.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 58]

Là encore, les paramètres utilisés seront sensiblement les mêmes que ceux utilisés pour les vertèbres lombaires, il est possible de les diminuer un peu. Le cliché sera considéré de bonne qualité lorsque les constantes utilisées permettront d'obtenir une radiographie nette et contrastée et que la position sera correcte. Quand la position est correcte, les ailes de l'ilium et les processus transverses se superposent. Le cliché présenté ensuite est en légère rotation.

2) Incidence ventro-dorsale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est placé en décubitus dorsal, les membres thoraciques tirés vers l'avant et les membres pelviens et la queue vers l'arrière. L'utilisation de cales est nécessaire pour éviter toute rotation du bassin. Il faut donc faire en sorte que la colonne soit bien droite.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres utilisés sont les mêmes que ci-dessus. Le cliché est considéré de bonne qualité lorsque le bassin (les ailes de l'ilium) est bien symétrique ou encore que les processus épineux du sacrum se retrouvent bien au centre de celui-ci. Notre cliché présentait peu d'intérêt, nous ne l'étudierons pas.

3) Anatomie radiographique [7, 12, 17, 22, 25, 44, 49]

Sur la projection de profil, il y a une superposition entre le sacrum et le bassin ce qui rend difficile l'interprétation. Cependant quelques éléments se distinguent nettement. Ainsi, on observe très bien la présence d'une inclinaison entre la dernière vertèbre lombaire et le sacrum qui est physiologique mais si celle-ci est trop accentuée sur des radiographies en repos et/ou en stress (queue ramenée vers le bassin), il peut s'agir d'une instabilité vertébrale ou d'une luxation. On remarque aussi nettement que le canal vertébral se rétrécit fortement entre les vertèbres lombaires et les vertèbres sacrées. Ces vertèbres, au nombre de trois sont soudées et donc un seul ensemble apparaît même si une ligne transverse marque la jonction entre chacune d'elles. Sur cette incidence, nous devinons certains processus comme les derniers processus transverses ou les processus articulaires.

La projection ventro-caudale présente surtout un intérêt, celui de voir l'articulation sacro-iliaque.

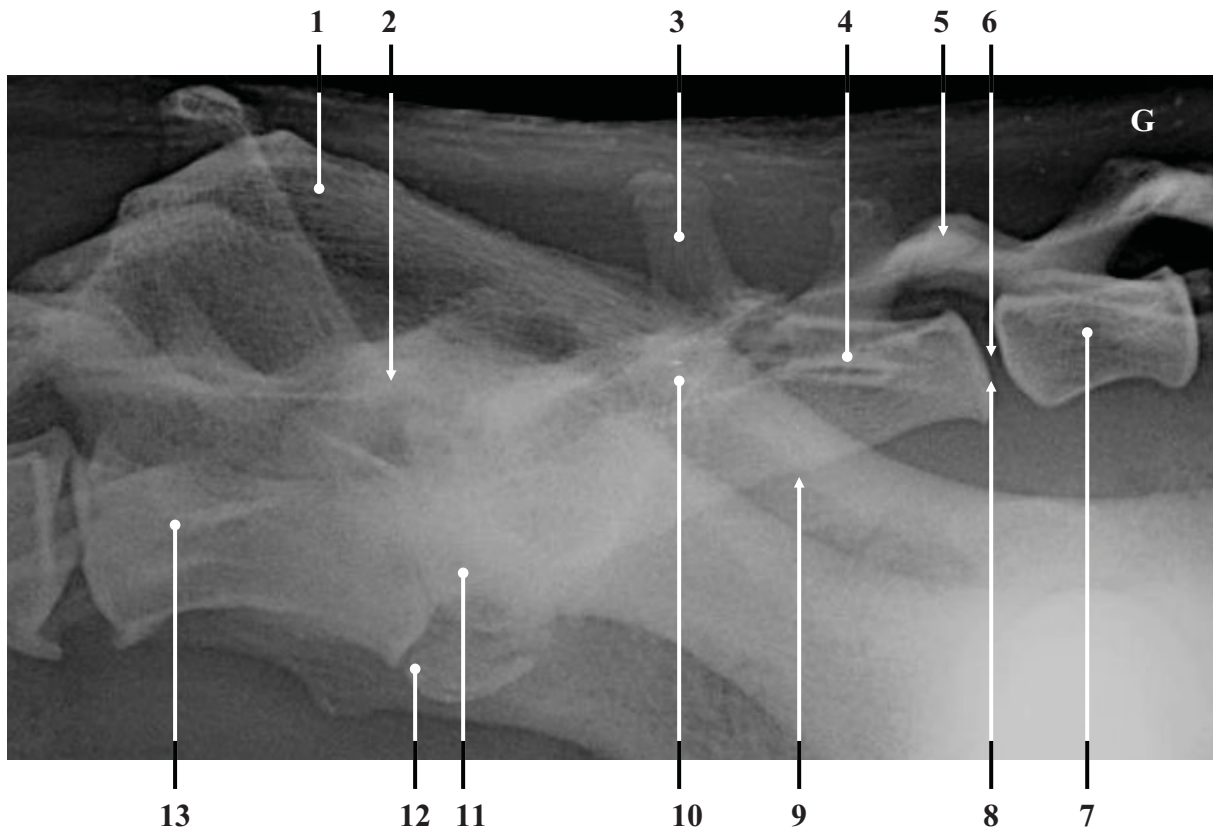


Figure 94 : Projection latéral gauche du sacrum. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- 1 : Ilium
- 2 : Processus articulaire cranial
- 3 : Processus épineux
- 4 : Processus transverse
- 5 : processus articulaire caudal
- 6 : Jonction sacro-caudale
- 7 : Première vertèbre caudale

- 8 : Pointe de l'os sacrum
- 9 : Face pelvienne du sacrum
- 10 : Canal vertébral sacré
- 11 : Base de l'os sacrum
- 12 : Lésion de spondylose
- 13 : Dernière vertèbre lombaire

Vertèbres caudales

I. Ostéologie [7, 12, 17, 22, 25, 49, 61]

La colonne vertébrale se termine par les vertèbres caudales dont le nombre varie d'un félin à l'autre ; notre puma en possédait 22. Leurs formes particulières (notamment au niveau des cartilages) permettent des mouvements très importants et surtout des mouvements de balancier qui permettent à l'animal de garder l'équilibre. Ces vertèbres coccygiennes sont divisibles en trois grands types.

Les cinq premières vertèbres restent en prolongation avec les vertèbres vues jusqu'ici, c'est-à-dire qu'elles présentent un corps et un arc. Leurs processus restent assez développés pour être bien visibles. Les corps de ces vertèbres sont cylindriques, un peu creusés au centre et les têtes et fosses vertébrales sont convexes. Il s'agit de cartilage très épais. Les processus épineux ne sont pas très hauts et leur hauteur diminue lorsque l'on avance le long de la colonne caudale. Les processus mamillaires sont développés vers l'avant, mais diminuent également jusqu'à ne rester qu'un vestige au niveau de la sixième vertèbre caudale, il en est de même pour les processus transverses qui sont longs et obliques en direction caudale. Les processus articulaires craniaux et caudaux se touchent encore alors qu'à partir de la septième vertèbre caudale, ceux-ci ne se touchent plus du tout. Les processus articulaires craniaux sont plutôt concaves alors que les processus articulaires caudaux sont plus convexes. Ventralement, des petits processus appelés processus hémaux forment un petit canal où passe l'artère coccygienne médiale. Par la suite, ce petit canal s'estompe et est remplacé par des petits osselets hémaux que nous n'avons pas recollés lors de la reconstitution du squelette mais qui sont bien visibles sur les radiographies.

Une seconde partie de vertèbres (environ huit) voient leurs processus diminués peu à peu et le canal vertébral s'ouvre pour devenir une gouttière.

Dans une troisième partie, il ne reste plus que des corps vertébraux sans processus.

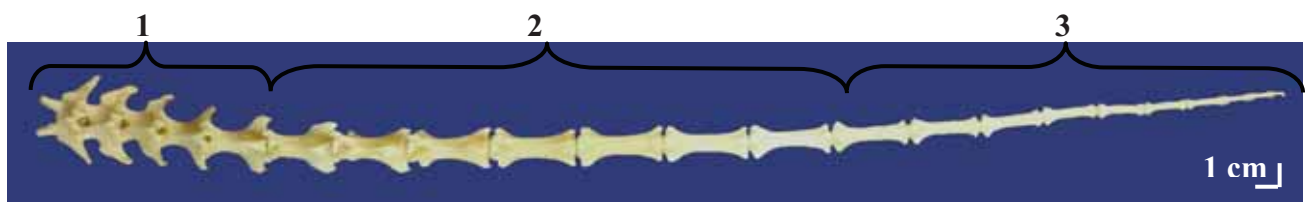
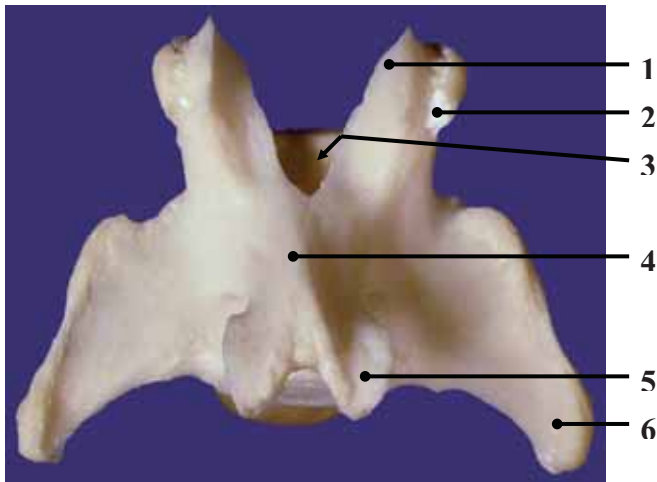


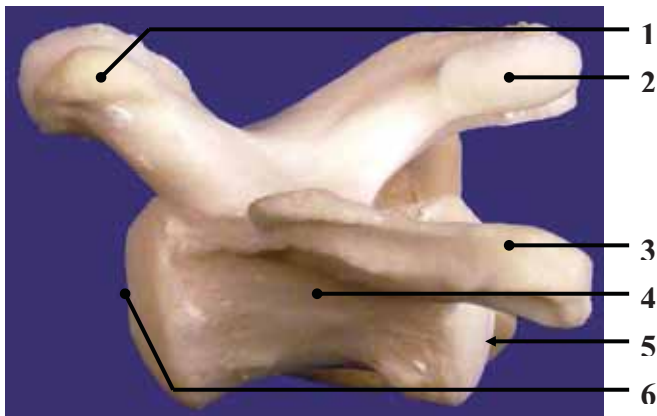
Figure 95 : Vertèbres thoraciques du puma : aspect et échelle. (Original)

- 1 : Vertèbres complètes**
- 2 : Vertèbres dont le canal vertébral devient gouttière vertébrale**
- 3 : Vertèbres simples avec uniquement un corps vertébral et des processus vestigiaux**



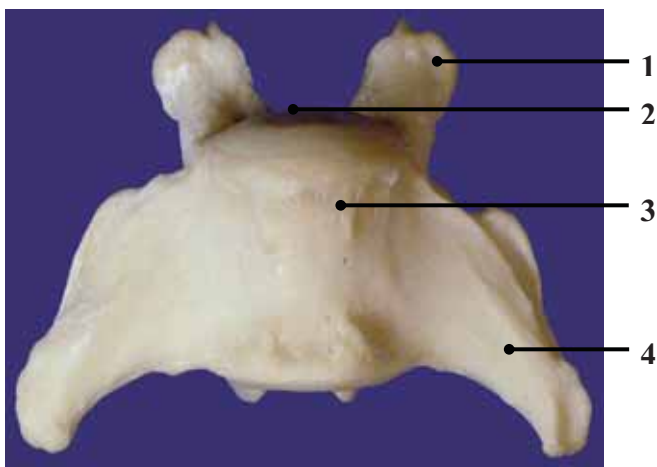
- 1 : Processus articulaire crânial
- 2 : Processus mamillaire
- 3 : Canal vertébral
- 4 : Processus épineux
- 5 : Processus articulaire caudal
- 6 : Processus transverse

Figure 96 : Aspect dorsal de la première vertèbre caudale. (Original)



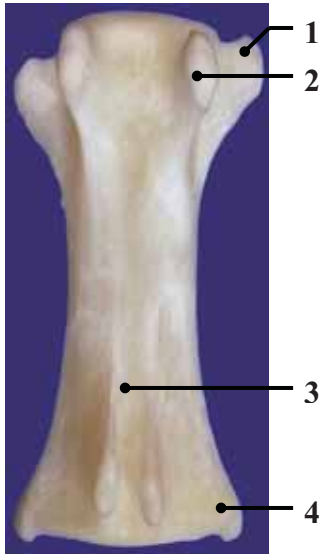
- 1 : Processus mamillaire
- 2 : Processus articulaire caudal
- 3 : Processus transverse
- 4 : Corps vertébral
- 5 : Tête vertébrale
- 6 : Fosse vertébrale

Figure 97 : Aspect latéral gauche de la première vertèbre caudale. (Original)



- 1 : Processus mamillaire
- 2 : Tête vertébrale
- 3 : Processus hémal
- 4 : Processus transverse

Figure 98: Aspect ventral de la première vertèbre caudale. (Original)



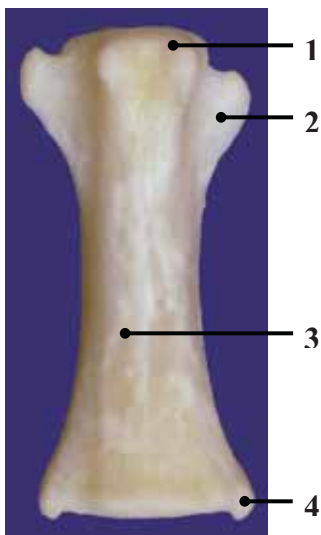
- 1 : Processus mamillaire
- 2 : Résidu de l'arc vertébral
- 3 : Gouttière vertébrale
- 4 : Processus transverse

Figure 99 : Aspect dorsal de la huitième vertèbre caudale. (Original)



- 1 : Résidu de l'arc vertébral
- 2 : Résidu de processus mamillaire
- 3 : Processus transverse

Figure 100 : Aspect latéral gauche de la huitième vertèbre caudale. (Original)



- 1 : Processus hémaux
- 2 : Résidu de processus mamillaire
- 3 : Corps vertébral
- 4 : Résidu processus transverse

Figure 101 : Aspect ventral de la première vertèbre caudale. (Original)

II. Radiographie

1) Incidence latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

Le puma est placé en décubitus latéral gauche, dans la même position que pour les vertèbres lombaires. Les vertèbres caudales sont assez rarement radiographiées seules, les clichés comprennent tous en général la région lombo-sacrée. Cependant, il peut être nécessaire de se focaliser sur les vertèbres caudales lors de plaie ouverte par exemple pour vérifier l'état des vertèbres ou lors de douleur intense de la queue. La queue est très longue et donc pour la radiographier en entier, il est possible de l'enrouler sur elle-même ou de prendre une série de clichés.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les constantes utilisées sont un peu plus basses que pour les vertèbres lombaires. Le cliché est de bonne qualité lorsque les ailes de l'ilium sont superposées ainsi que les processus transverses des vertèbres lombaires. Les radiographies proposées sont en légère rotation.

2) Incidence ventro-dorsale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est placé en décubitus dorsal, les membres thoraciques tirés vers l'avant et les membres pelviens et la queue vers l'arrière. L'utilisation de cales s'avère nécessaire pour éviter toute rotation du bassin. Il faut donc faire en sorte que la colonne soit bien droite.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres utilisés et les critères de qualité sont les mêmes que pour le sacrum.

3) Anatomie radiographique

Les vertèbres caudales apparaissent dans le prolongement du sacrum, mais contrairement aux vertèbres sacrées elles sont individualisées.

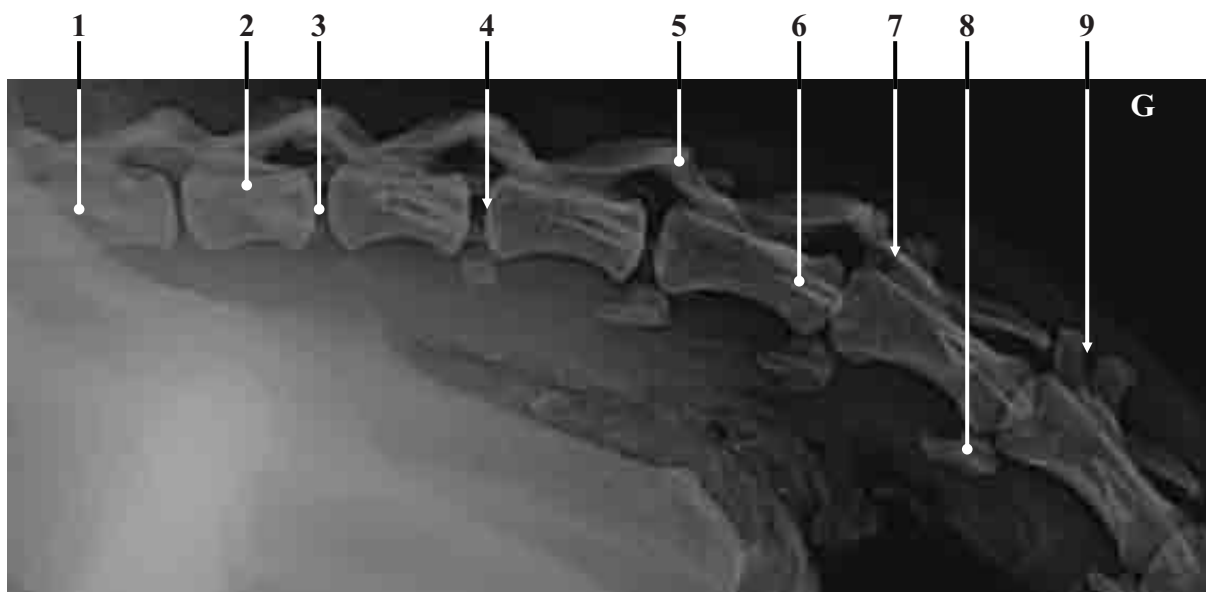


Figure 102 : Projection latérale gauche des vertèbres caudales. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 : Vertèbre sacrée | 6 : Processus transverse |
| 2 : Première vertèbre caudale | 7 : Canal vertébral |
| 3 : Espace intervertébral | 8 : Osselet hémal |
| 4 : Tête de la vertèbre | 9 : Gouttière vertébrale |
| 5 : Processus articulaire cranial et caudal | |

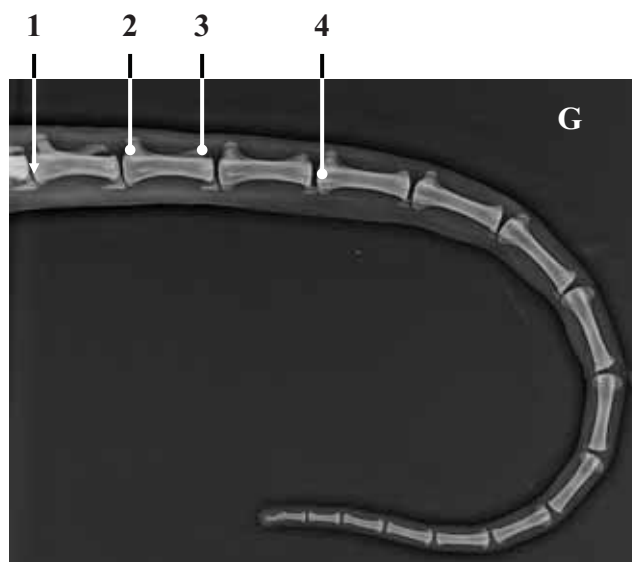


Figure 103 : Projection latérale gauche des vertèbres caudales, queue enroulée. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | |
|-------------------------------|
| 1 : Osselet hémal |
| 2 : Résidu de l'arc vertébral |
| 3 : Gouttière vertébrale |
| 4 : Processus transverse |

Côtes et sternum

I. Ostéologie [7, 17, 22, 25, 49, 61]

Le puma possède autant de paires de côtes qu'il possède de vertèbres thoraciques auxquelles ces côtes sont rattachées, c'est-à-dire treize. Parmi ces treize paires de côtes, les neuf premières sont reliées aux sternèbres par leur cartilage costal, elles sont dites « sternales » et les quatre dernières voient leur cartilage costal s'articuler au précédent, elles sont dites « asternales » et forment le cercle de l'hypochondre ou arc costal dans la partie caudale du thorax.

Les vertèbres thoraciques dorsalement, le sternum ventralement et les côtes latéralement forment ainsi la cage thoracique, plus souvent étudiée pour les organes qu'elle contient (cœur, poumon, trachée, œsophage...) que pour ses os.

Comme pour les vertèbres, chaque côte se présente globalement de la même façon avec des petites différences de taille ou de forme. Ainsi, dorsalement, chaque côte présente les structures nécessaires pour s'articuler aux vertèbres thoraciques, il s'agit de la tête de la côte qui s'articule directement avec les fovéas costales des vertèbres n-1 et n. Juste sous cette tête se trouve le col qui présente une petite crête, lieu d'insertion ligamentaire. En réponse à la fossette costale du processus transverse de la vertèbre n (cf vertèbres thoraciques), se trouve le tubercule costal. Les tubercules sont en position latérale pour les premières côtes et tournent peu à peu pour se retrouver en position caudale pour les dernières côtes. Sa taille, ainsi que celle de la tête, diminue progressivement. Près du tubercule costal, les côtes exceptées, la première présente la tubérosité du muscle longissimus et la tubérosité du muscle ilio-costal un peu plus latéralement. La première côte quant à elle présente un tubercule à peu près au même endroit, mais qui s'attache au muscle scalène moyen.

Vient ensuite la partie principale de la côte, à savoir son corps dont la jonction avec l'extrémité dorsale se fait au niveau de l'angle de la côte. Chacune des côtes présente sur sa face caudale, un sillon costal au niveau duquel passe les vaisseaux et nerfs intercostaux. À l'extrémité ventrale de ce corps se trouve le genou de la côte au lieu de l'articulation entre la partie osseuse de la côte, appelée os costal ou « spondylocôte » et la partie cartilagineuse de la côte, appelée cartilage costal ou « sternocôte ». Cette partie cartilagineuse sera visible sur les figures ostéologiques du sternum auquel elles sont restées attachées.

L'extrémité cartilagineuse de la côte présente une surface articulaire pour les cupules costales du sternum, ceci pour les côtes sternales. À l'inverse, la partie cartilagineuse des côtes asternales se termine par une pointe qui vient se positionner sur le cartilage précédent.

La première côte est la plus courte de toute, par contre elle est large, épaisse et peu incurvée. Par la suite les côtes sont de plus en plus grandes jusqu'à la huitième puis leur taille rediminue ensuite. Elles sont de plus en plus fines et de plus en plus obliques à mesure que l'on s'approche des dernières comme le montrent les deux figures suivantes.

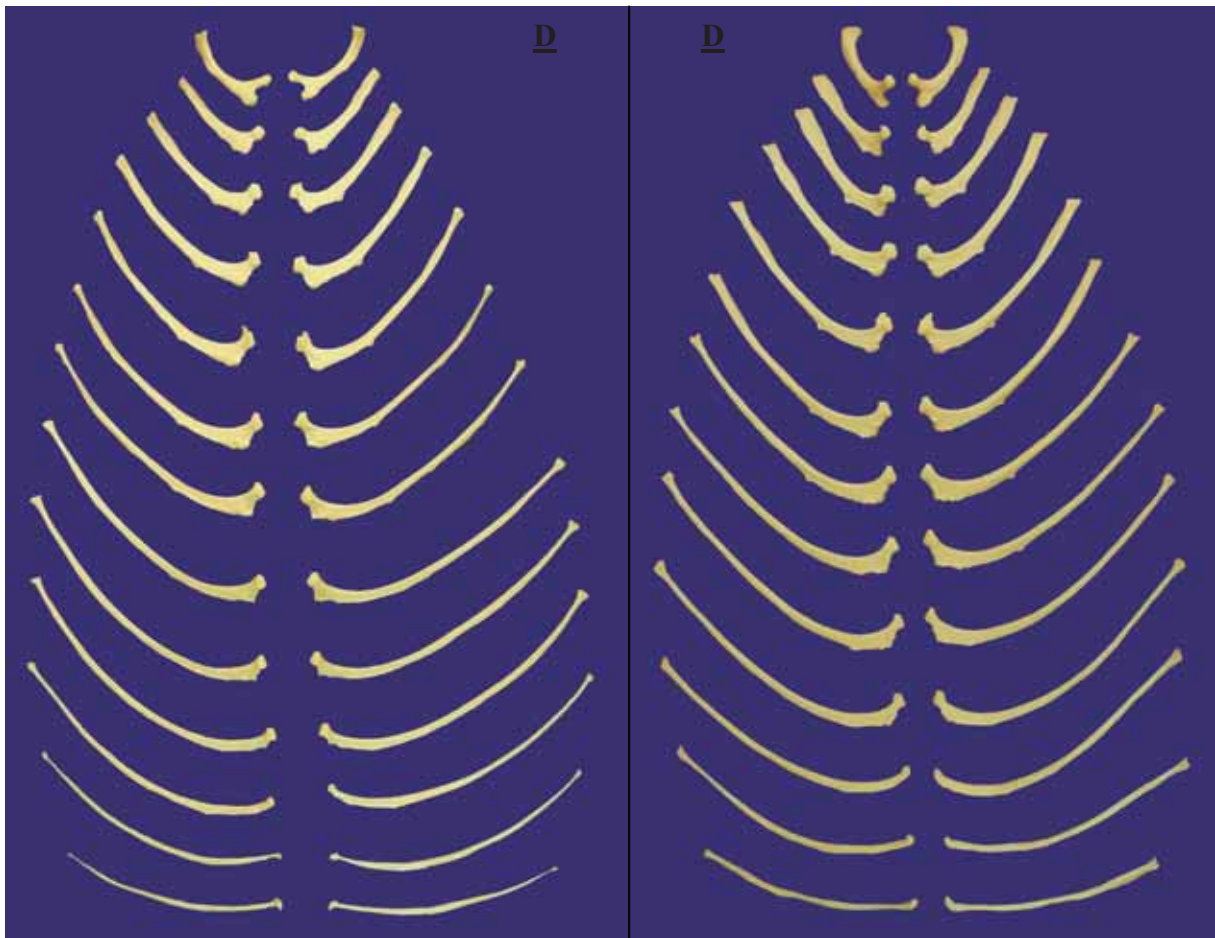


Figure 104 : Aspects cranial et caudal des côtes. (Original)

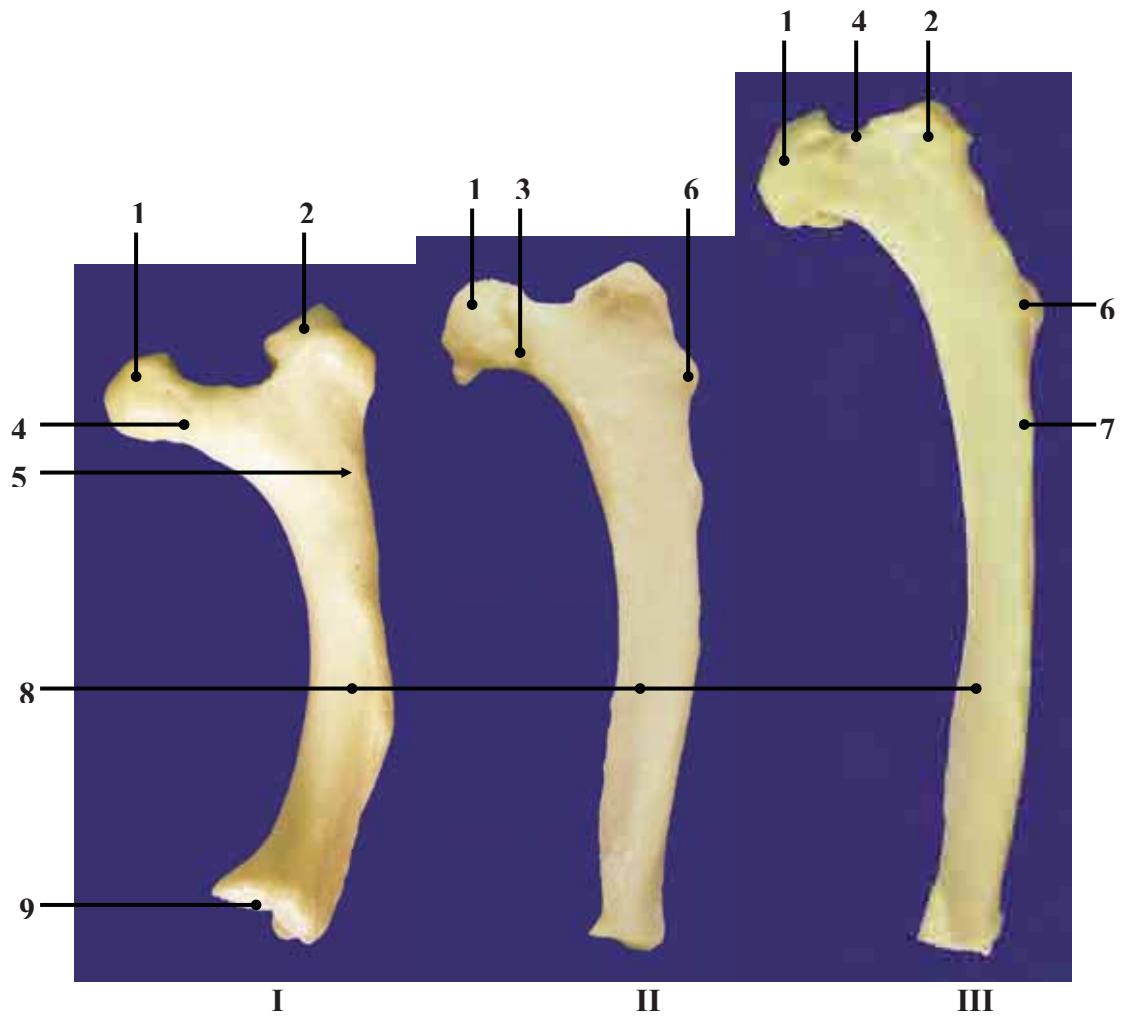


Figure 105 : Aspect cranio-latéral des trois premiers os costaux gauches. (Original)

- 1 : Tête de l'os costal
- 2 : Tubercule de la côte
- 3 : Crête du col de l'os costal
- 4 : Col de l'os costal
- 5 : Tubercule du muscle scalène

- 6 : Tubercule du muscle longissimus
- 7 : Tubercule du muscle ilio-costal
- 8 : Corps de la côte
- 9 : Genou de la côte

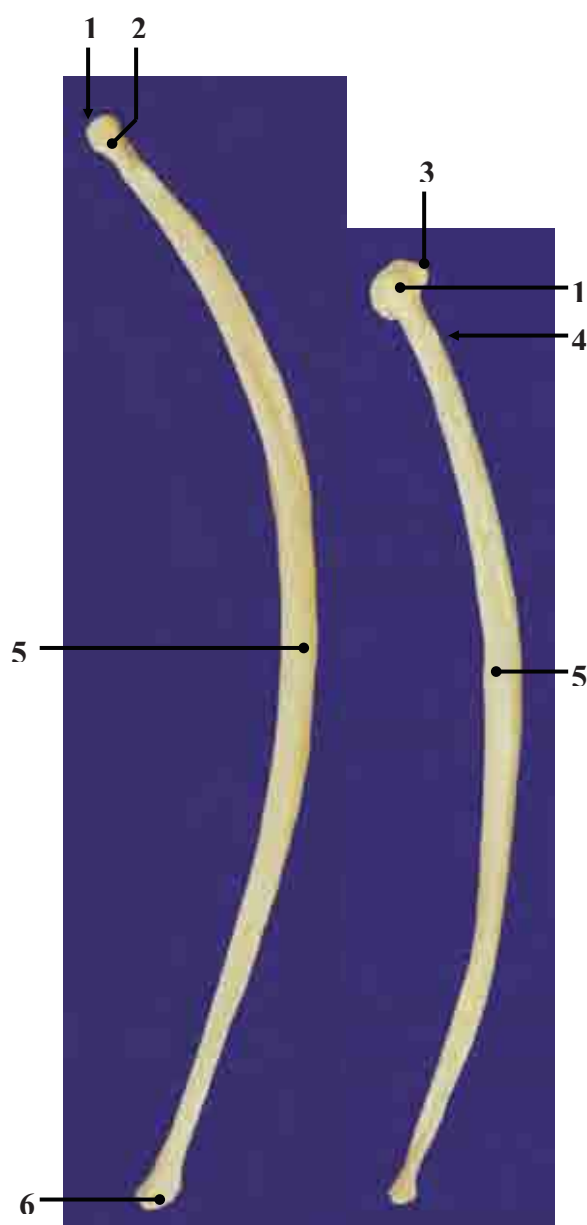


Figure 106 : Aspect cranio-latéral des deux derniers os costaux gauches. (Original)

1 : Tête de l'os costal
 2 : Col de l'os costal
 3 : Tubercule de la côte

4 : Tubercule du muscle longissimus
 5 : Corps de la côte
 6 : Genou de la côte

Le sternum est constitué de huit vertèbres consécutives articulées entre elles par des synchondroses. La première sternèbre, cranialement, se prolonge par un manubrium sternal. Ce dernier est assez long et excavé sur les côtes par des incisures costales destinées à l'articulation avec les cartilages de la première paire de côtes. Il présente une petite crête ventralement sur la ligne médiane.

L'extrémité du sternum se termine par le processus xiphoïde, long et étroit, qui, comme le manubrium porte deux paires de cartilages costaux, contrairement aux autres sternèbres qui n'en portent qu'une seule. Ce processus xiphoïde se termine par une portion cartilagineuse, appelée le cartilage xiphoïde.

En tout, il y a donc une paire de côtes sternales de plus que le nombre de sternèbres.

Remarquons que lors de la préparation de notre squelette, les parties cartilagineuses des côtes sont restées attachées aux sternèbres, leur couleur diffère de celle des os.



Figure 107 : Sternum du puma, aspect latéral. (Original)

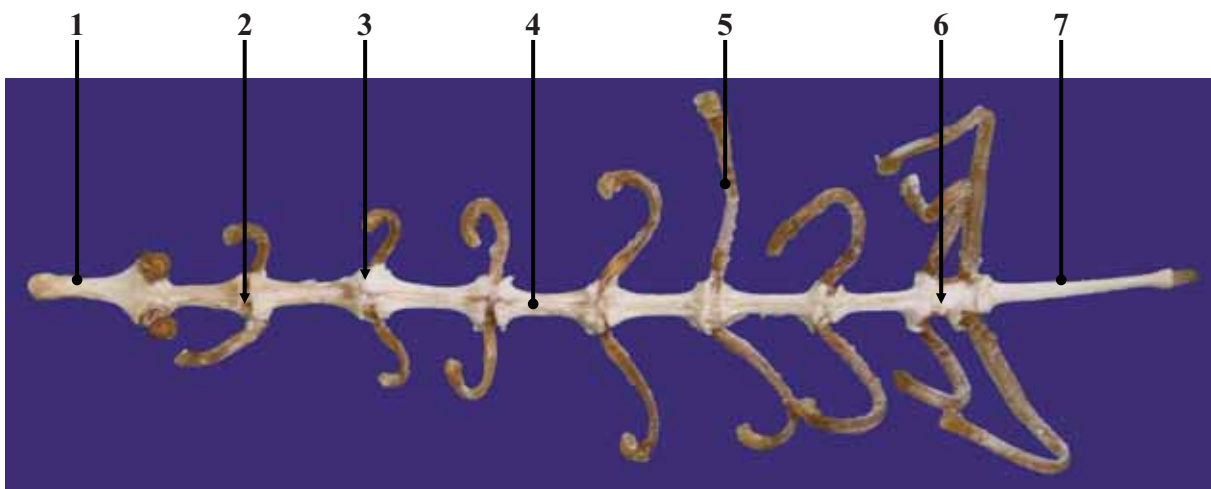


Figure 108 : Aspect dorsal du sternum. (Original)

- 1 : Manubrium sternal
- 2 : Synchondrose manubrio-sternale
- 3 : Synchondrose intersternébrale
- 4 : Sternèbre

- 5 : Cartilage costal
- 6 : Synchondrose xipho-sternébrale
- 7 : Processus xiphoïde

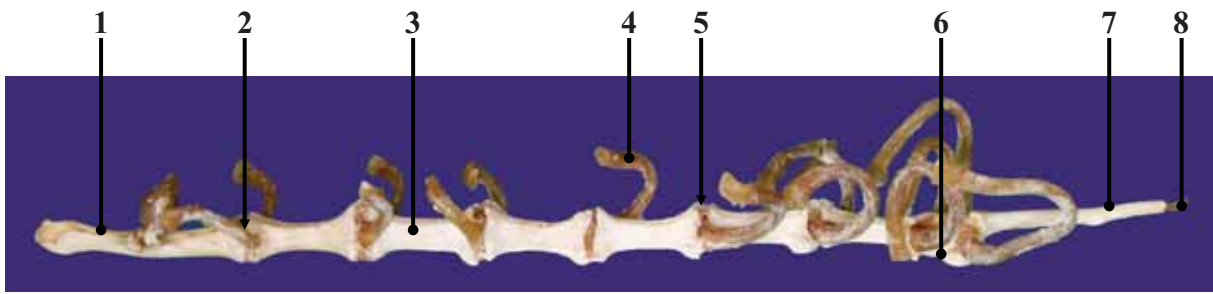


Figure 109 : Aspect latéral gauche du sternum. (Original)

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 : Manubrium sternal | 5 : Synchondrose intersternébrale |
| 2 : Synchondrose manubrio-sternale | 6 : Synchondrose xipho-sternale |
| 3 : Sternèbre | 7 : Processus xiphoïde |
| 4 : Cartilage costal | 8 : Cartilage xiphoïde |

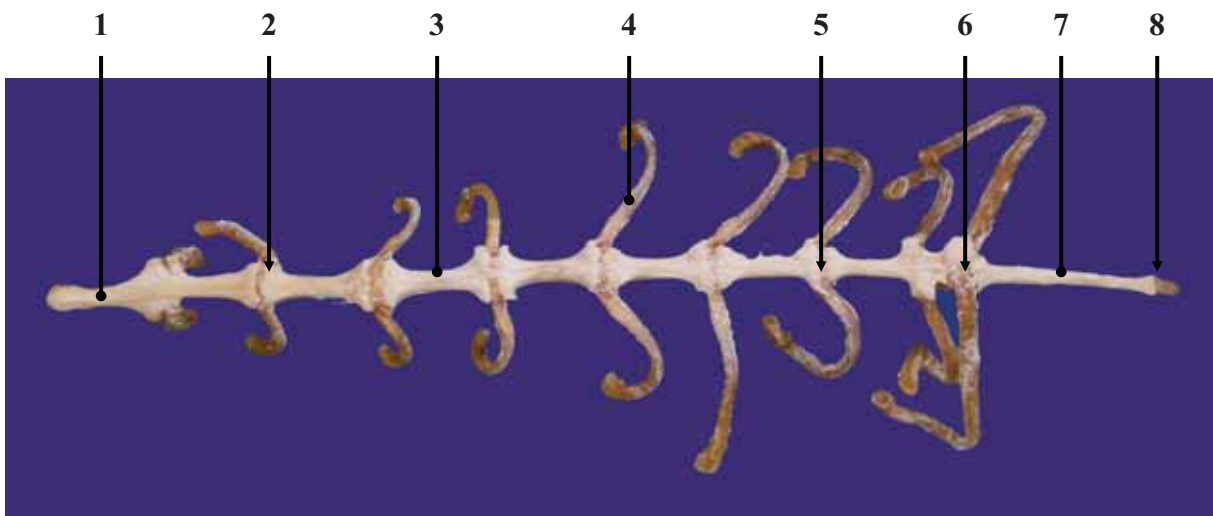


Figure 110 : Aspect ventral du sternum. (Original)

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1 : Crête médiane du manubrium sternal | 5 : Synchondrose intersternébrale |
| 2 : Synchondrose manubrio-sternale | 6 : Synchondrose xipho-sternale |
| 3 : Sternèbre | 7 : Processus xiphoïde |
| 4 : Cartilage costal | 8 : Cartilage xiphoïde |

II. Radiographie

Il est assez rare de devoir interpréter une radiographie du thorax d'un animal pour ses côtes ou son sternum. Sauf cas particuliers, les clichés du thorax sont étudiés pour voir une anomalie des organes contenus dans la cage thoracique parmi lesquels on trouve le cœur, les poumons, la trachée, l'œsophage ou encore le médiastin ou le diaphragme. Nous nous arrêterons ici que sur la partie ostéologique de la cage thoracique.

1) Incidence latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 50]

L'animal est placé en décubitus latéral gauche, la tête est légèrement étendue, les membres thoraciques tirés au maximum vers l'avant pour éviter toutes superpositions de la scapula et des muscles de l'épaule avec la cage thoracique. Pour cette incidence, l'animal est placé décubitus latéral gauche, les membres antérieurs étirés vers l'avant et les membres postérieurs vers l'arrière. Il peut être nécessaire de placer une cale sous le sternum de l'animal afin que celui-ci se trouve à même hauteur que les vertèbres thoraciques. Cette cale ne doit pas se voir à la radiographie, pour cela, on utilise une cale en polystyrène ou un coussin de mousse.

Le diaphragme est réglé de façon à contenir l'ensemble de la cage thoracique, ceci en s'aidant des repères anatomiques que sont : les vertèbres thoraciques dorsalement, le sternum ventralement, les premières côtes cranialement et le cercle de l'hypochondre caudalement. Pour notre puma, nous avons réussi à ne réaliser qu'un seul cliché contenant l'ensemble de la cage thoracique, mais il est parfois nécessaire de réaliser deux clichés (cranial et caudal) si l'animal est trop grand comme le tigre par exemple.

Comme pour les vertèbres, il est judicieux de réaliser le cliché entre deux mouvements respiratoires pour obtenir un cliché net et mieux en fin d'inspiration, c'est à ce moment que le contraste avec les structures intrathoraciques sera le plus fort.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

La cage thoracique contenant les poumons, il y a beaucoup d'air dans cette zone. Hors nous avons vu précédemment que l'air apparaissait en noir sur les radiographies ce qui donne un contraste naturel important pour le cliché. Lorsque l'on cherche à étudier les structures organiques, nous recherchons des nuances de gris les plus étendues possible, ce qui oblige à utiliser des kV élevés (>90kV) mais ce que nous voulons, c'est étudier les os, nous devons donc diminuer ces kV. Par ailleurs, lorsque l'animal est vivant, les mouvements respiratoires et les battements du cœur peuvent entraîner l'apparition d'un flou cinétique que nous voulons réduire au maximum. Pour cela, le temps d'exposition doit être le plus faible possible et donc les mAs doivent être diminués. De plus, la cage thoracique de l'animal étant épaisse (>15cm), l'utilisation de grille, d'un écran et d'un film rapide sont indispensables pour éviter le voile que formeraient les rayons diffusés.

L'animal est considéré comme étant dans la bonne position lorsque le membre thoracique est suffisamment étiré vers l'avant pour ne pas se superposer au thorax, quand la base des côtes d'une même paire se superpose et que les corps des côtes d'une même paire se superposent, là où le faisceau du rayon est centré.

2) Incidence ventro-dorsale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 50]

Le puma est placé en décubitus dorsal, les membres thoraciques étirés vers l'avant en essayant de faire une légère rotation interne au niveau des coudes de façon à ce que les scapulas ne se superposent pas à la cage thoracique. Le puma doit être placé de façon la plus symétrique possible ; pour cela, il est plus facile d'étirer les membres pelviens vers l'arrière de façon à ce que la colonne soit la plus droite possible et d'utiliser des cales si nécessaire. L'incidence ventro-dorsale apporte peu de renseignement pour l'étude des os du fait des superpositions importantes (sternèbres et vertèbres thoraciques superposées et tissus mous pouvant gêner pour l'interprétation). Cependant, il est indispensable de réaliser les deux projections si le but est d'étudier les tissus, ce qui est le cas le plus fréquent. Nous ne présenterons donc pas de projection ventro-latérale.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres utilisés sont identiques que pour la projection latérale. L'animal est correctement positionné lorsque les sternèbres se superposent aux vertèbres thoraciques. Il est important d'orienter correctement le cliché et préciser s'il s'agit d'une incidence ventro-dorsale ou dorso-ventrale.

3) Anatomie radiographique [7, 17, 22, 49, 61]

Nous allons présenter deux clichés de profil, le premier montrant l'ensemble de la cage thoracique et le second étant plus centré sur la partie craniale du thorax de façon à y voir quelques détails.

Ventralement se trouve le sternum dont on délimite très bien les huit sternèbres, il est dirigé obliquement, dorso-ventralement. Le manubrium sternal est tout à fait visible cranialement il est suivi par les sternèbres qui sont reliées aux côtes par le cartilage costal et caudalement, par le processus xiphoïde fin et allongé.

Ces sternèbres sont donc reliées à une partie des côtes dont la première paire est la plus courte. Les côtes les mieux superposées appartiennent à la cinquième paire, il s'agit donc au lieu où a été centré le faisceau de rayons qui aurait pu être un peu plus caudal. On devine par endroit la présence des cartilages costaux.

Enfin, les tissus mous sont bien visibles, notamment la coupole diaphragmatique caudalement.

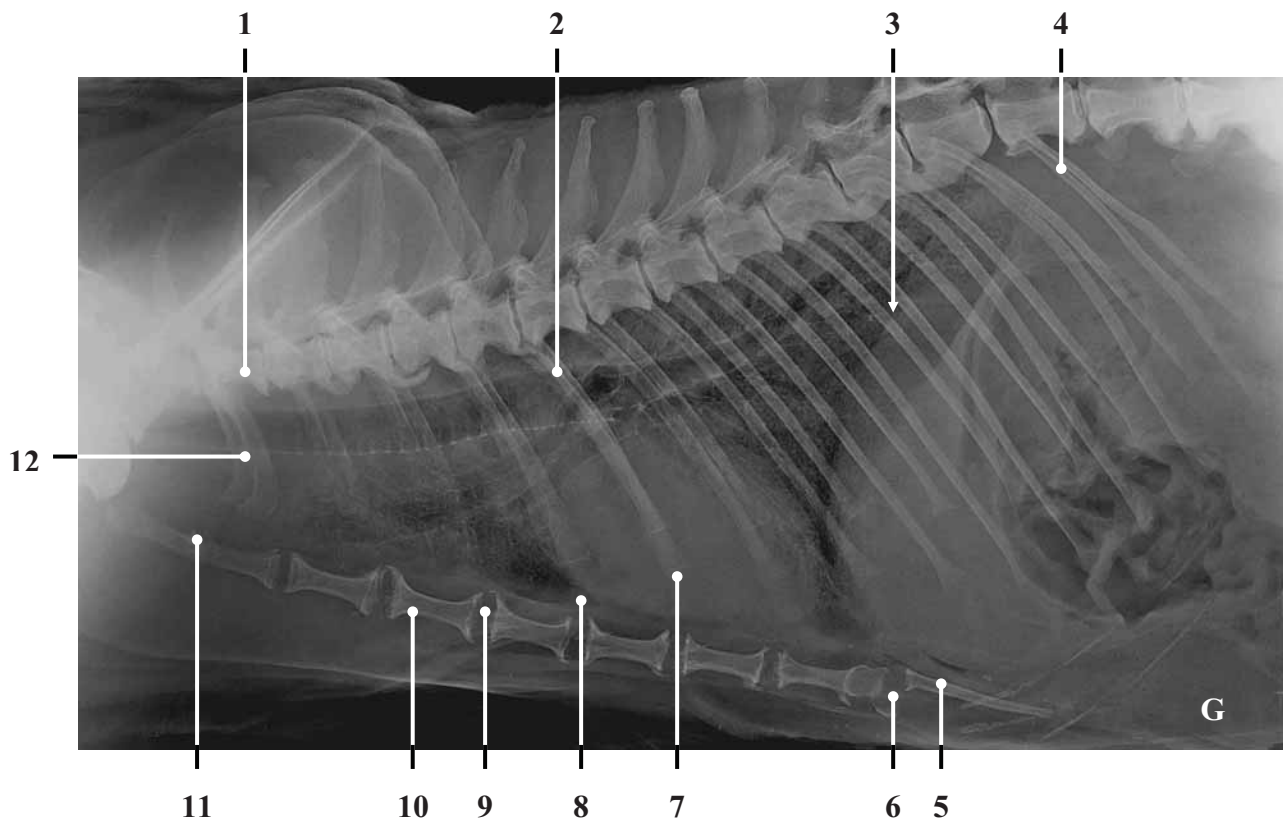


Figure 111 : Projection latérale gauche de la cage thoracique. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 : Première vertèbre thoracique | 7 : Articulation costo-chondrale |
| 2 : Cinquième paire de côtes | 8 : Cartilage costal |
| 3 : Coupole diaphragmatique | 9 : Synchondrose intersternébrale |
| 4 : Dernière paire de côtes | 10 : Sternèbre |
| 5 : Processus xiphoïde | 11 : Manubrium sternal |
| 6 : synchondrose xipho-sternébrale | 12 : Première paire de côtes |

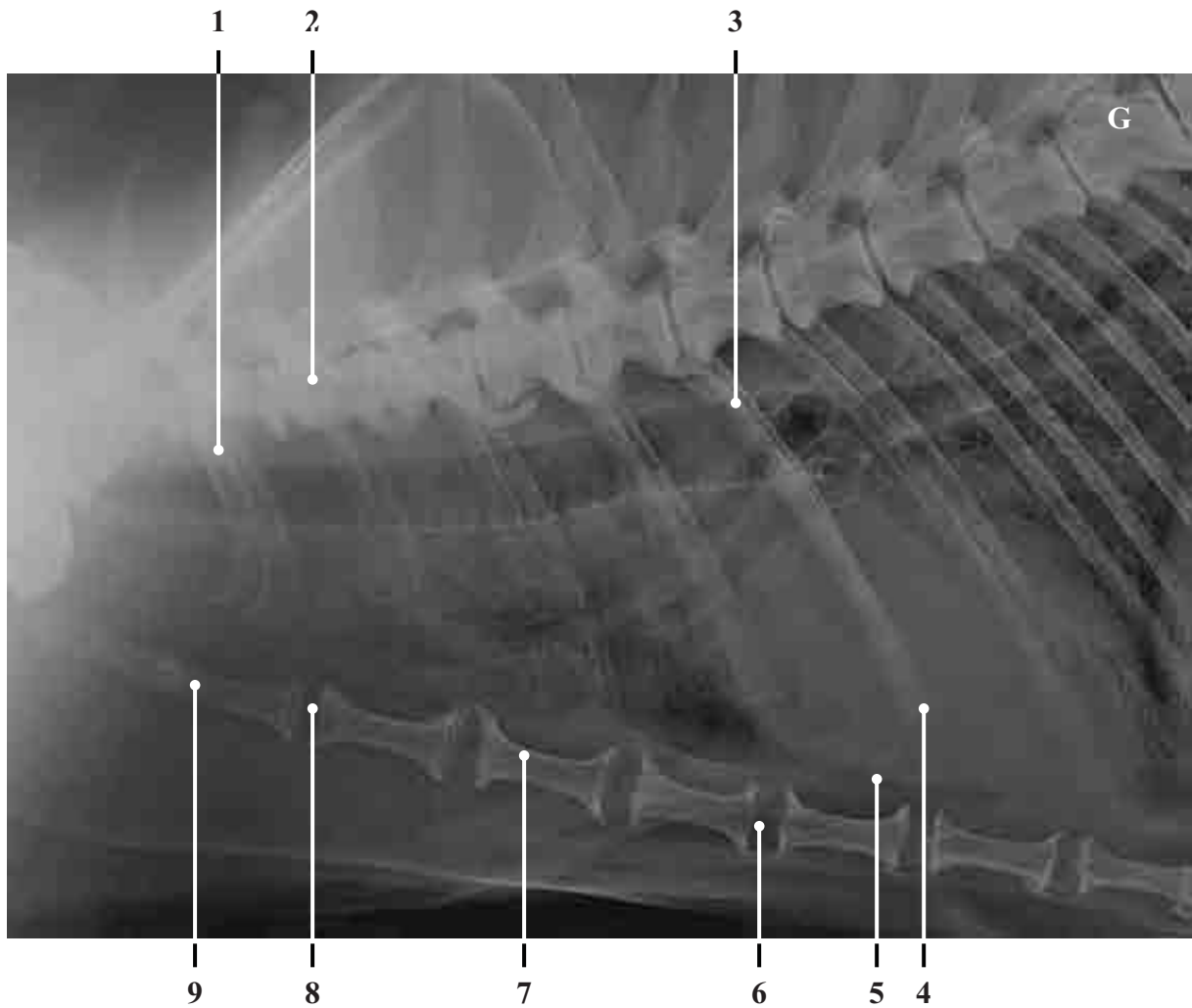


Figure 112 : Projection latérale gauche des premières côtes. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1 : Première paire de côtes | 6 : Jonction intersternébrale |
| 2 : Vertèbres thoraciques | 7 : Sternèbre |
| 3 : Cinquième paire de côtes | 8 : Synchondrose manubrio-sternale |
| 4 : Jonction costo-chondrale | 9 : Manubrium |
| 5 : Cartilage costal | |

CHAPITRE II

Squelette appendiculaire : membre thoracique

Le membre thoracique ou membre antérieur est constitué d'un ensemble d'os (la plupart étant des os longs) qui se répartissent en quatre segments. La ceinture scapulaire, système d'attache au tronc, totalement appliquée à la paroi thoracique, est constituée par la clavicule et la scapula. Remarquons que la clavicule n'est pas toujours présente chez les félins bien que de nombreux chats domestiques en présentent une résiduelle. Cette dernière ne participe pas à l'articulation du membre thoracique et est reliée au sternum et à la scapula par des ligaments. Vient ensuite le bras, dont la base osseuse est l'humérus qui est relié à la scapula par l'articulation de l'épaule ; puis l'avant-bras qui comporte deux os, le radius et l'ulna. Enfin, la main se subdivise en régions du carpe, du métacarpe avec les métacarpiens et des doigts avec les phalanges. Les os du carpe forment les articulations du poignet.

Le membre thoracique est donc constitué de nombreux os qui donnent à l'animal une grande mobilité .

En ce qui concerne l'examen radiographique de ce membre, il est bien évidemment impossible de radiographier correctement le membre en entier ; il est nécessaire de se focaliser sur des segments osseux (d'un bout à l'autre avec les articulations distale et proximale) ou des articulations (avec une partie des os qui constituent l'articulation) en fonction des symptômes de l'animal. Chez le très jeune animal, il peut être intéressant d'avoir une vue d'ensemble du membre afin de détecter des problèmes de croissance, une maladie hypertrophique ou une tumeur diffuse.

Chaque radiographie doit être réalisée sous deux incidences différentes de façon à ne pas passer à côté d'un élément sous-jacent sur l'une des projections. Les termes utilisés pour les projections sont un peu différents de ceux utilisés pour la colonne vertébrale ; à savoir que les projections latérales sont appelées médio-latérales et les projections de face sont nommées cranio-caudales (ou caudo-craniales) puis dorso-palmaires à partir du carpe. Parfois, il est très intéressant de réaliser une radiographie du membre contro-latéral afin de comparer les radiographies et ne pas soumettre de mauvaises interprétations qui se révèlent fréquentes lorsque l'on est en face d'un animal jeune dont les cartilages de croissance peuvent fausser le diagnostic [7, 12, 17, 49, 61].

Scapula et articulation de l'épaule

I. Ostéologie [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

La ceinture thoracique est constituée de la scapula et plus ventralement de la clavicule qui sera visible sur une des radiographies.

La scapula ne participe qu'à une seule articulation, distalement, celle de l'épaule à laquelle participe également l'humérus. Elle est donc maintenue en place essentiellement à l'aide de la force des muscles qui l'entoure. Il s'agit d'un os plat allongé obliquement dans une direction cranio-ventrale, de forme globalement triangulaire qui possède deux surfaces (latérale et médiale), trois bords (cranial, caudal, dorsal) et trois angles (crânial, caudal, ventral).

Sur la face latérale, l'épine scapulaire est une lame qui sépare l'os en une fosse supra-épineuse craniale et une fosse infra-épineuse caudale dont la taille est sensiblement identique. Cette épine s'épaissit à son extrémité distale pour former ce que l'on nomme l'acromion qui

se subdivise en un processus hamatus long dirigé cranio-ventralement et en un processus suprahamatus proéminent dirigé caudo-ventralement.

Sur la face médiale ou costale, on retrouve un relief peu profond qui est marqué par cinq lignes d'aspect rugueux, il s'agit de la fosse subscapulaire. Les lignes rugueuses, qui sont orientées caudo-ventralement sont les surfaces dentelées ; la plus craniale est plus marquée, elle correspond à l'insertion du muscle dentelé du cou ; la plus caudale correspond à l'insertion du muscle dentelé du thorax.

Le bord dorsal est complètement ossifié, il ne présente pas de cartilage mais une lèvre épiphysaire rugueuse et épaisse. Il est de forme convexe.

Le bord cranial se trouve dans la continuité du bord dorsal, il est lui aussi convexe et présente une incisure scapulaire nette.

Le bord caudal est quant à lui plus droit, épais et rugueux. Il présente des empreintes d'insertion de muscle. Ventro-médialement, le bord caudal possède un tubercule rugueux, peu saillant et plutôt médial, le tubercule infraglénoïdal.

L'angle ventral (aussi nommé angle articulaire) constitué par l'extrémité distale de l'os porte une surface articulaire peu profonde, la cavité glénoïde, elliptique et concave qui reçoit la tête de l'humérus. Une petite éminence dans la région proximo-craniale de la cavité glénoïde reçoit le muscle biceps cranial, il s'agit du tubercule supraglénoïde qui porte lui-même à sa face médiale une très petite élévation, saillante et recourbée, le processus coracoïde. La partie resserrée au-dessus de la cavité glénoïde correspond à son col.

Des foramens sont également présents sur la scapula, il s'agit des foramens nourriciers. Deux sont présents à l'extrémité distale de l'épine, un caudal sous le processus suprahamatus est plus large que l'autre qui est cranial. D'autres sont présents dans la région du col.

En ce qui concerne l'articulation de l'épaule, elle est constituée de la cavité glénoïde de la scapula et de la tête humérale qui est plus grande que la cavité. Au sein de cette articulation se trouve une lèvre fibro-cartilagineuse, appelée bourrelet glénoïdal pour améliorer la cohésion entre les deux os. De plus, la présence de ligaments gléno-huméraux médialement et latéralement et d'une vaste membrane synoviale viennent compléter l'articulation. En position latérale de l'articulation se trouve le tubercule majeur de l'humérus, alors que le tubercule mineur est médial.

La scapula mesure environ 15 cm en hauteur

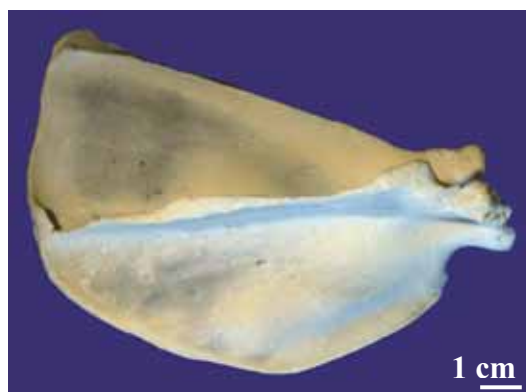


Figure 113 : Scapula de puma, aspect latéral. (Original)

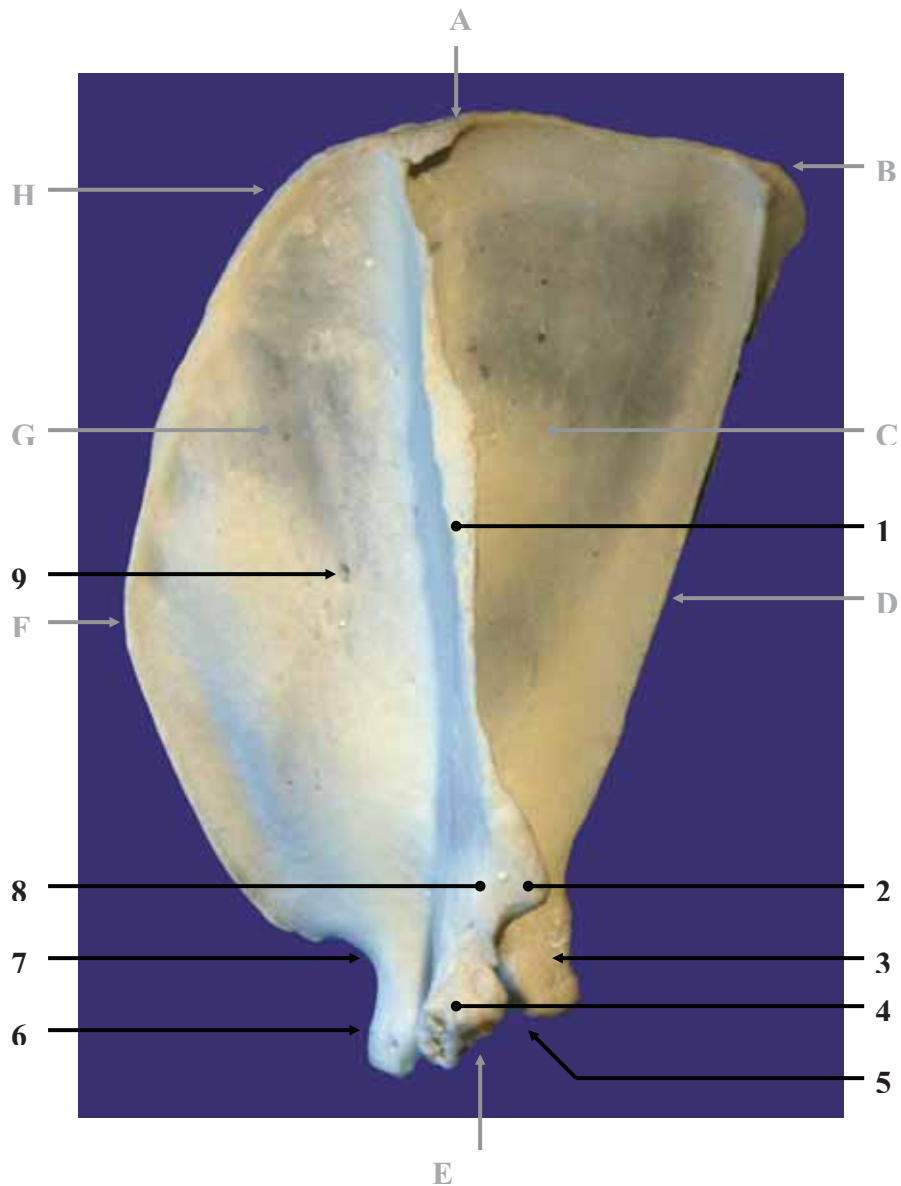


Figure 114 : Face latérale de la scapula gauche. (Original)

- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| A : Bord dorsal | E : Angle articulaire ou ventral |
| B : Angle caudal | F : Bord cranial |
| C : Fosse infra-épineuse | G : Fosse supra-épineuse |
| D : Bord caudal | H : Angle cranial |
| 1 : Épine scapulaire | 6 : Tubercule supraglénoidal |
| 2 : Processus suprahamatus | 7 : Incisure scapulaire |
| 3 : Col | 8 : Acromion |
| 4 : Processus hamatus | 9 : Foramen nourricier |
| 5 : Cavité glénoïdale | |

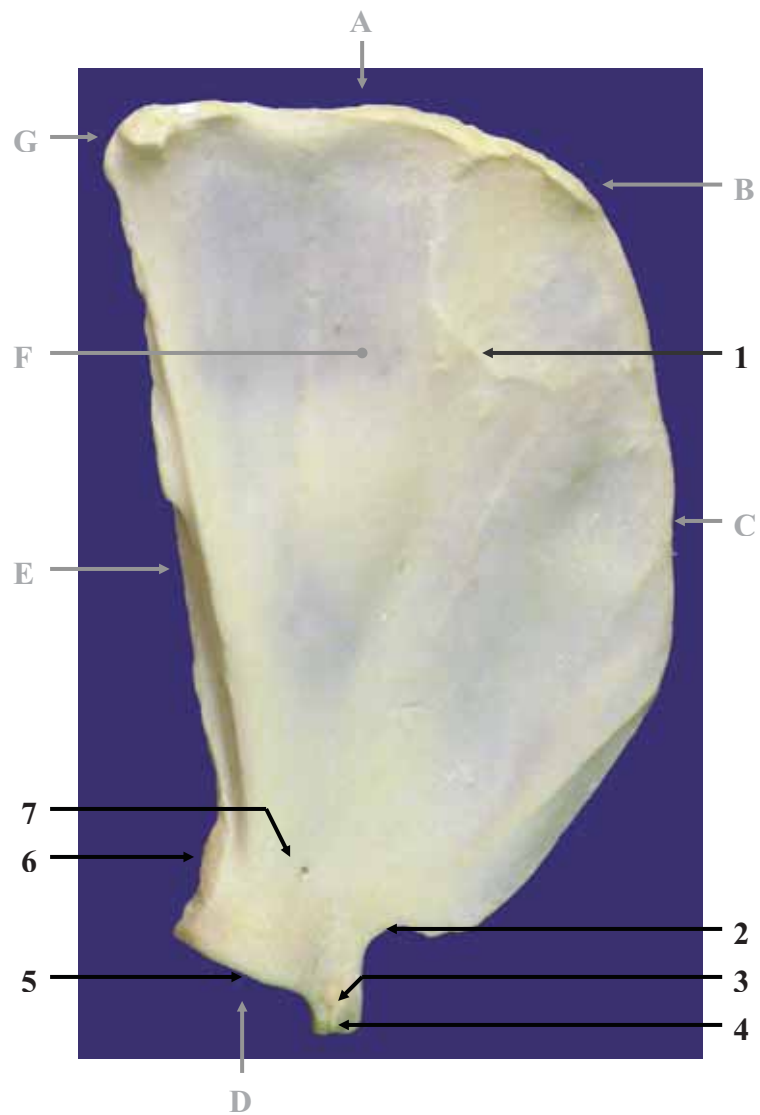


Figure 115 : Face costale de la scapula gauche. (Original)

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| A : Bord dorsal | E : Bord caudal |
| B : Angle crânial | F : Fosse subscapulaire |
| C : Bord cranial | G : Angle caudal |
| D : Angle articulaire ou ventral | |
| 1 : Surface dentelée | 5 : Cavité glénoïdale |
| 2 : Incisure scapulaire | 6 : Tubercule infraglénoïdal |
| 3 : Processus coracoïde | 7 : Foramen nourricier |
| 4 : Tubercule supraglénoïdal | |

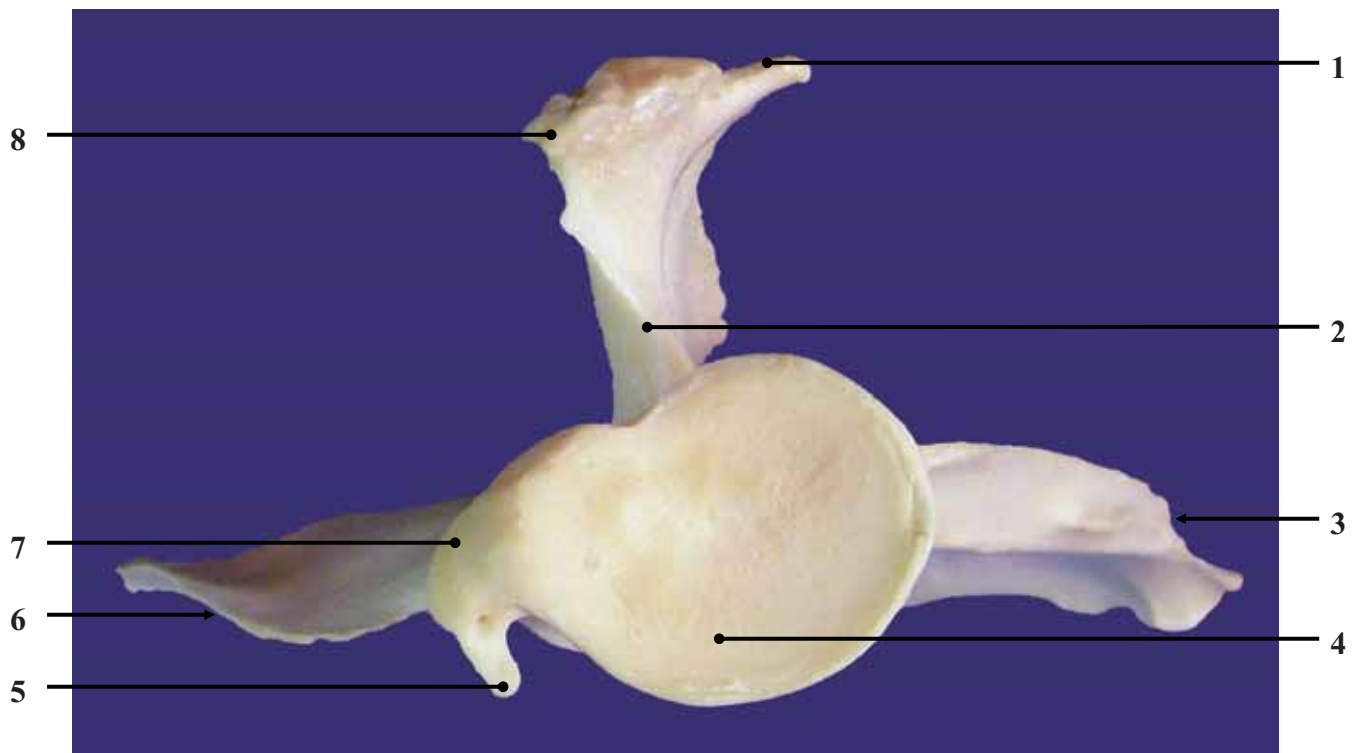


Figure 116 : Angle articulaire de la scapula gauche. (Original)

1 : Processus suprahamatus

2 : Épine scapulaire

3 : Bord caudal

4 : Cavité glénoïdale

5 : Processus coracoïde

6 : Bord cranial

7 : Tubercule supraglénoïdal

8 : Processus hamatus



Figure 117 : Aspects latéral et médiale de l'épaule. (Original)



Figure 118 : Aspects caudal et cranial de l'épaule. (Original)

II. Radiographie

1) Incidence médio-latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est placé en décubitus latéral gauche afin de radiographier le membre thoracique gauche. Le membre à radiographier est toujours celui dont la face latérale est au contact de la table. La difficulté lorsque l'on radiographie la scapula et l'articulation de l'épaule est d'éviter les superpositions qui peuvent être nombreuses : avec la cage thoracique, la colonne vertébrale, le sternum ou encore avec le membre contro-latéral. Pour éviter cela, le membre à radiographier est placé en extension vers l'avant, tandis que l'autre membre (ici, le droit) est dégagé vers l'arrière et vers le haut. Cette dernière manipulation aide à dégager le sternum qui tourne légèrement lorsque l'on étire le membre vers l'arrière. La tête est aussi en extension.

Selon ce que l'on veut étudier sur les clichés radiographiques, le diaphragme est ouvert sur toute la scapula et l'épaule, dans ce cas, le faisceau est centré au milieu de l'os ou uniquement sur l'articulation de l'épaule, dans ce cas le faisceau est centré sur l'articulation elle-même en débordant légèrement sur les deux os qui forment l'articulation. Nous présenterons tout d'abord un cliché montrant entièrement la scapula puis un autre centré sur l'articulation.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les os des membres sont uniquement entourés de tissus mous et contrastent donc bien. Seulement, dans la région de l'épaule, les muscles sont imposants et il est donc nécessaire d'utiliser une grille pour éviter le flou créé par les rayons diffusés. À cela, on associe un écran lent et un film adapté. Étant donné que le contraste est assez bon pour le membre, il est conseillé d'employer une tension basse pour obtenir un contraste correct, quant aux mAs, les augmenter ne pose pas de problème puisque l'animal est endormi.

On considère que le cliché est de bonne qualité lorsque toute la partie concernée est visible sur la radiographie (scapula et épaule entières), qu'il n'existe aucune superposition aux éléments autour. Pour notre radiographie de scapula, seul un cliché du membre droit était exploitable et montre tout de même quelques superpositions au niveau de la colonne vertébrale (surtout au niveau des processus épineux saillants).

2) Incidence caudo-crâniale

Bien que nous n'ayons pas de radiographies exploitables à présenter de cette projection, nous allons étudier les positions et critères de qualité théorique de cette incidence.

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est placé sur le dos, le membre que l'on souhaite radiographier étiré vers l'avant, en extension. L'animal est calé au maximum pour éviter toute rotation. Comme pour la première projection, le diaphragme est réglé selon que l'on souhaite radiographier uniquement la scapula et/ou l'articulation de l'épaule.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les constantes utilisées sont les mêmes que pour l'incidence médio-latérale. La position est correcte lorsqu'il n'y a pas de superposition de la scapula avec la cage thoracique, que les grands axes de la scapula et de l'humérus sont alignés et que l'épine scapulaire est bien détachée.

3) Anatomie radiographique [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

Deux projections médio-latérales seront présentées, l'une ne concernant que l'articulation de l'épaule et l'autre montrant la scapula dans sa totalité.

La cavité glénoïde est bien visible sur les deux radiographies ainsi que cranialement le tubercule supraglénoïdal. La tête de l'humérus se distingue aussi très bien sur les deux clichés, séparée de la cavité glénoïde par l'articulation de l'épaule qui apparaît radiotransparente. Cette tête est portée par le col de l'humérus, court, qui est prolongé cranialement par le grand tubercule. Dans la région proximale, apparaît une partie de la clavicule gauche, de forme incurvée.

Sur la scapula, on distingue nettement l'épine scapulaire qui se termine par l'acromion et ses processus (hamatus et suprahamatus). Le processus coracoïde est visible sous le processus supraglénoïdal.

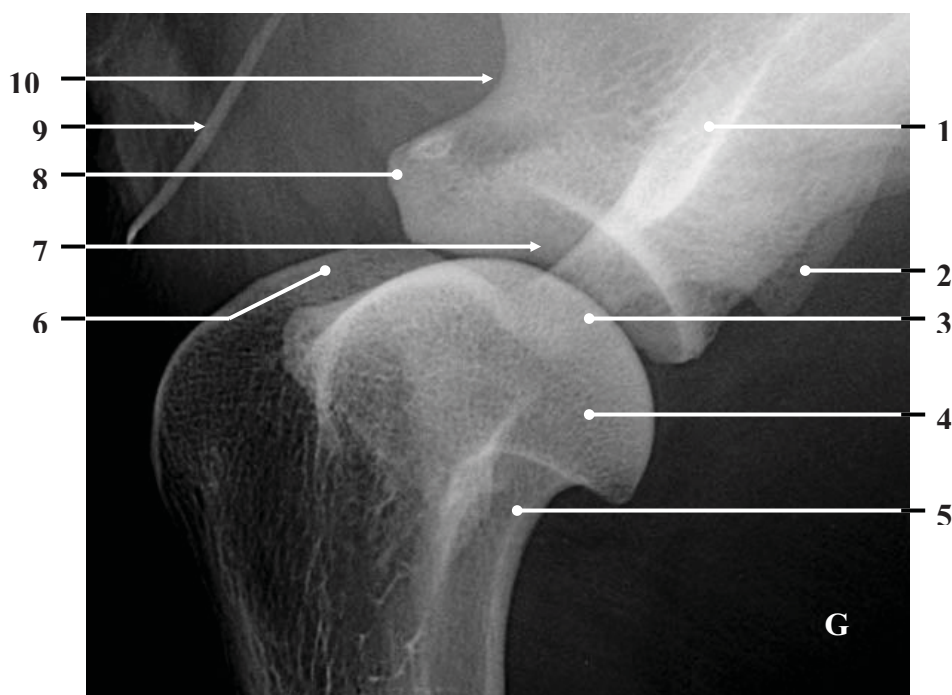


Figure 119 : projection médio-latérale de l'articulation de l'épaule. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| 1 : Acromion | 6 : Tubercule majeur de l'humérus |
| 2 : Processus suprahamatus | 7 : Cavité glénoïdale |
| 3 : Processus hamatus | 8 : Tubercule supraglénoïdale |
| 4 : Tête humérale | 9 : Clavicule |
| 5 : Col de l'humérus | 10 : Incisure scapulaire |

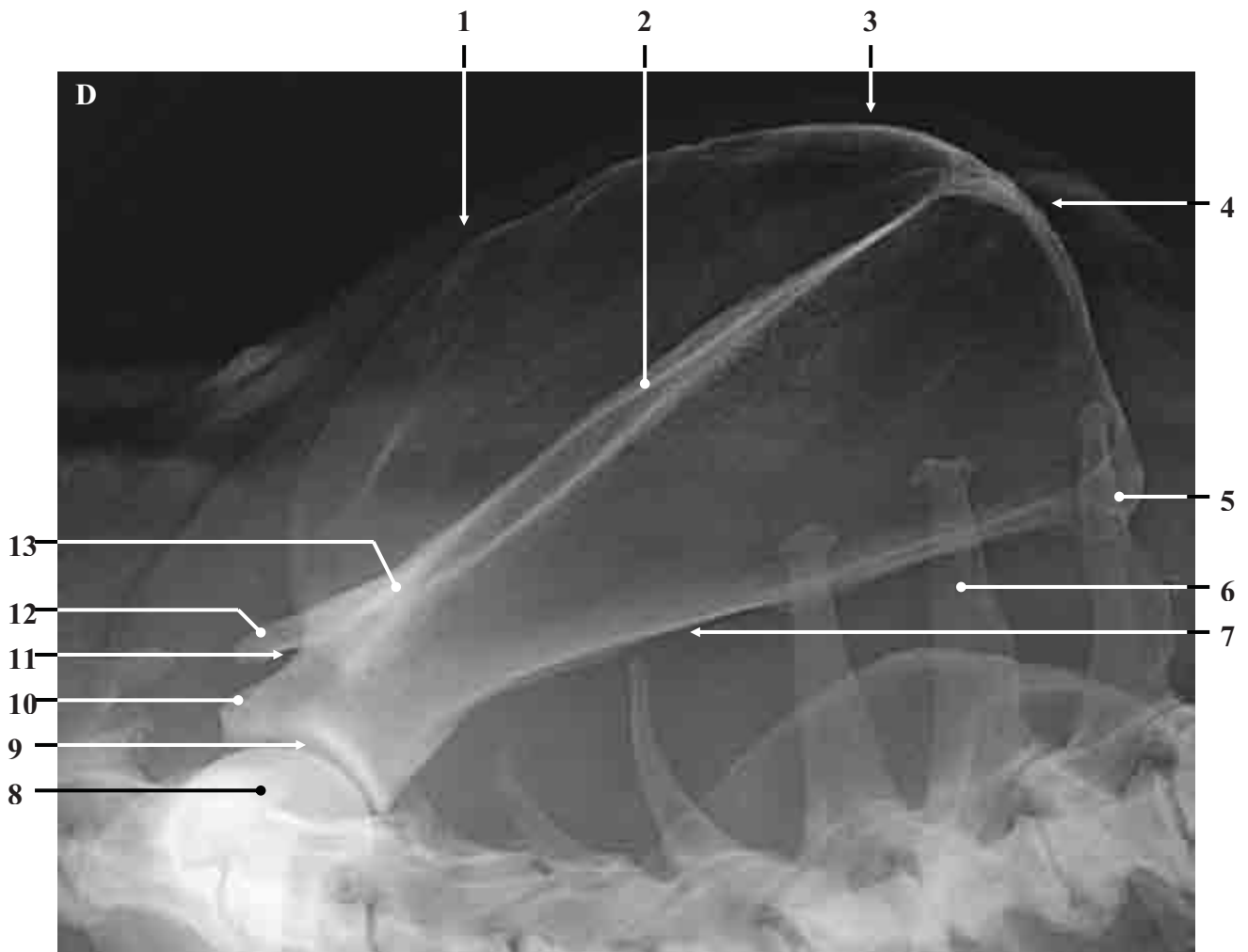


Figure 120 : projection médio-latérale de la scapula droite. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| 1 : Bord crânial | 8 : Tête humérale |
| 2 : Epine scapulaire | 9 : Cavité glénoïdale |
| 3 : Angle crânial | 10 : Tubercule supraglénoïdale |
| 4 : Tête humérale | 11 : Incisure scapulaire |
| 5 : Bord dorsal | 12 : Processus hamatus |
| 6 : Processus épineux | 13 : Processus suprahamatus |
| 7 : Bord caudal | |

Humérus

I. Ostéologie [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

L'humérus est un os long, robuste qui constitue le bras de l'animal et mesure environ 18,5 cm. Il s'articule proximale avec la scapula pour former l'articulation de l'épaule et distalement avec le radius et l'ulna pour former l'articulation du coude. L'humérus est constitué de deux épiphyses et d'une diaphyse et présente quatre faces en continuité les unes avec les autres. C'est un os quasiment rectiligne, légèrement courbé en partie proximale.

Cet os comporte en partie proximale caudale, une tête articulaire qui coïncide en partie avec la cavité glénoïdale de la scapula pour former l'articulation de l'épaule. Cette tête est de forme convexe et un peu allongée dans le sens cranio-caudal. Sous la tête, se trouve le col de l'humérus, petit étranglement qui porte la tête humérale. Latéralement, le grand tubercule (ou tubercule majeur) est un peu saillant et porte une crête, lieu d'insertion du muscle infra-épineux. Médialement, une éminence rugueuse bien plus petite que le grand tubercule est nommé petit tubercule (ou tubercule mineur). Entre ces deux tubercules se trouve le sillon intertuberculaire, dépression allongée où glisse le tendon du muscle biceps brachial.

Sous la tête de l'humérus, latéralement, la ligne tricipitale prend naissance et s'étend jusqu'à la tubérosité deltoïdienne, élévation rugueuse peu volumineuse sur la face cranio-latérale située environ au deux tiers proximaux de la diaphyse de l'os. Entre la face craniale et la face latérale, on trouve la crête humérale; le sillon brachial s'étend alors sur la majorité de la face latérale et un peu sur la face craniale et la face caudale. Latéralement, sous le tubercule majeur se trouve la tubérosité du muscle petit, rond. Sur la face caudale, la crête épicondyalaire limite le sillon brachial et enfin médialement on trouve la tubérosité du grand rond, empreinte qui reçoit les terminaisons des muscles grand rond et grand dorsal.

L'extrémité distale de l'humérus est aussi appelée condyle. Elle est légèrement recourbée en direction craniale et porte une surface articulaire large et complexe qui répond aux os de l'avant-bras. Elle se divise en deux parties très inégales, la trochlée de l'humérus d'une part et le capitulum de l'humérus d'autre part. La trochlée est médiale, c'est la partie la plus large qui présente une gorge médiane peu profonde et qui est bordée de deux lèvres, la médiale étant plus large que la latérale. Le capitulum est latéral, il est un peu en retrait par rapport à la lèvre latérale de la trochlée et un peu moins étendu caudalement. Toutes les surfaces articulaires sont régulièrement convexes dans le sens cranio-caudal. Cranialement, la gorge de la trochlée est surmontée par une dépression transversale : la fosse coronoïdienne. Plus latéralement, au-dessus du capitulum, une dépression moins profonde constitue la fosse radiale. Caudalement, la trochlée est surmontée d'une dépression beaucoup plus profonde et plus vaste : la fosse olécrânienne n'est séparée de la fosse coronoïdienne que par une mince lame osseuse. Cette fosse olécrânienne est entourée de deux épicondyles (médial et latéral) peu saillants. Au-dessus de l'épicondyle médial, on trouve chez les félins, le foramen supracondylaire, destiné au passage de l'artère brachiale et du nerf médian. L'épicondyle latéral est quant à lui surmonté par la crête épicondyalaire.



Figure 121 : Humérus de puma, aspect caudal. (Original)

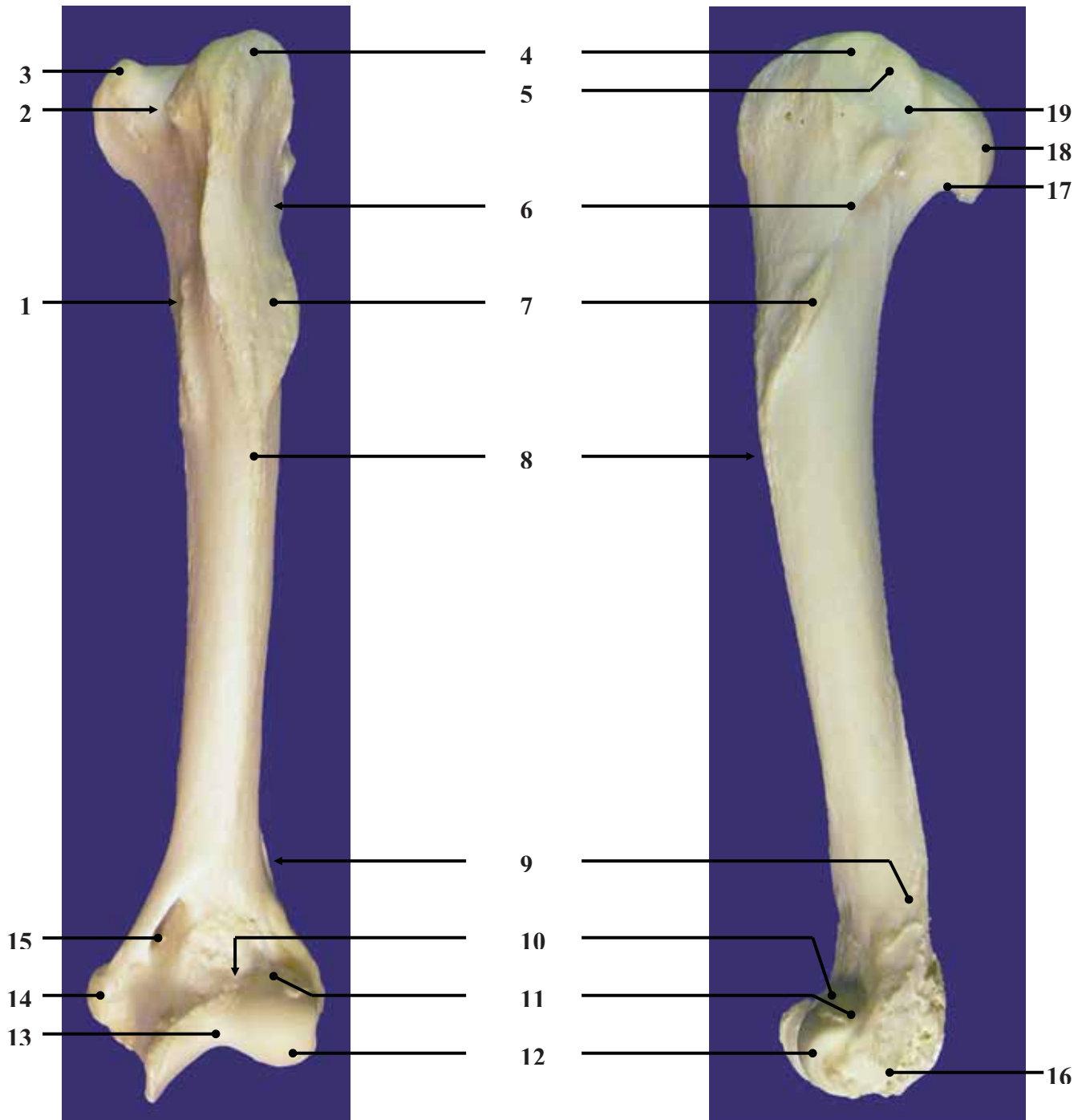


Figure 122 : Aspects cranial et latéral de l'humérus gauche. (Original)

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1 : Ligne pectorale | 11 : Fosse radiale |
| 2 : Sillon intertuberculaire | 12 : Capitulum |
| 3 : Petit tubercule | 13 : Trochlée |
| 4 : Grand tubercule | 14 : Épicondyle médial |
| 5 : Crête du grand tubercule | 15 : Trou supracondyloire |
| 6 : Ligne tricipitale | 16 : Epicondyle latéral |
| 7 : Tubérosité deltoïdienne | 17 : Col de l'humérus |
| 8 : Sillon brachial | 18 : Tête humérale |
| 9 : Crête humérale | 19 : Tubérosité du petit rond |
| 10 : Fosse coronoïdienne | |



Figure 123 : Aspects caudal et médial de l'humérus gauche. (Original)

- 1 : Épicondyle latéral
- 2 : Fosse olécrânienne
- 3 : Crête épicondylaire
- 4 : Sillon brachial
- 5 : Tubérosité deltoïdienne
- 6 : Tubérosité du petit rond
- 7 : Grand tubercule
- 8 : Tête humérale

- 9 : Petit tubercule
- 10 : Col de l'humérus
- 11 : Tubérosité du grand rond
- 12 : Trou supracondylaire
- 13 : Épicondyle médial
- 14 : Crête humérale
- 15 : Sillon intertuberculaire

II. Radiographie

1) Incidence médio-latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est placé en décubitus latéral gauche, la face latérale du membre concerné par la radiographie est plaqué sur la table. Ce membre est en extension vers l'avant tandis que le membre controlatéral est ramené vers l'arrière. Le cou est maintenu en extension, ainsi, on évite toutes superpositions non souhaitées. Le diaphragme est ouvert de façon à contenir l'humérus en entier ainsi que les deux articulations qui l'entourent (l'épaule et le coude), le faisceau de rayons est centré vers le centre de la diaphyse humérale. Ne pas oublier d'utiliser un marqueur afin de latéraliser le cliché.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres employés sont identiques à ceux utilisés pour radiographier la scapula. La seule différence vient du fait que les masses musculaires sont moins importantes dans la région humérale et donc que l'utilisation de grille anti-diffusante n'est pas indispensable mais permet de dévoiler quelques détails.

Le positionnement est correct si les articulations de l'épaule et du coude sont présentes, que les deux parties du condyle humérale sont superposées et que l'espace huméro-ulnaire est évident. Le cliché que nous présenterons par la suite montre bien les deux articulations mais la superposition des deux parties du condyle n'est pas parfaite, le cliché est en rotation.

2) Incidence cranio-caudale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est cette fois-ci sur le ventre, cela permet d'avoir une meilleure stabilité. Le membre thoracique concerné par la radiographie est en extension et plaqué au maximum sur la cassette placée directement sous le membre. Si cela est possible, le faisceau de rayons X est incliné de 10 à 20 degrés car l'humérus ne peut être totalement au contact de la cassette et ainsi les distorsions sont évitées. La tête est tournée du côté opposé au membre radiographié de façon à éviter les superpositions.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les constantes utilisées sont identiques que pour la projection médio-latérale et l'animal est considéré comme bien positionné lorsque les deux articulations sont bien visibles et que l'olécrane est superposé au milieu du condyle. Nous ne présenterons pas de cliché de cette projection.

3) Anatomie radiographique [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

Sur les deux clichés, on observe la présence des deux articulations adjacentes à l'humérus ainsi qu'une partie de la clavicule sur la projection médio-latérale. Partant de la tête et se dirigeant cranio-distalement, on retrouve une ligne blanche, il s'agit de la ligne tricpitale qui arrive à la tubérosité deltoïdienne.

Distalement, les superpositions sont nombreuses et rendent difficile la lecture du cliché. On reconnaît malgré tout la fosse olécrânienne caudalement, le trou supracondyloire bien que peu visible se devine assez bien et les épicondyles se voient très bien puisqu'ils ne se superposent pas comme cela devrait être le cas si l'animal avait été bien positionné. Les deux parties de la trochlée se devinent donc aisément.

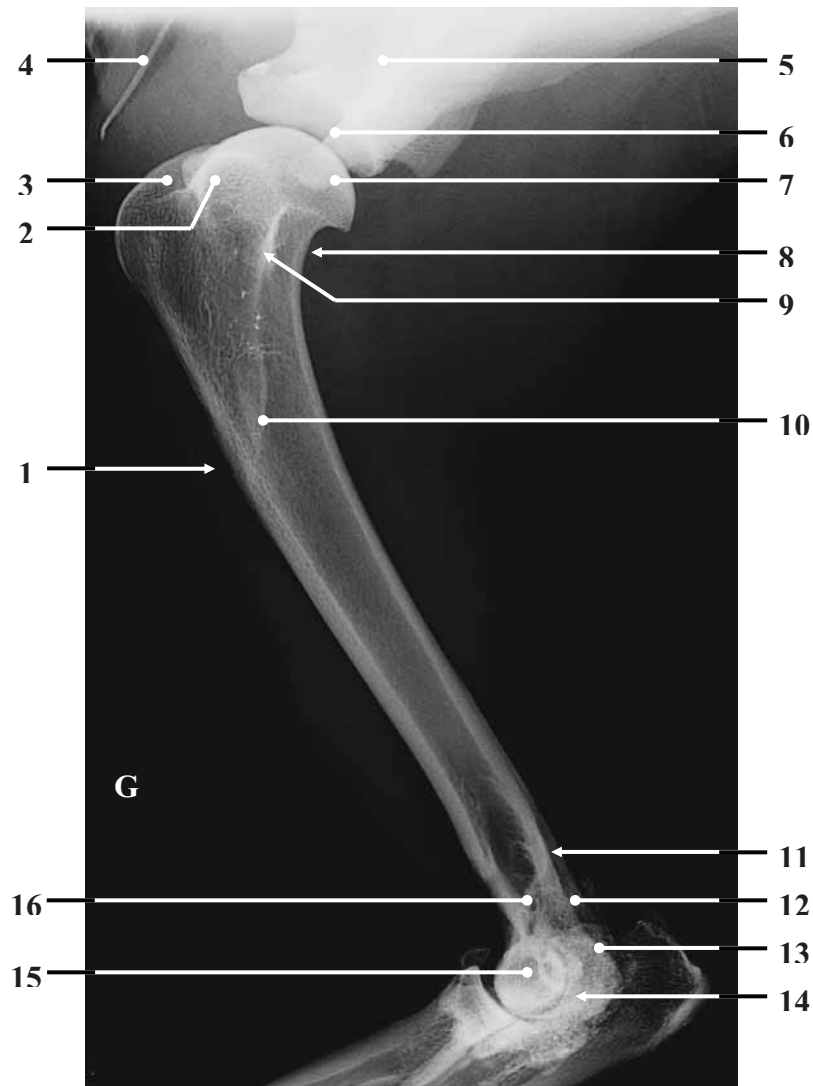


Figure 124 : Projection médio-latérale de l'humérus. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1 : Crête humérale | 9 : Ligne tricipitale |
| 2 : Petit tubercule | 10 : Tubérosité deltoïdienne |
| 3 : Grand tubercule | 11 : Fosse olécrânienne |
| 4 : Clavicule | 12 : Épicondyle latéral |
| 5 : Scapula | 13 : Épicondyle médial |
| 6 : Articulation de l'épaule | 14 : Articulation du coude |
| 7 : Tête humérale | 15 : Trochlée |
| 8 : Col huméral foramen nourricier | 16 : Trou supracondyloire |

Articulation du coude

I. Ostéologie [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

L'articulation du coude ou articulation huméro-antébrachiale unit l'extrémité proximale des os de l'avant-bras à la surface articulaire distale de l'humérus. Elle se subdivise en une articulation huméro-ulnaire et une articulation huméro-radiale.

La surface humérale est convexe dans le sens cranio-caudal et plus étendue du côté cranial, dans le sens de flexion du coude. Médialement, elle est composée d'une trochlée large à lèvre médiale plus large et saillante que la lèvre latérale. Latéralement, légèrement en retrait de la lèvre trochléaire adjacente se trouve le capitulum cylindroïde qui est peu marqué. La trochlée est surmontée cranialement par la fosse coronoïdienne, latéralement par la fosse radiale et caudalement par la fosse olécrânienne vaste et plus profonde.

La surface antébrachiale s'emboîte parfaitement dans la surface humérale, elle est donc concave dans le sens cranio-caudal en remontant plus haut sur le versant caudal. À la gorge de la trochlée humérale répond un relief qui commence à la saillie du processus anconé de l'olécrâne et se termine au processus coronoïde. Ce relief forme le contour de l'incisure trochléaire. Celui-ci est entouré de deux gorges parallèles, profondes qui répondent à chacune des lèvres de la trochlée humérale (la médiale est donc plus large). Quant à la fovea radiale en cupule répond au capitulum. Chez les félins, le radius répond uniquement au capitulum huméral par une cupule circulaire (la fovea du radius) qui permet ainsi le pivotement de cet os dans la prosupination. Cette fovea radiale se relève un peu pour participer à la constitution du processus coronoïde. Le reste qui répond en fait à toute la trochlée humérale est porté par l'ulna ; à cet os appartient donc toute l'incisure trochléaire.

Cette articulation est renforcée par de nombreux ligaments et par la capsule articulaire.



**Figure 125 : Articulation du coude, aspects latéral, médial, cranial et caudal.
(Original)**

II. Radiographie

1) Incidence médio-latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

Le puma est couché en décubitus latéral gauche. Comme pour la radiographie de l'humérus, le membre controlatéral est ramené vers l'arrière et la tête tournée vers le côté opposé de façon à éviter toutes superpositions. Le coude est légèrement fléchi en position physiologique. Celui-ci sera totalement fléchi si l'on désire visualiser le bec de l'olécrâne (sous la fosse olécrânienne si le coude est non fléchi) lorsque l'on recherche une dysplasie du coude par exemple.

Le faisceau est centré sur l'articulation et le diaphragme ouvert sur un tiers de l'humérus et un tiers de l'avant bras.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres utilisés se rapprochent de ceux utilisés pour l'humérus avec une tension toujours assez basse et l'utilisation d'une grille anti-diffusante. Si le coude est totalement fléchi, on augmente un peu la tension car l'épaisseur des tissus mous s'accroît lors de la flexion.

Le cliché est correct lorsque l'on voit bien toute l'articulation et que les deux parties du condyle médial se superposent, ce qui n'est pas le cas pour la radiographie présentée qui est en légère rotation.

2) Incidence cranio-caudale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est placé en décubitus ventral (sterno-abdominal) pour plus de stabilité. Le membre thoracique est étendu de façon à ce que la partie distale de l'humérus, la partie proximale du radius et de l'ulna et l'articulation du coude soient alignées. Afin que l'alignement soit parfait, on pratique une rotation externe de la partie distale du membre. Comme pour l'humérus, une inclinaison d'environ 15 degrés par rapport à la verticale du faisceau est nécessaire pour éviter toute image de distorsion. Comme la première projection, un tiers de chaque os participant à l'articulation doit apparaître.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres sont identiques à ceux utilisés pour l'incidence médio-latérale bien qu'il soit possible d'augmenter légèrement la tension pour éviter toute sous-exposition (ce que nous avons obtenu avec la première projection présentée). La position est correcte lorsque l'olécrâne est au milieu du condyle.

3) Anatomie radiographique [7, 8, 12, 17, 40, 49, 61]

Les deux clichés radiographiques se complètent. Lorsque l'on étudie l'articulation du coude, il est important d'évaluer les espaces articulaires qui doivent être étroits et réguliers. Notre projection médio-latérale n'est pas d'assez bonne qualité pour voir les espaces huméro-

radial, huméro-ulnaire et radio-ulnaire qui devraient être visibles nettement. De plus, l'animal présentait des lésions d'arthrose avancée qui faussent l'interprétation.

La projection de face n'est pas non plus de très bonne qualité, mais on peut deviner certaines structures humérales telles que la trochlée ou la fosse olécrânienne. Le radius et l'ulna se superposent, mais on distingue l'olécrâne et le processus coronoïde ou encore le col du radius.

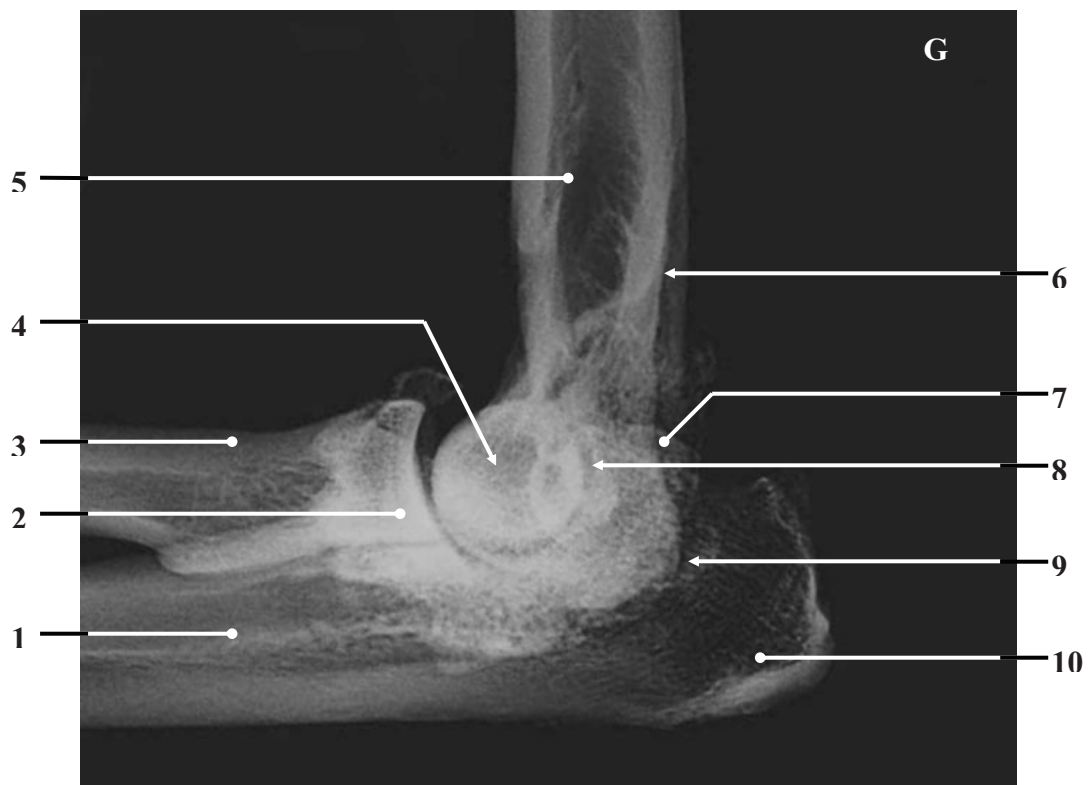


Figure 126 : Projection médio-latérale de l'articulation du coude gauche. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

1 : Ulna
2 : Processus coronoïde mixte
3 : Radius
4 : Trochlée humérale
5 : Humérus

6 : Fosse olécrânienne
7 : Épicondyle latéral
8 : Processus anconé
9 : Épicondyle médial
10 : Tubérosité olécrânienne



Figure 127 : Projection cranio-caudale de l'humérus. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

1 : Processus coronoïde mixte
 2 : Trochlée humérale
 3 : Épicondyle médial
 4 : Fosse olécrânienne
 5 : Trou supracondyloire
 6 : Humérus

7 : Olécrâne
 8 : Epicondyle latéral
 9 : Fovéa du radius
 10 : Radius
 11 : Ulna

Radius et ulna

I. Ostéologie [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

L'avant-bras est constitué de deux os, le radius et l'ulna que nous étudierons l'un après l'autre. Ceux-ci participent à l'articulation du coude et, distalement, à l'articulation avec la main. Ces deux os sont relativement mobiles l'un par rapport à l'autre ; en fait le radius qui est plus petit tourne autour de l'ulna. Ceci permet d'obtenir des mouvements de pronation (pouce médial et face dorsale vers le haut) et de supination.

Le radius présente trois parties, une partie proximale qui est plutôt latérale, un corps et une partie distale que l'on retrouve médialement. L'os est donc en relation étroite avec l'ulna qu'il contourne et est uni à ce dernier par un ligament interosseux puissant qui se place dans un espace interosseux assez large. Le radius est un os long, pair, d'environ 15 cm et asymétrique situé entre l'humérus et la rangée des os proximaux du carpe.

Son extrémité proximale est improprement qualifiée de tête du radius, séparée du col qui se distingue nettement et elle comprend la surface articulaire qui répond au capitulum de l'humérus et celle répondant à l'ulna. La surface pour l'humérus est formée d'une simple cupule circulaire, la fovéa du radius qui est relevée du côté médial pour participer avec l'ulna à la formation du processus coronoïde mixte. La surface articulaire pour l'ulna est caudale, elle est appelée circonférence articulaire et surmonte le col du radius.

Son corps est aplati dans le sens dorso-palmar et présente deux faces et deux bords. La face dorsale ou craniale est presque lisse, convexe tandis que la face palmaire ou caudale est légèrement plus concave. C'est sur cette dernière, près du bord latéral que se trouve le lieu d'insertion du ligament interosseux, simple crête étroite et longue qui est très discrète chez notre puma. Sur la face palmaire, en région proximale, on retrouve bien souvent près du bord médial, le foramen nourricier principal. Le bord médial porte à sa jonction avec l'extrémité proximale, une forte tubérosité, lieu d'insertion du tendon du muscle biceps brachial, nommé tubérosité du radius, peu saillante.

L'extrémité distale est improprement qualifiée de trochlée du radius et porte les surfaces articulaires pour l'ulna et le carpe. Médialement, une forte saillie forme le processus styloïde radial. Latéralement, une surface concave constitue l'incisure ulnaire et caudalement, on note la présence de trois sillons tendineux.



Figure 128 : Radius gauche du puma, aspect dorsal. (Original)

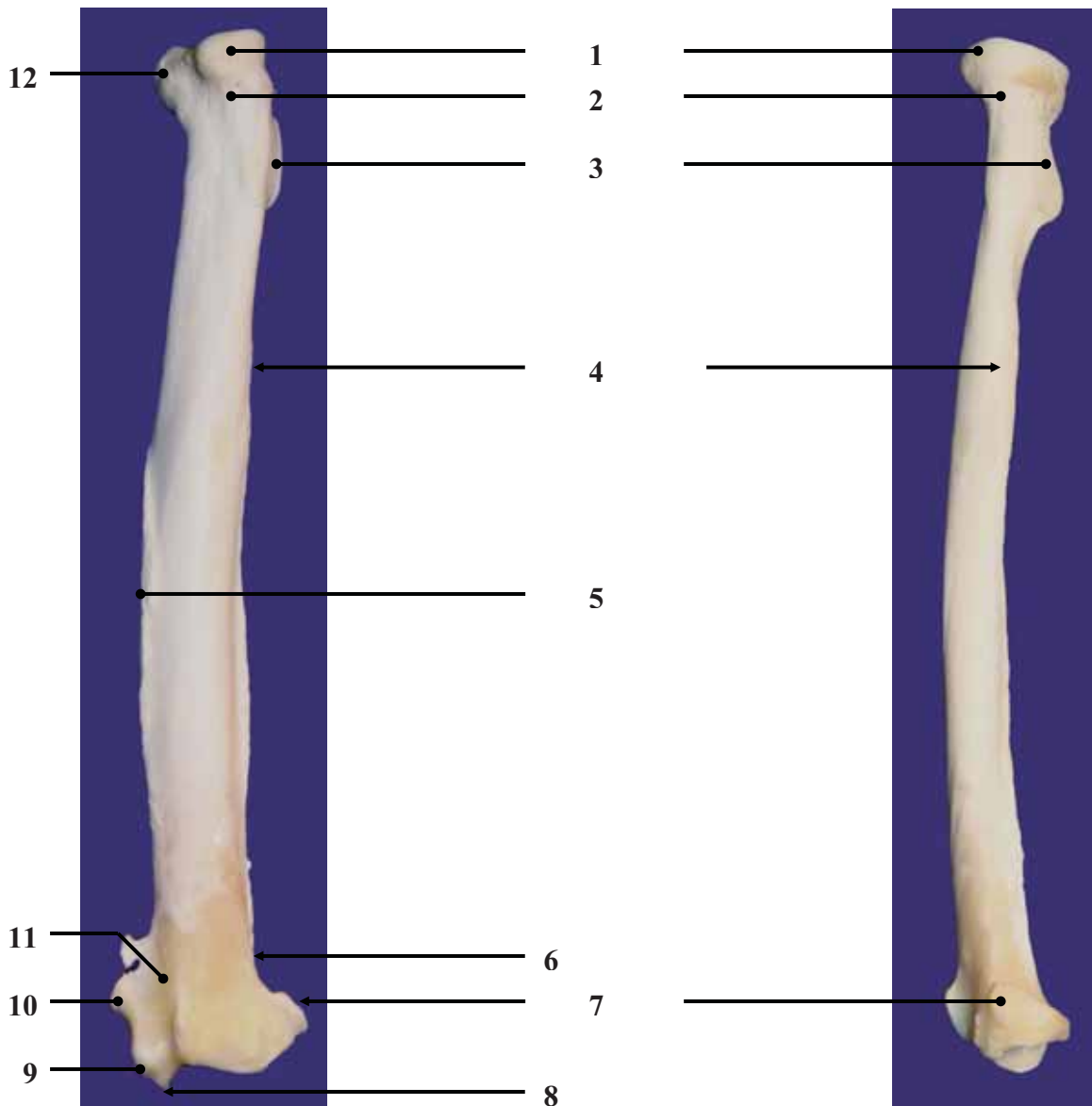


Figure 129 : Aspects cranial et latéral du radius gauche. (Original)

1 : Fosse du radius
 2 : Col du radius
 3 : Tubérosité radiale
 4 : Crête interosseuse

5 : Bord médial

6 : Sillon du tendon du muscle extenseur commun des doigts

7 : Incisure ulnaire
 8 : Surface articulaire carpienne
 9 : Processus styloïde radial
 10 : Sillon du tendon du muscle long abducteur du doigt 1
 11 : Sillon du tendon du muscle extenseur radial du carpe
 12 : Processus coronoïde

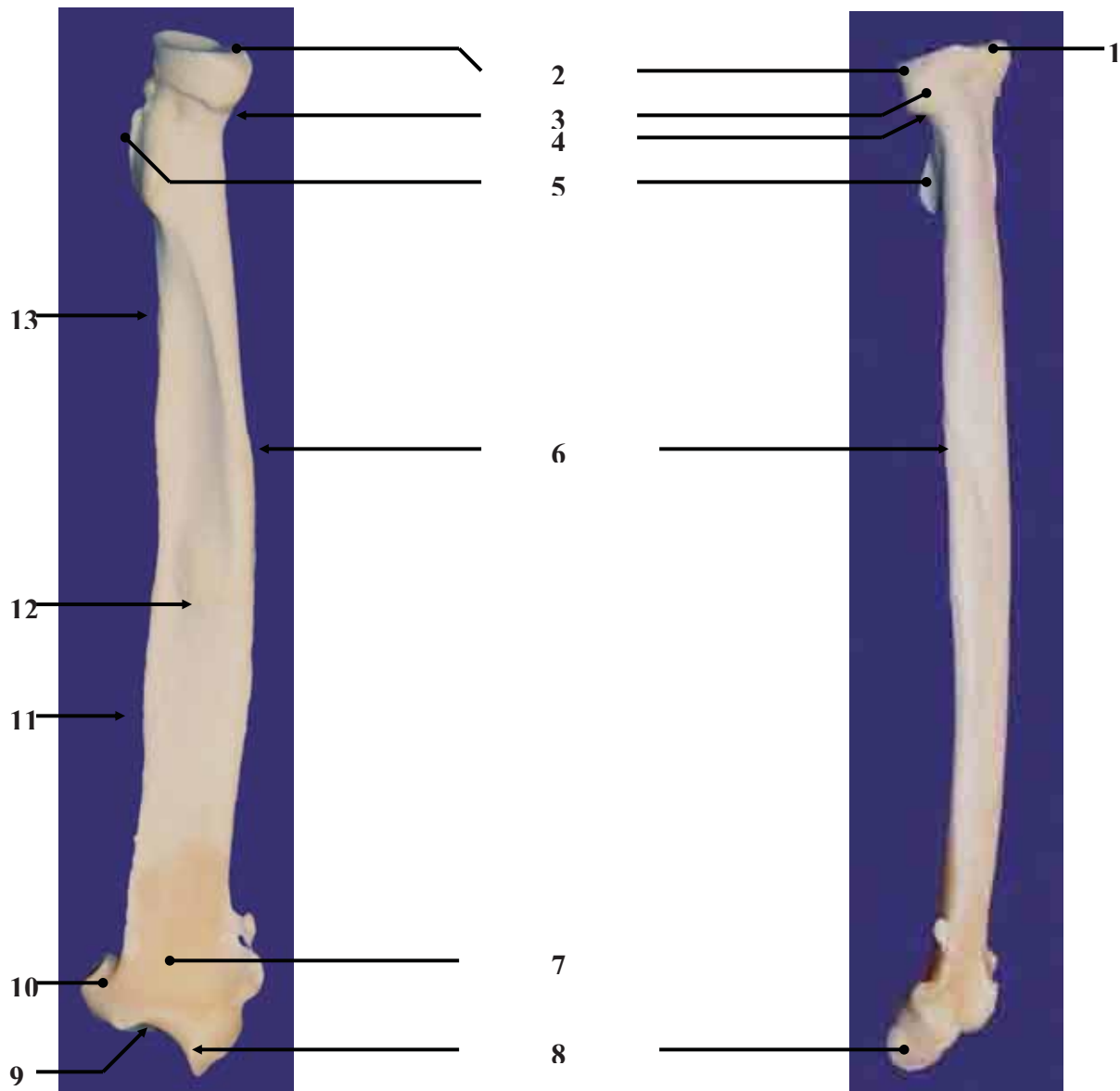


Figure 130 : Aspects caudal et médial du radius gauche. (Original)

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1 : Processus coronoïde | 8 : Processus styloïde radial |
| 2 : Fosse du radius | 9 : Surface articulaire carpienne |
| 3 : Circonférence articulaire pour l'ulna | 10 : Incisure ulnaire |
| 4 : Col du radius | 11 : Bord latéral |
| 5 : Tubérosité radiale | 12 : Face caudale |
| 6 : Bord médial | 13 : Crête interosseuse |
| 7 : Crête transverse | |

L'ulna est l'os palmaire de l'avant-bras. C'est un os long, pair, d'environ 21 cm, asymétrique situé caudalement et latéralement au radius. Il s'articule avec l'humérus, le radius et le carpe.

Son extrémité proximale est puissante et forme derrière, au-dessus du coude, une forte saillie palpable directement sous la peau, l'olécrâne. Celui-ci est de la forme d'un quadrilatère, présente deux faces, deux bords, une base et un sommet. Le bord cranial est divisé en deux parties par une forte saillie, le processus anconé (ou bec de l'olécrâne) qui répond à la fosse olécrânienne de l'humérus. Au-dessous, une surface articulaire très concave dans le sens longitudinal s'adapte à la trochlée humérale, il s'agit de l'incisure trochléaire qui s'étend du processus anconé au processus coronoïde plus cranial. Ce processus coronoïde répond à la fosse coronoïdienne de l'humérus lors de la flexion. Chez le puma, comme chez les félins en général, le processus coronoïde est formé en partie par le radius et en partie par l'ulna.

La base de l'olécrâne est bien épaisse et s'articule cranialement avec le radius, en dessous de l'incisure trochléaire. Cette surface concave est très large, il s'agit de l'incisure radiale.

Au sommet de l'olécrâne, la tubérosité de l'olécrâne, large et creusée reçoit les tendons des muscles extenseurs de l'avant-bras

Le corps de l'ulna comporte trois faces, une craniale, une médiale et une latérale et trois bords, un médial, un caudal et un latéral. La face craniale lisse porte le foramen nourricier ulnaire médio-proximale, le bord latéral est lieu d'insertion du ligament interosseux, la face médiale porte une tubérosité ulnaire lieu d'insertion des muscles biceps brachial et brachial.

L'extrémité distale, la tête de l'ulna, répond au carpe et au radius. Elle présente un processus styloïde très saillant, qui porte la surface articulaire pour le carpe ; au-dessus, une éminence convexe forme la circonférence articulaire pour le radius.



Figure 131 : Ulna gauche du puma, aspect latéral. (Original)

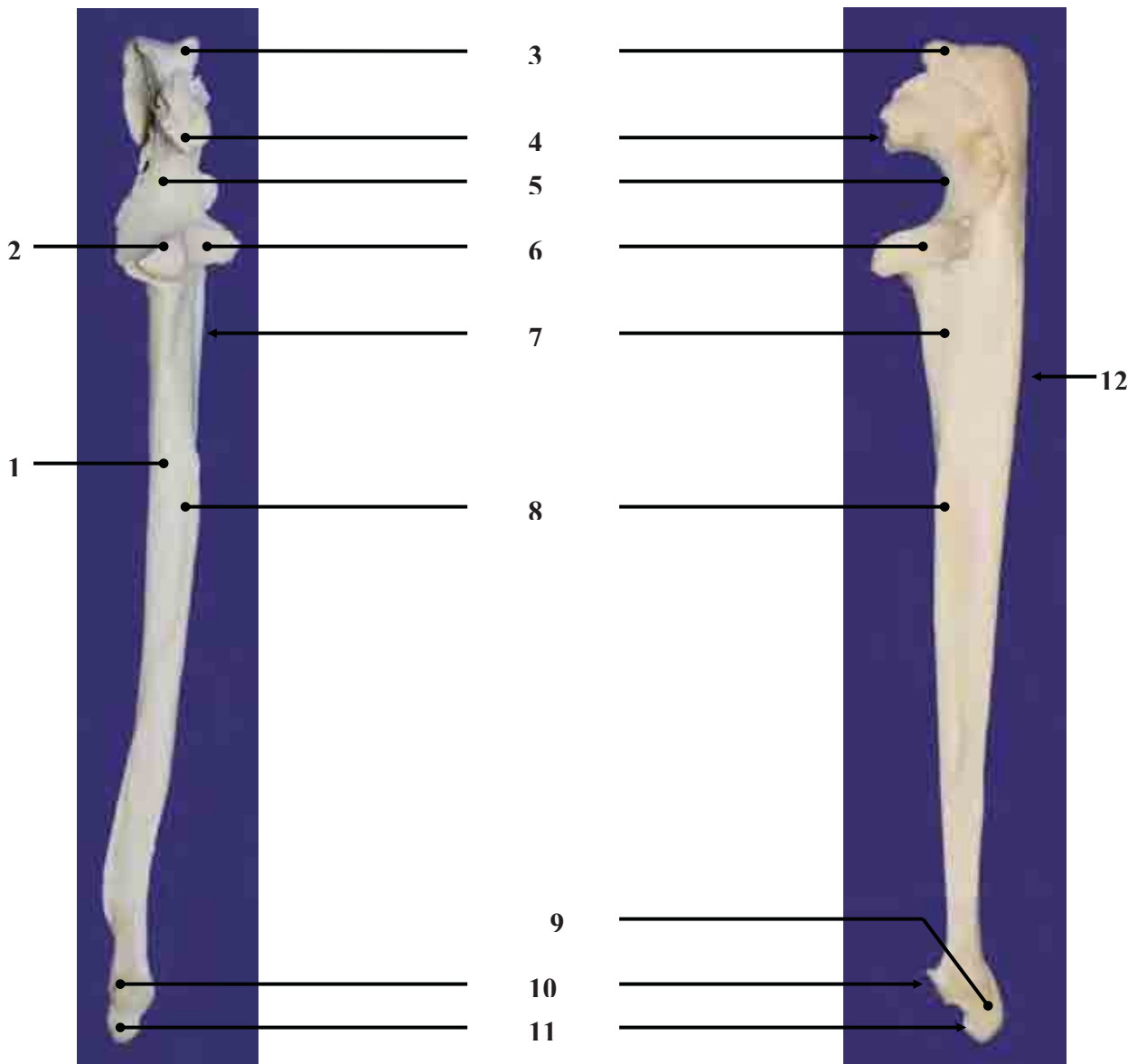


Figure 132 : Aspects cranial et latéral de l'ulna gauche. (Original)

- | | |
|------------------------------|---|
| 1 : Face crâniale | 7 : Face latérale |
| 2 : Processus coronoïde | 8 : Bord interosseux |
| 3 : Tubérosité de l'olécrâne | 9 : Processus styloïde ulnaire |
| 4 : Processus anconé | 10 : Circonférence articulaire pour le radius |
| 5 : Incisure trochléaire | 11 : Surface articulaire carpienne |
| 6 : Incisure radiale | 12 : Bord caudal |

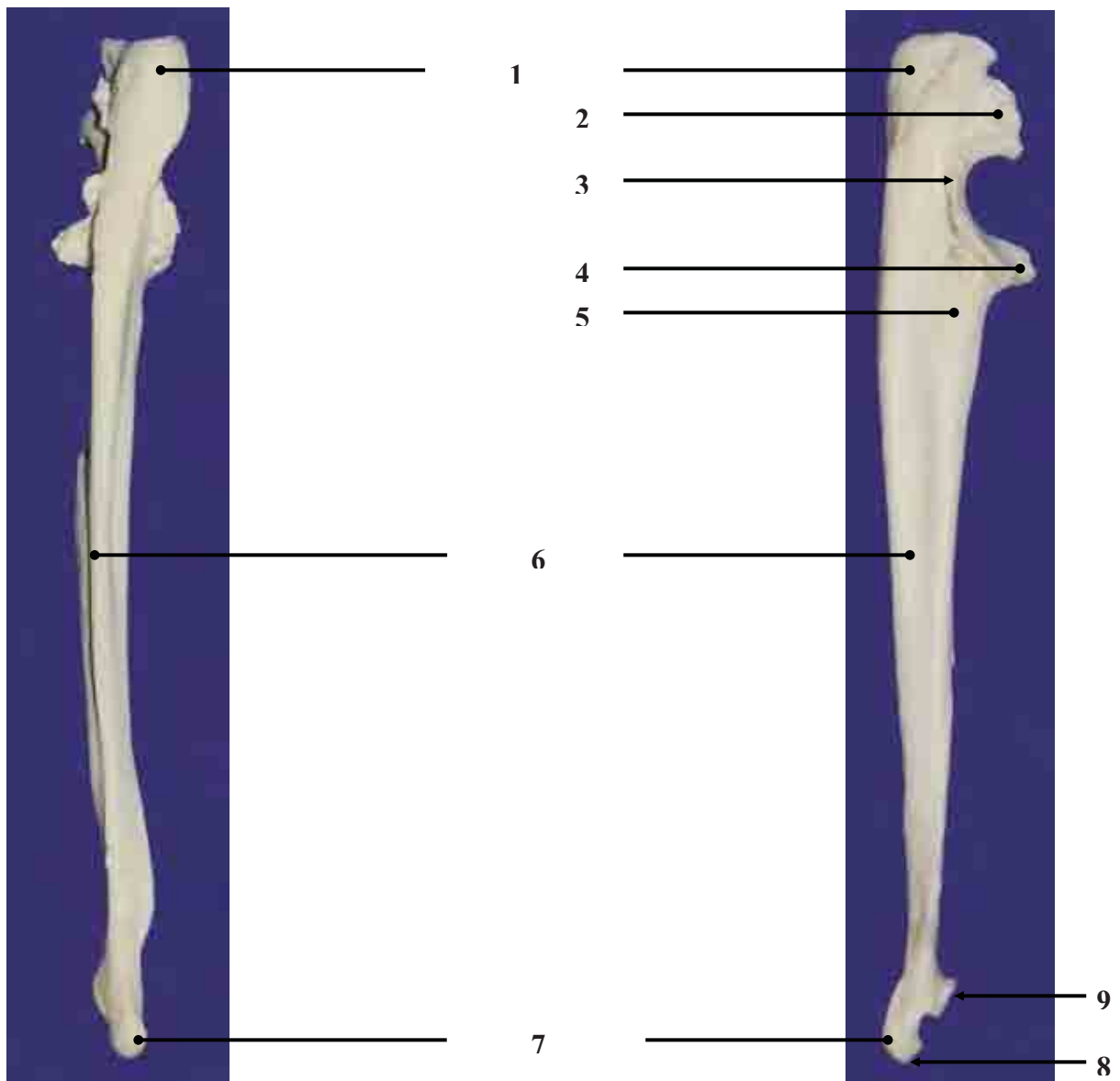


Figure 133 : Aspects caudal et médial de l'ulna gauche. (Original)

- 1 : Tubérosité de l'olécrâne
- 2 : Processus anconé
- 3 : Incisure trochléaire
- 4 : Processus coronoïde
- 5 : Tubérosité ulnaire

- 6 : Face médiale
- 7 : Processus styloïde ulnaire
- 8 : Surface articulaire carpienne
- 9 : Circonférence articulaire pour le radius

II. Radiographie

1) Incidence médio-latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

Le puma est placé en décubitus latéral gauche, l'avant-bras à radiographier est plaqué contre la table et tiré vers l'avant. Le membre controlatéral est ramené vers l'arrière pour éviter les superpositions. Le diaphragme est réglé de façon à ce que le cliché contienne les deux os en entier et les articulations adjacentes. Le faisceau de rayons est centré sur le milieu de l'avant-bras.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Comme précédemment, la tension doit être basse et le temps d'exposition élevé (ce qui ne pose pas de problème lorsque l'animal est endormi). Cependant, les os ont une épaisseur de plus en plus réduite et donc l'utilisation d'une grille n'est pas obligatoire et il est possible d'utiliser une cassette ne possédant qu'un écran en association avec un film monocouche. Ainsi, on améliore la résolution de l'image.

Lorsque le cliché est pris correctement, les deux os de l'avant-bras ainsi que les deux articulations adjacentes sont visibles. De plus les deux parties du condyle huméral doivent être superposées et l'espace huméro-ulnaire visible.

2) Incidence cranio-caudale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

Le puma est placé en décubitus ventral, le membre thoracique gauche est en extension, plaqué contre la table. Le membre controlatéral et la tête sont écartés du champs pour ne pas gêner la prise du cliché. Sinon, le cadrage est identique que ce que nous avons vu pour la projection médio-latérale.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres utilisés sont les mêmes que pour la première projection. L'olécrâne doit être au milieu du condyle huméral ; distalement le radius et l'ulna doivent être bien séparés.

3) Anatomie radiographique [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

Le cliché présenté ne correspond pas tout à fait à l'une ou à l'autre des projections. Le mieux est d'avoir les deux projections pour obtenir des informations correctes. On observe bien les deux os de l'avant-bras (radius et ulna) ainsi que les deux articulations mais les deux os se superposent proximalelement ce qui rend difficile l'interprétation. Proximalelement, on devine aisément l'olécrâne, l'incisure trochléaire, la tête et le col du radius, mais le processus anconé et le processus coronoïde sont un peu moins visibles.

Plus caudalement, la tubérosité radiale se devine nettement.

Dans la partie distale, l'ulna et le radius sont bien séparés, l'articulation entre ces deux os est donc bien visible ainsi que leurs processus styloïdes et que les surfaces articulaires carpiennes.

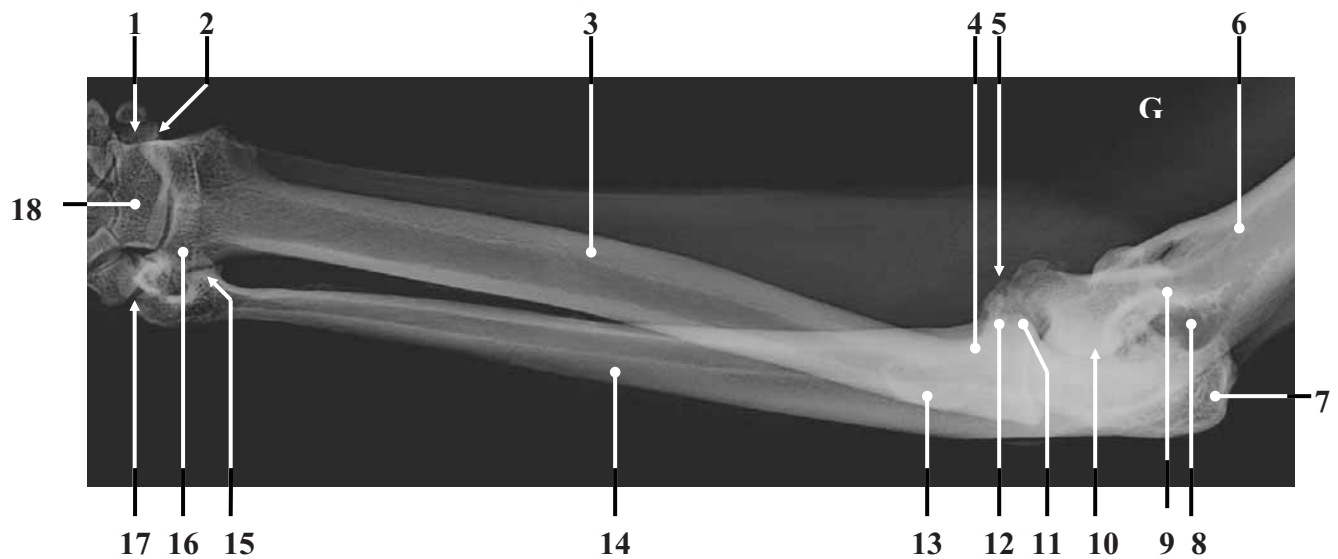


Figure 134 : Radiographie de l'avant bras. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 : Surface articulaire carpienne | 10 : Incisure trochléaire |
| 2 : Processus styloïde radial | 11 : Incisure radiale |
| 3 : Radius | 12 : Tête radiale |
| 4 : Col du radius | 13 : Tubérosité radiale |
| 5 : Processus coronoïde | 14 : Ulna |
| 6 : Humérus | 15 : Circonférence articulaire pour le radius |
| 7 : Olécrâne | 16 : Incisure ulnaire |
| 8 : Tubérosité de l'olécrâne | 17 : Surface articulaire carpienne |
| 9 : Processus anconé | 18 : Carpe |

Carpe, métacarpe et doigts

I. Ostéologie [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

Tout comme le chat, le puma est un animal digitigrade, il se sert donc de ses doigts comme surface d'appui au sol, ce qui rend sa démarche souple et silencieuse. Il possède cinq griffes à l'avant et quatre à l'arrière. Sa main lui sert essentiellement pour la locomotion et un peu pour la préhension.

La main est constituée d'un ensemble complexe de petits os qui s'organisent en rangées successives, et s'articule proximale au radius et à l'ulna. Elle mesure environ 14 cm.

Le carpe constitue cette jonction : il s'agit de la région proximale de la main entre l'avant-bras et la région métacarpienne. Le terme de carpe inclut aussi bien les structures tissulaires que les os. Les os du carpe sont sept os courts qui sont organisés en une rangée proximale et une rangée distale superposées. Sur la face palmaire de la région du carpe se dessine un sillon, base osseuse de canal du carpe qui reçoit un puissant fascia dans lequel glissent les tendons fléchisseurs des doigts.

La rangée proximale compte trois os, il s'agit, du radius vers l'ulna, de l'os intermédiaire-radial du carpe (ou os scapho-lunaire), l'os ulnaire du carpe (ou os pyramidal) et l'os accessoire du carpe (ou os pisiforme), en position palmaire. De plus, s'ajoute un petit os surnuméraire qui se développe dans le tendon du muscle abducteur du doigt I, considéré comme un os sésamoïde que l'on appelle l'os phacoïde.

L'os scapho-lunaire est le plus volumineux, il résulte de la fusion des os scaphoïde et semi-lunaire et englobe en plus l'os central. Il s'articule à l'extrémité distale du radius et est attaché aux quatre os de la rangée distale du carpe

L'os pyramidal possède une facette qui répond à l'ulna et s'articule avec l'os pisiforme.

L'os pisiforme est un peu particulier de par sa forme, un peu allongée, ses deux extrémités sont plus larges que sa partie centrale et de part son orientation palmaire. Il s'articule lui aussi à l'ulna au niveau de son processus styloïde. Ce petit os reçoit la terminaison des muscles fléchisseur ulnaire du carpe et extenseur ulnaire du carpe.

L'os phacoïde est contre l'os scapho-lunaire, il se voit très bien à la radiographie.

La rangée distale compte quatre petits os qui augmentent de grosseur du côté médial au côté latéral. Il s'agit du premier (CI), deuxième (CII), troisième (CIII) et quatrième (CIV) os du carpe. Classiquement, on les nomme respectivement les os trapèze, trapézoïde, capitatum et crochu (ou hamatum) ; ils s'articulent aux métacarpiens. Or, nous sommes en présence de quatre os du carpe et de cinq métacarpiens, en fait, l'os crochu répond à deux métacarpiens, le IV et le V.

L'os trapèze est le plus petit, il s'articule avec le métacarpien I qui correspond au pouce.

Le trapézoïde est plus aplati dans le sens crânio-caudal, il s'articule au métacarpien II.

Le capitulum s'articule au métacarpien central, le III.

L'os crochu porte deux surfaces articulaires pour les métacarpiens IV et V. Il est appelé os crochu pour sa forme en région palmaire.

Le métacarpe comprend les structures molles et les os de la région de la main comprise entre le carpe proximale et les doigts distalement. Les os métacarpiens sont au nombre de cinq. Ce sont des os longs asymétriques, à peu près parallèles les uns aux autres. Ils sont numérotés du côté médial au côté latéral de I à V. Proximale, chaque métacarpien s'articule d'une part avec les métacarpiens qui l'entourent par des facettes articulaires et d'autre part avec l'os du carpe correspondant, excepté le cinquième qui

s'articule avec le quatrième ; distalement ils s'articulent chacun avec la phalange proximale du doigt correspondant. Leur structure est à peu près identique pour tous puisqu'ils possèdent tous du haut vers le bas une base, un corps et une tête.

Le premier métacarpien est le plus petit et le plus épais, il correspond au pouce.

Les troisième et quatrième métacarpiens sont les plus grands. Ces mêmes métacarpiens, ainsi que le deuxième présentent un prolongement chevauchant le métacarpien adjacent du côté ulnaire. Le corps de tous les métacarpiens est assez lisse malgré quelques zones rugueuses correspondant à l'insertion de ligaments mais restant très discrètes chez le puma. La tête qui s'articule à la première phalange qui lui correspond, présente un double condyle séparé par un relief sagittal sur la face palmaire.

Restent les doigts qui sont formés par les phalanges. Chaque doigt possédant deux ou trois phalanges, une proximale, une intermédiaire et une distale qui sont numérotées de I à V en partant du pouce, les trois phalanges d'un même doigt possédant le même numéro. Il faut remarquer que la phalange proximale du pouce fait défaut.

La phalange proximale est la plus longue des trois, sa base s'articule au métacarpien par une fosse articulaire, la *fovea articularis*. Du côté palmaire elle possède une échancrure intermédiaire qui sépare deux tubercules, lieu d'insertion aux ligaments articulaires et distalement on observe la présence d'une trochlée, la tête.

La phalange intermédiaire est très proche mais plus courte et avec une tête qui ressemble peu à une trochlée. Elle présente à sa base du côté dorsal une saillie rugueuse correspondant au *processus extensorius* et du côté palmaire, il y a le torus qui forme des tubercules.

La phalange distale est différente car c'est la phalange qui porte la griffe, par conséquent, sa forme est adaptée pour recevoir cette griffe qui est conique, recourbée et comprimée latéralement. Chaque phalange distale possède à sa base un sillon profond dit unguiculaire dans lequel la griffe vient se loger et qui est surplombé par la crête unguiculaire. Les tendons des muscles fléchisseurs du doigt s'insèrent sur un tubercule qui se trouve sur le côté de la phalange.

En plus de tous ces os, s'ajoutent de petits os sésamoïdes, petits os complémentaires développés au voisinage de certaines articulations dans l'épaisseur des formations fibreuses. Ils sont présents sur chaque doigt par paires en région palmaire, à l'extrémité distale des métacarpiens. Chacun de ses petits os possède une surface articulaire qui correspond au condyle métacarpien en région palmaire. Ils servent essentiellement aux tendons des fléchisseurs des phalanges. De forme polyédrique, ils sont plus larges à leur extrémité distale.



Figure 135 : Main gauche du puma, aspect dorsal. (Original)

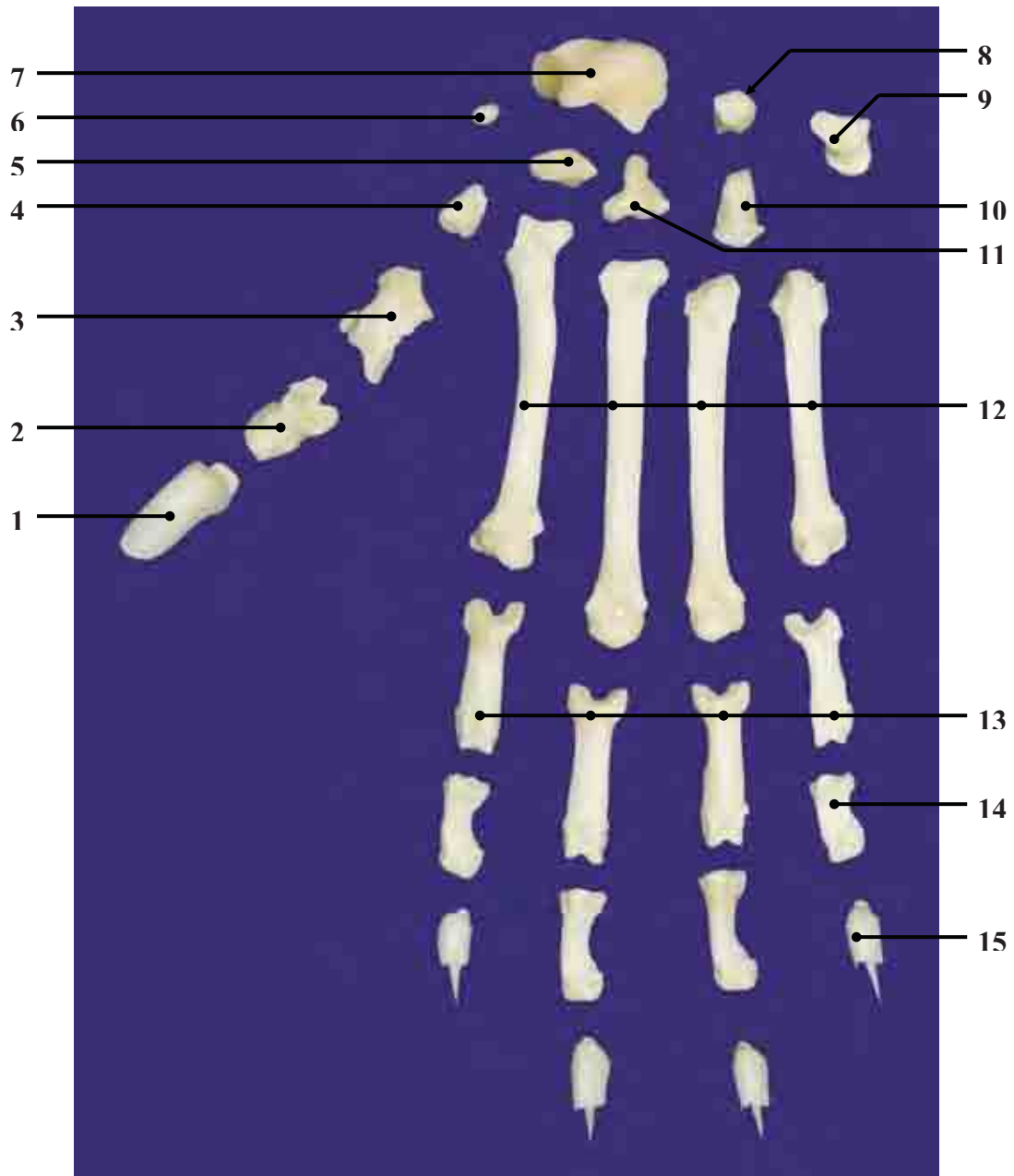


Figure 136 : Aspect dorsal de l'ensemble des os de la main gauche. (Original)

- 1 : Phalange distale I
- 2 : Phalange proximale I
- 3 : Os métacarpien I
- 4 : Os trapèze
- 5 : Os trapézoïde
- 6 : Os phacoïde
- 7 : Os scapho-lunaire
- 8 : Os pyramidal

- 9 : os pisiforme
- 10 : Os crochu
- 11 : Os capitatum
- 12 : Os métacarpien II à V
- 13 : Phalange proximale II à V
- 14 : Phalange intermédiaire V
- 15 : Phalange distale V



Figure 137 : Aspect dorsal de la main gauche assemblée.(Original)

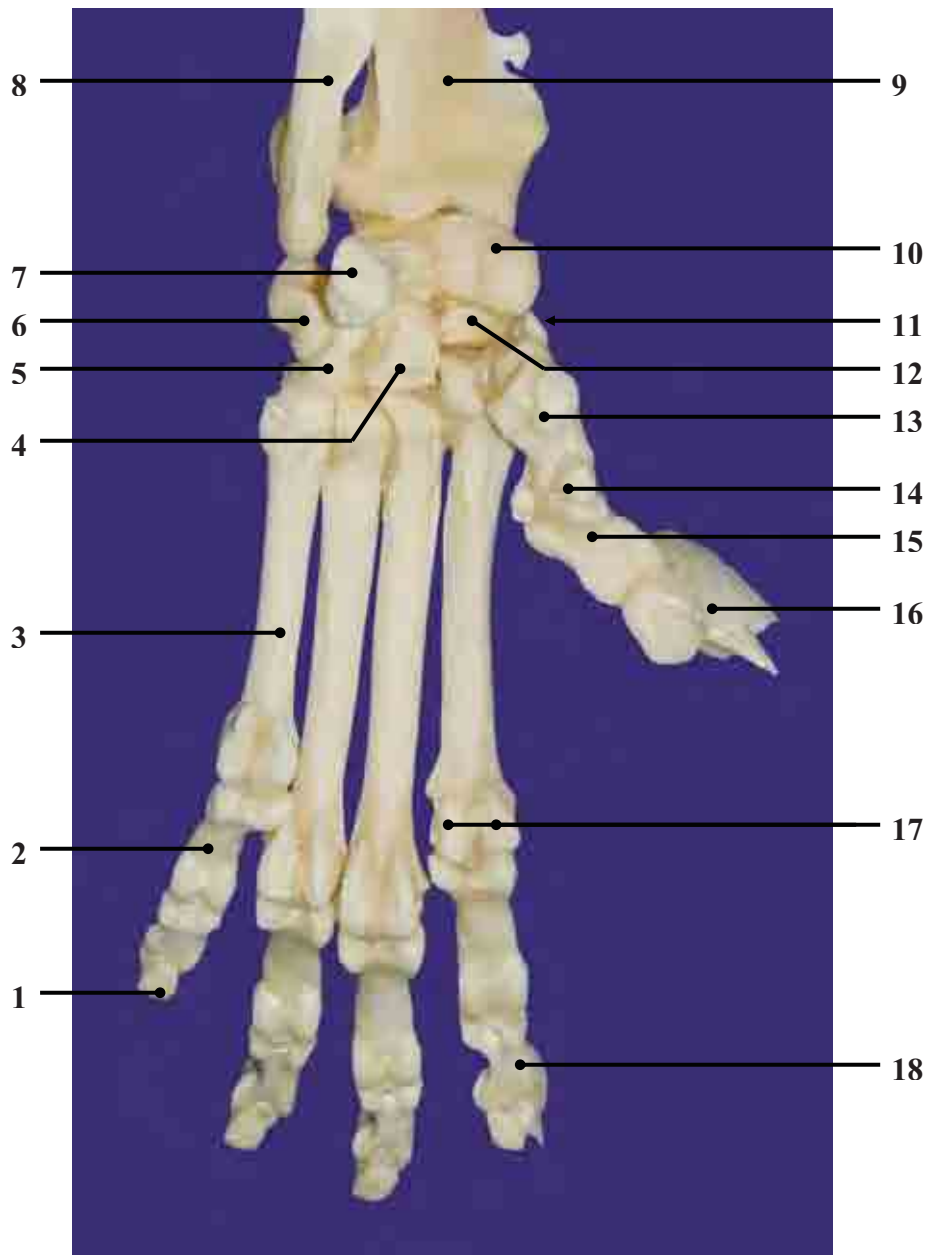


Figure 138 : Aspect palmaire de la main gauche. (Original)

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1 : Phalange distale V | 10 : Os scapho-lunaire |
| 2 : Phalange proximale V | 11 : Os scaphoïde |
| 3 : Os métacarpien V | 12 : Os trapézoïde |
| 4 : Os capitatum | 13 : Os métacarpien I |
| 5 : Os crochu | 14 : Os sésamoïde |
| 6 : Os pyramidal | 15 : Phalange proximale I |
| 7 : Os pissiforme | 16 : Phalange distale I |
| 8 : Ulna | 17 : Os sésamoïdes |
| 9 : Radius | 18 : Phalange intermédiaire II |

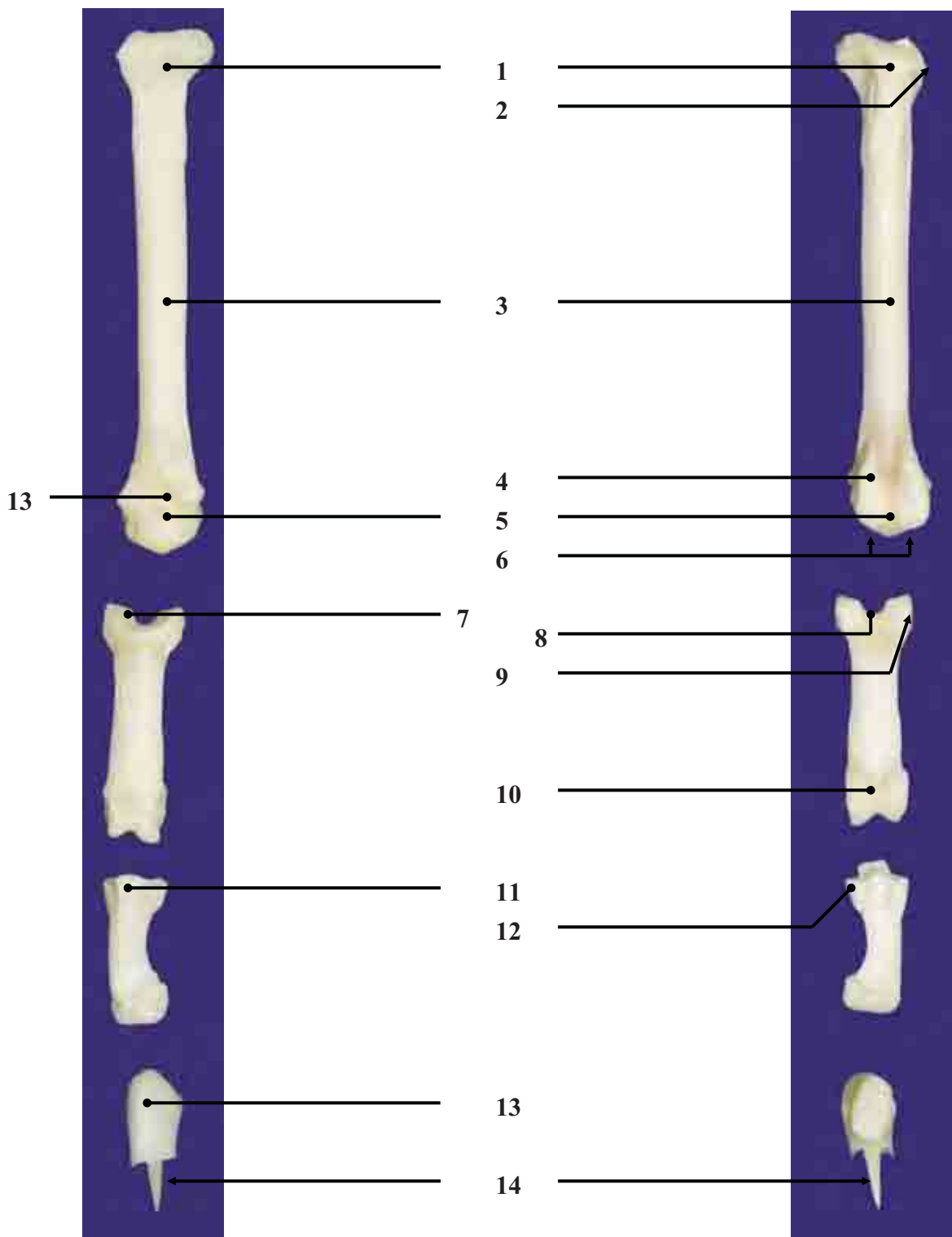


Figure 139 : Aspects dorsal et palmaire du métacarpien et phalanges du doigt III.(Original)

- 1 : Base
- 2 : Facette articulaire pour le métacarpien II
- 3 : Corps
- 4 : Os sésamoïde
- 5 : Tête
- 6 : Condyles
- 7 : *Fovea articularis*

- 8 : Gorge palmaire
- 9 : Tubercule d'insertion ligamentaire
- 10 : Trochlée
- 11 : *Processus extensorius*
- 12 : Torus palmaire
- 13 : Crête unguiculaire
- 14 : *Processus unguiculaire*

II. Radiographie

1) Incidence médio-latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

Pour cette incidence, la main concernée est étirée et plaquée face latérale contre la table. La main est dégagée de tout ce qui se trouve autour (l'autre main est étirée vers l'arrière, la tête est tournée du côté opposé). Le faisceau de rayons X est centré sur la rangée distale du carpe et le diaphragme est ouvert afin de contenir la partie distale du radius et de l'ulna ainsi que l'ensemble des phalanges. Cette incidence est intéressante pour la région du carpe mais son interprétation reste difficile du fait des nombreuses superpositions.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Pour la main qui ne présente que des os de petites tailles entourés de tissus mous peu épais, une tension basse, pas de grille et un film monocouche conviennent. Le cliché est correct lorsque les métacarpiens sont alignés.

2) Incidence crânio-palmaire

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

Le puma est en décubitus sterno-abdominal, le membre à radiographier est en extension, face palmaire contre la table et est maintenu en cette position en utilisant des sacs de sable au niveau de l'avant-bras. Le faisceau est toujours centré sur la rangée distale du carpe et le diaphragme ouvert afin de cadrer l'ensemble de la main et la partie distale du radius et de l'ulna.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres utilisés sont identiques à l'autre incidence. Le cliché est correct lorsque l'on voit le radius et l'ulna qui sont séparés ainsi que les métacarpiens qui ne doivent pas se superposer. Ceci est respecté pour notre cliché mis à part le fait que le doigt I se superpose au doigt II.

3) Anatomie radiographique [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

Sur la projection de profil comme nous l'avons dit précédemment, on distingue difficilement les différents métacarpiens et les phalanges qui se superposent ; on distingue tout de même les phalanges intermédiaires et distales ainsi que le doigt I qui se distingue par sa petite taille. Pour ce doigt, on distingue sa phalange distale qui coupe horizontalement les os métacarpiens des autres doigts, sa phalange proximale et le métacarpien qui s'articule à l'os trapèze. Quant aux os du carpe, ils se superposent eux aussi et ne sont donc pas tous clairement visibles. On imagine bien l'os scapho-lunaire, le plus imposant qui se trouve juste sous le radius et l'os pisiforme qui se trouve en position palmaire avec sous lui l'os pyramidal. Il est très difficile de distinguer l'os phacoïde ainsi que l'ensemble des os de la rangée distale du carpe. Seuls les petits os sésamoïdes au niveau des articulations métacarpo-phalangiennes sont bien visibles.

Sur la projection de face, l'interprétation est plus facile. En effet, on distingue très bien la quasi totalité des os décrits dans la partie oséologie, même les os sésamoïdes des

articulations métacarpo-phalangiennes. Seule une superposition rend difficile les interprétations au niveau du doigt I qui se superpose au doigt II et empêche de bien distinguer les deux phalanges du doigt I, son métacarpien ou encore les os trapèze et trapézoïde. Pour les autres doigts, les phalanges proximales sont les plus grandes et se distinguent bien, les phalanges intermédiaires sont également nettes, mais plongent un peu vers l'arrière et les phalanges distales reviennent un peu vers l'avant ce qui fait qu'elles se superposent.

Les clichés de la main permettent d'objectiver une fracture, une luxation, une lésion osseuse, de l'arthrose ou toute autre anomalie.



Figure 140 : Projection médio-latérale de la main gauche. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1 : Radius | 8 : Ulna |
| 2 : Os scapho-lunaire | 9 : Os pyramidal |
| 3 : Os trapézoïde | 10 : Os pisiforme |
| 4 : Os métacarpiens | 11 : Os trapèze |
| 5 : Os sésamoïdes | 12 : Phalange proximale du doigt I |
| 6 : Phalanges proximales | 13 : Phalange distale du doigt I |
| 7 : Phalanges intermédiaires | 14 : Phalange distale |

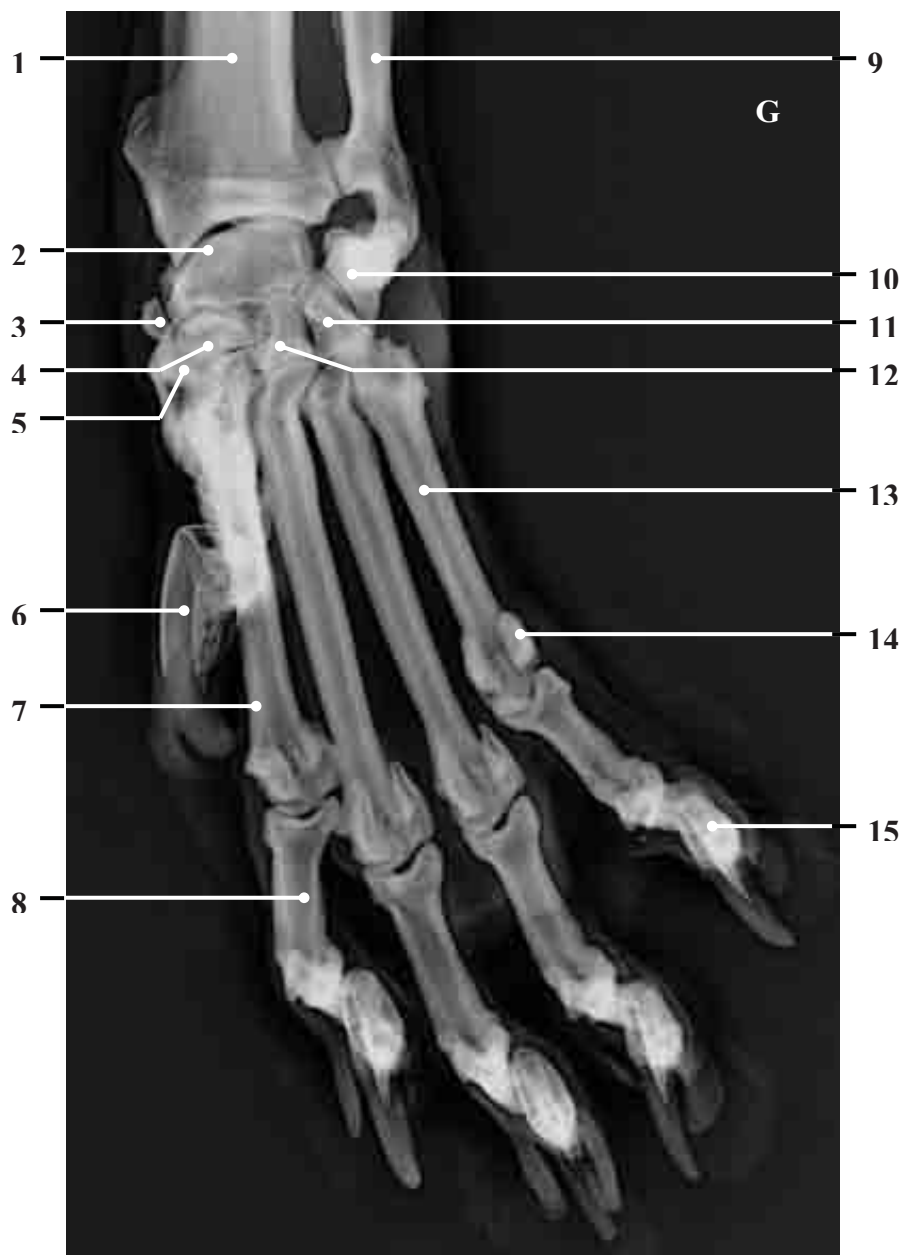


Figure 141: Projection dorso-palmaire de la main gauche. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

1 : Radius
 2 : Os scapho-lunaire
 3 : Os phacoïde
 4 : Os trapézoïde
 5 : Os trapèze
 6 : Phalange distale doigt I
 7 : Os métacarpien II
 8 : Phalange proximale doigt II

9 : Ulna
 10 : Os pyramidal
 11 : Os crochu
 12 : Os capitatum
 13 : Os métacarpien V
 14 : Os sésamoïde
 15 : Phalange distale V

CHAPITRE III

Squelette appendiculaire : membre pelvien

Le membre pelvien ou membre postérieur présente, comme le membre thoracique, quatre segments. Il est constitué d'une ceinture, le bassin, qui correspond à la soudure entre deux os coxaux. Celui-ci est solidement relié au rachis par le sacrum et les postérieurs sont plus hauts que les antérieurs, le membre pelvien est adapté à la propulsion. La cuisse dont la base osseuse est le fémur est unie au bassin par l'articulation coxo-fémorale (ou articulation de la hanche). Le fémur est ensuite relié au tibia et à la fibula par l'articulation du genou, aussi appelée le grasset. Enfin le pied se subdivise en région du tarse avec les os du tarse, du métatarse avec les métatarsiens et les doigts avec les phalanges. Les os du tarse sont reliés au tibia et à la fibula par les articulations du jarret (ou cheville [7, 12]).

Le membre pelvien est donc lui aussi constitué par de nombreux os qui donnent à l'animal une grande mobilité .

Pour l'examen radiographique, tout ce qui a été mentionné pour le membre thoracique reste valable. Remarquons que les problèmes de croissance sont plus rares que pour le membre antérieur, mais d'autres problèmes sont plus fréquents sur le membre pelvien tel que la dysplasie.

Bassin et articulation de la hanche

I. Ostéologie [5, 7, 8, 12, 17, 26, 60, 61]

Comme nous l'avons déjà vu lors de l'étude des vertèbres sacrées, la ceinture pelvienne est très solidement attachée au rachis. Cette ceinture comprend à la fois l'os sacrum et le bassin ou pelvis qui mesure environ 20 cm. Ce dernier est en fait constitué par l'union de deux os coxaux qui s'unissent ventro-médialement par une articulation fibro-cartilagineuse pour former la symphyse pelvienne ou ischio-pubienne. Chaque os coxal est le résultat de l'union de trois os, l'os ilium dorsalement, l'os pubis cranio-ventralement et l'ischium caudo-ventralement qui se rejoignent au niveau de l'acétabulum qui accueille la tête fémorale. Physiologiquement, le bassin est légèrement incliné avec l'os ilium cranio-dorsal et l'extrémité ischio-pubienne ventro-caudale. Il est également un peu incurvé vers l'extérieur dans les régions iliaque et ischiatique.

L'os ilium est un os relativement plat qui constitue la moitié craniale de l'os coxal. Sa partie craniale élargie forme ce que l'on nomme l'aile de l'ilium, quadrangulaire, rabattue ventralement et sa partie caudale, rétrécie forme le corps de l'ilium. La crête iliaque correspond au bord cranial et convexe de l'os ilium et est entourée par les épines iliaques ventro-craniale et dorso-craniale. Sa face externe ou glutéale est le lieu d'insertion des muscles fessiers par des lignes glutéales alors que la face interne ou sacro-pelvienne porte à la fois la fosse iliaque et la surface auriculaire, surface rugueuse pour l'articulation avec le sacrum. Ces deux faces sont séparées par une ligne qui se poursuit sur le col. Une épine iliaque dorso-caudale marque le départ de l'échancrure sciatique peu profonde jusqu'à l'épine sciatique et l'épine iliaque ventro-caudale est le lieu d'insertion du muscle petit psoas. Sur le bord ventral de l'aile de l'ilium, à peu près rectiligne se trouve la tubérosité coxale qui correspond à l'angle de la hanche alors que sur le bord dorsal, toujours rectiligne se trouve la tubérosité du sacrum, angle de la croupe.

Vient ensuite l'os pubis qui est un petit os étroit et mince qui forme la partie crânio-ventrale de l'os coxal. Il est constitué par un corps et deux branches. Le corps forme en partie l'acétabulum, la branche craniale porte le pecten pubien, concave, rugueux et épais et la branche caudale qui contient une surface symphysaire. L'os ischium présente également une petite élévation dans la région latérale du bord crânial de l'os, ventralement à l'acétabulum, il s'agit de l'éminence ilio-pubienne. À l'angle médio-cranial, un tubercule pubien dorsal est présent alors que caudalement on retrouve un tubercule pubien ventral.

L'os ischium est lui plus caudal, il est assez large notamment à sa base. Il est constitué d'un corps qui participe cranialement à la formation de l'acétabulum et d'une branche, médiale qui rejoint l'os pubis. Sur son bord caudo-latéral, convexe, on trouve la tubérosité ischiatique qui se relève latéralement en une forte saillie. La région ischio-pubienne présente une symphyse ischio-pubienne épaisse ainsi que le foramen obturé de forme elliptique, et permet la séparation entre l'os pubis et l'os ischium.

Ces trois os s'unissent au niveau de l'acétabulum, zone articulaire avec le fémur. Cet acétabulum a une forme de sphère creuse, la cavité acétabulaire, dont les parois forment la surface semi-lunaire et le fond la fosse d'insertion ligamentaire. Cette cavité est normalement profonde et large. La surface semi-lunaire est la surface de contact avec la tête du fémur recouverte de cartilage articulaire. Sur le bord, formant un anneau fibro-cartilagineux complet se trouve le bourrelet acétabulaire. Caudalement l'acétabulum est interrompu par l'incisure acétabulaire, très large qui est fermée sur l'animal vivant par un ligament transverse. En regard de cette incisure, le bourrelet cartilagineux constitue un pont fibreux, ce qui délimite un petit orifice, rempli de tissu conjonctivo-adipeux et permettant le passage de petits rameaux vasculaires et nerveux. Au centre de l'acétabulum s'attache le ligament de la tête fémorale (ou ligament rond) qui se fixe par ailleurs à la *fovea capitis*, dépression au niveau de la tête du fémur.

L'articulation coxo-fémorale est donc constituée par l'acétabulum et la tête du fémur, auxquels s'ajoutent des muscles puissants ainsi que des ligaments et la capsule articulaire qui permettent de maintenir le fémur en place. Les mouvements permis par cette articulation sont essentiellement des mouvements de flexion et d'extension mais l'abduction et l'adduction sont tout de même possibles dans de moindres proportions. Sur ce spécimen, on observe de nombreuses zones de proliférations osseuses dues à l'arthrose.



Figure 142: Coxaux du puma, aspect ventral.(Original)

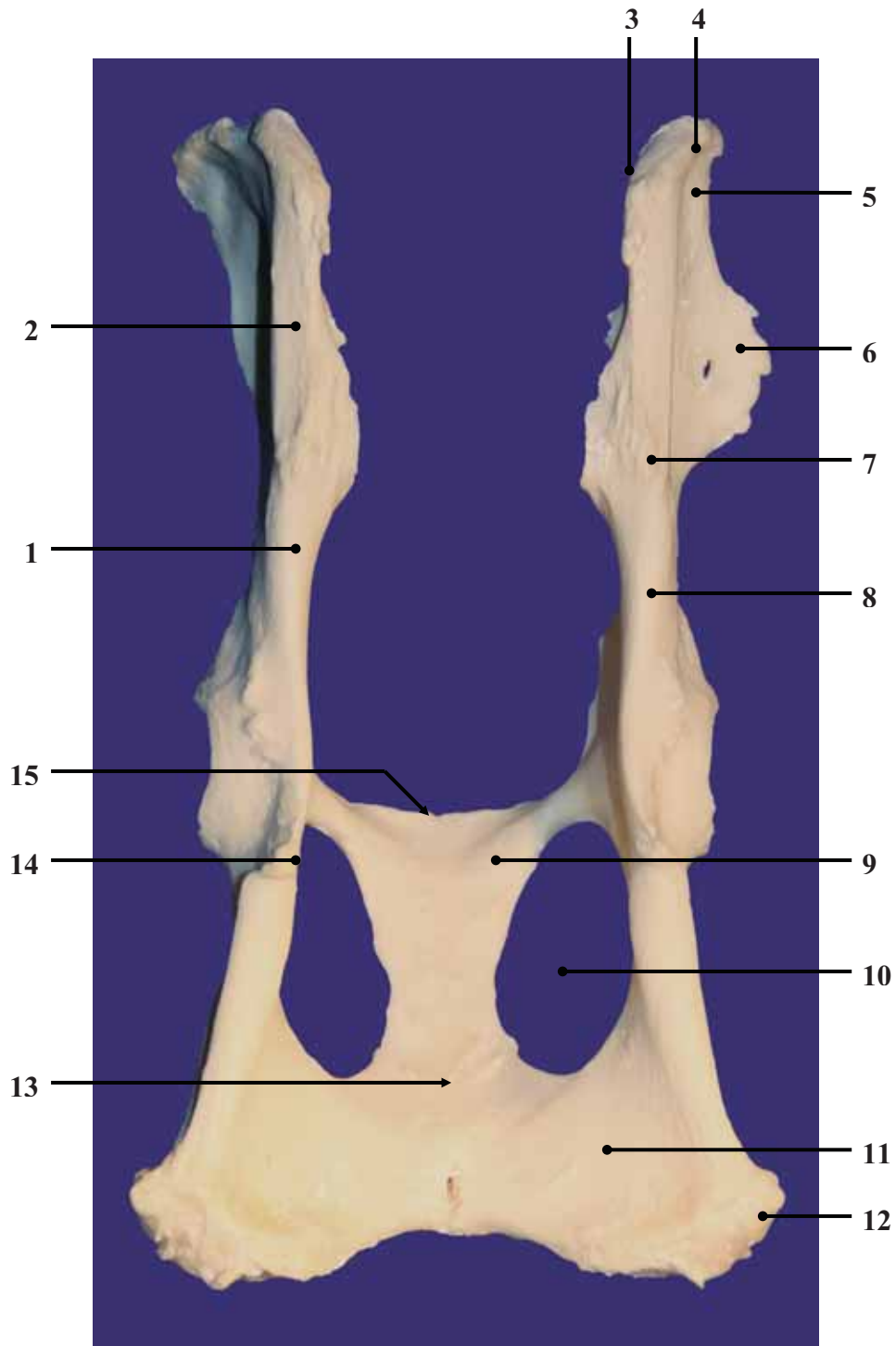


Figure 143 : Aspect dorsal des os coxaux. (Original)

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1 : Col de l'ilium | 9 : Pubis |
| 2 : Aile de l'ilium | 10 : Foramen obturé |
| 3 : Épine iliaque dorso-craniale | 11 : Ischium |
| 4 : Crête iliaque | 12 : Tubérosité ischiatique |
| 5 : Épine iliaque ventro-craniale | 13 : Symphyse pelvienne |
| 6 : Prolifération osseuse | 14 : Épine ischiatique |
| 7 : Épine iliaque dorso-caudale | 15 : Pecten pubien |
| 8 : Grande échancrure sciatique | |

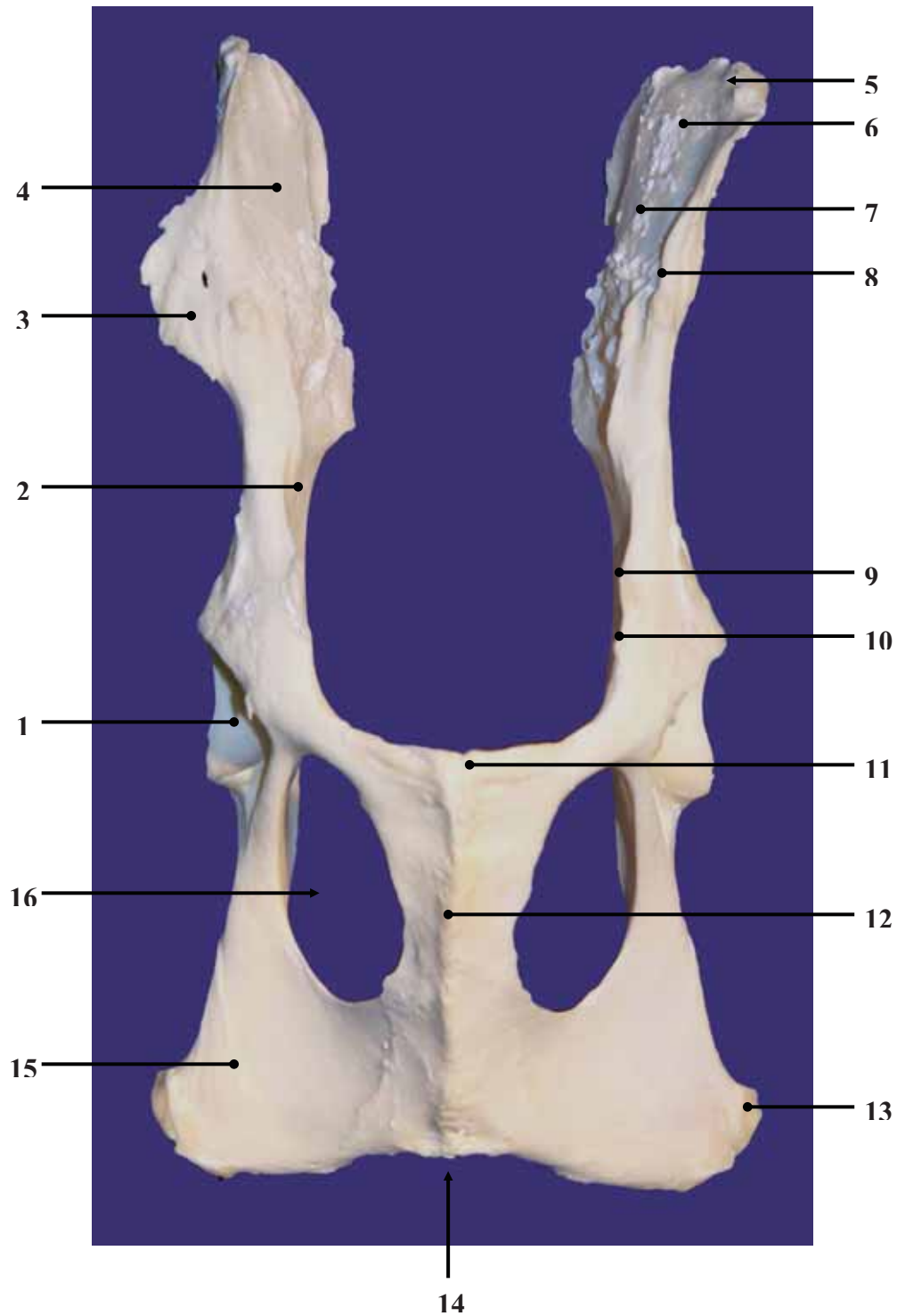


Figure 144: Aspect ventral des os coxaux. (Original)

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 : Acétabulum | 9 : Tubercule du muscle petit psoas |
| 2 : Surface auriculaire | 10 : Éminence ilio-pubienne |
| 3 : Prolifération osseuse | 11 : Tubercule pubien dorsal |
| 4 : Surface iliaque | 12 : Tubercule pubien ventral |
| 5 : Crête iliaque | 13 : Tubérosité ischiatique |
| 6 : Ilium | 14 : Arcade ischiatique |
| 7 : Face sacro-pelvienne | 15 : Table de l'ischium |
| 8 : Épine iliaque ventro-caudale | 16 : Foramen obturé |

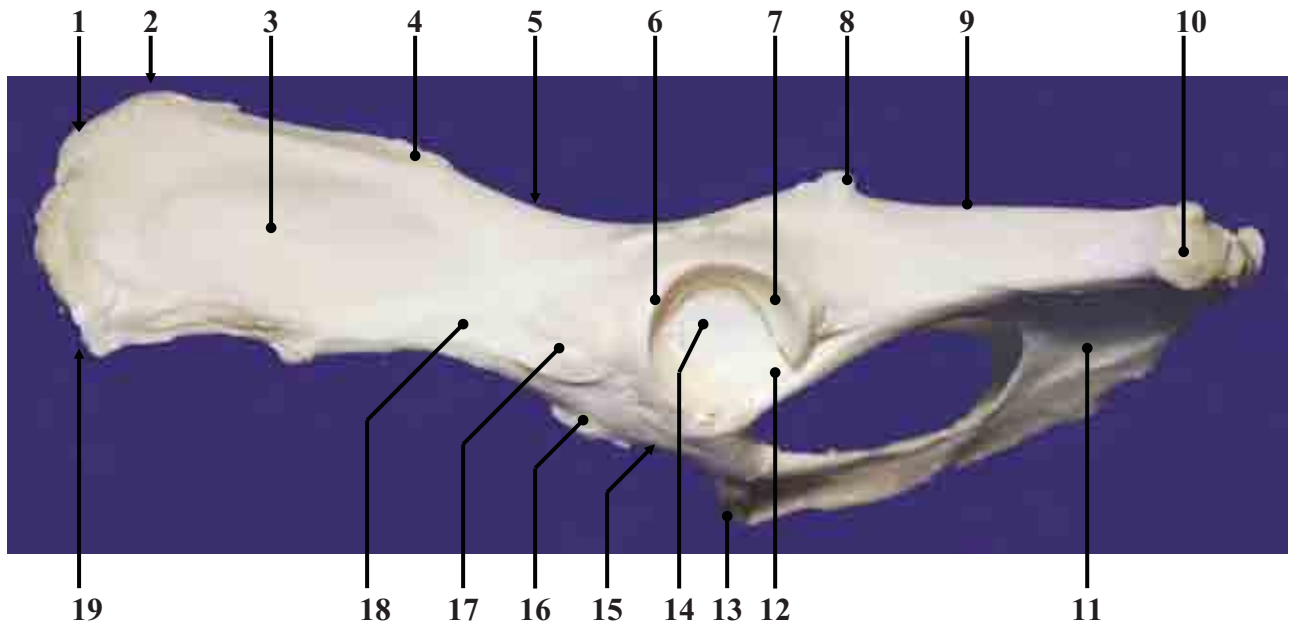


Figure 145 : Aspect latéral gauche des os coxaux. (Original)

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1 : Crête iliaque | 11 : Table de l'ischium |
| 2 : Épine iliaque dorso-craniale | 12 : Incisure de l'acétabulum |
| 3 : Fosse glutéale | 13 : Fosse de l'acétabulum |
| 4 : Épine iliaque dorso-caudale | 14 : Tubercule pubien ventral |
| 5 : Grande échancrure sciatique | 15 : Pecten pubien |
| 6 : Bord de l'acétabulum | 16 : Éminence ilio-pubienne |
| 7 : Surface semi-lunaire | 17 : Épine iliaque ventro-caudale |
| 8 : Épine sciatique | 18 : Col de l'ilium |
| 9 : Petite échancrure sciatique | 19 : Épine iliaque ventro-craniale |
| 10 : Tubérosité ischiatique | |



Figure 146 : Articulation coxo-fémorale, aspects latéral, dorsal et caudal. (Original)

II. Radiographie

1) Incidence latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 12, 17, 50]

Pour obtenir un profil gauche, l'animal est placé en décubitus latéral gauche, la face qui est lésée doit être plaquée sur la table, il ne faut pas oublier de latéraliser le cliché avec un marqueur. Dans la plupart des cas, les deux membres postérieurs sont superposés et sont soit étirés vers l'arrière, soit laissés en position physiologique. Il est également possible de placer le membre qui est contre la table cranialement et l'autre membre caudalement. La difficulté est d'avoir un bassin bien parallèle, sans rotation, pour cela, des cales ou sacs de sable sont placés sous le sternum et le dos.

Le faisceau de rayons X est centré sur les articulations coxo-fémorales et le diaphragme est ouvert de façon à contenir l'ensemble du bassin et la partie proximale des fémurs. Cette incidence sert surtout à observer la jonction lombo-sacrée et les os coxaux.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Contrairement à la main où les tissus sont peu épais et les os fins, la zone du bassin et l'articulation coxo-fémorale sont des zones épaisses où les os se superposent. Afin de traverser les structures, il est nécessaire d'augmenter la tension, ce qui minimise aussi le flou. Il est aussi judicieux d'augmenter les temps de pause en augmentant les mAs. L'utilisation d'un écran lent d'une grille anti-diffusante limite le rayonnement diffusé et rend l'image plus nette.

Le positionnement est correct lorsque les articulations coxo-fémorales se superposent exactement et que le sacrum est visible. Malgré les nombreux clichés pris, le cliché que nous allons présenter n'est pas parfait puisque les articulations ne sont superposées, il y a donc une rotation.

2) Incidence ventro-dorsale

a) Positionnement de l'animal [10, 12, 17, 50]

Pour cette incidence, plusieurs positions sont possibles, tout dépend de ce que l'on veut observer : par exemple, lorsque l'on désire dépister une dysplasie, ce qui se fait assez peu chez les félinés, les hanches sont en extension. Il est aussi possible de prendre des clichés lorsque les hanches sont en flexion (position en grenouille) ce qui met en évidence des lésions de la tête du fémur ou encore de l'arthrose. Cette dernière position est moins douloureuse pour l'animal qui n'est pas anesthésié. Quelle que soit la position des hanches, l'animal est placé en décubitus dorsal et un marqueur est utilisé pour latéraliser le cliché.

Le faisceau est centré au milieu du bassin entre les deux articulations coxo-fémorales et le diaphragme est ouvert de façon à obtenir l'ensemble du bassin et la partie distale des deux fémurs.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres radiographiques ne sont pas différents de ceux utilisés pour l'incidence précédente bien que la tension peut être diminuée compte tenu du fait que les superpositions sont moins nombreuses.

La position est correcte lorsque les os coxaux sont symétriques, c'est-à-dire que les ailes de l'ilium et les trous obturateurs sont symétriques.

3) Anatomie radiographique [5, 7, 12, 17, 49, 60, 61]

Notre incidence latérale n'est pas de profil puisque les articulations coxo-fémorales et les ailes de l'ilium ne se superposent pas, cependant on observe bien le sacrum. malgré ce défaut de superposition, on devine très bien les structures osseuses délimitant la périphérie du bassin, soit les épines iliaques, les échancrures ischiatiques ou encore l'éminence ilio-pubienne qui apparaît en double à chaque fois. On devine aussi la tubérosité ischiatique, le foramen obturé apparaît très bien, de forme elliptique avec ventralement la branche caudale du pubis et la branche de l'ischium. L'acétabulum est comblée par la tête fémorale pour former l'articulation coxo-fémorale.

Sur l'incidence ventro-dorsale, le bassin est à peu près symétrique. Les fémurs sont en flexion, mais le fémur gauche est sorti de son acétabulum. Ceci est certainement dû à la position qui a été forcée et au fait que sur le cadavre les structures ligamentaires maintenant la tête du fémur solidement dans son acétabulum se soient fragilisées. Les ailes de l'ilium sont longues, on en distingue la face glutéale ou fessière et la surface auriculaire, lieu d'articulation au sacrum. L'articulation coxo-fémorale droite est bien congruente, ce qui doit être le cas sur un animal vivant c'est-à-dire que la tête fémorale entre parfaitement dans l'acétabulum. On voit donc le bord de l'acétabulum. Les trous obturés se distinguent aussi nettement tout comme l'ischium et sa tubérosité caudale. Par contre l'arcade ischiatique se superpose aux vertèbres caudales.

Par cette incidence, on peut observer les incongruences articulaires, mais aussi les luxations ou encore les lésions d'arthrose.

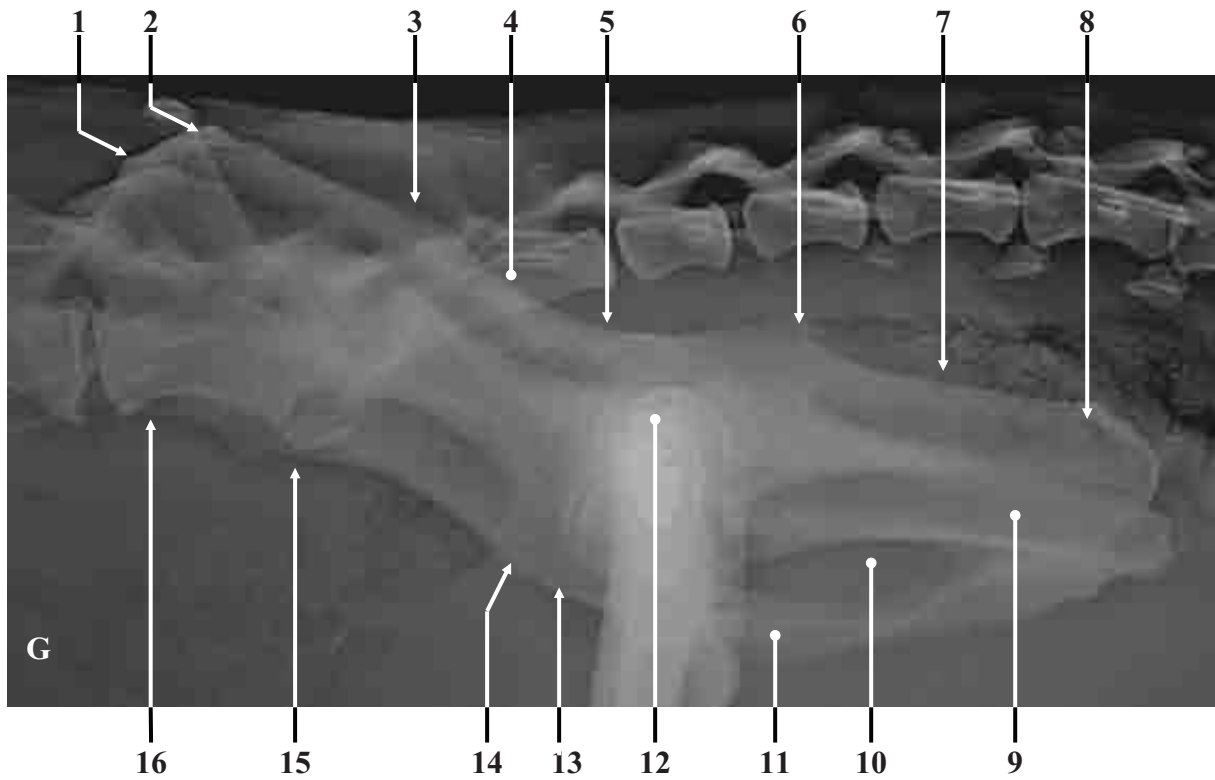


Figure 147 : Projection latérale gauche du bassin. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1 : Crête iliaque | 9 : Table de l'ischium |
| 2 : Épine iliaque dorso-craniale | 10 : Foramen obturé |
| 3 : Épine iliaque dorso-caudale | 11 : Branche caudale du pubis |
| 4 : Os sacrum | 12 : Tête fémorale |
| 5 : Grande échancrure sciatique | 13 : Pecten pubien |
| 6 : Épine sciatique | 14 : Éminence ilio-pubienne |
| 7 : Petite échancrure sciatique | 15 : Col de l'ilium |
| 8 : Tubérosité ischiatique | 16 : Épine iliaque ventro-craniale |

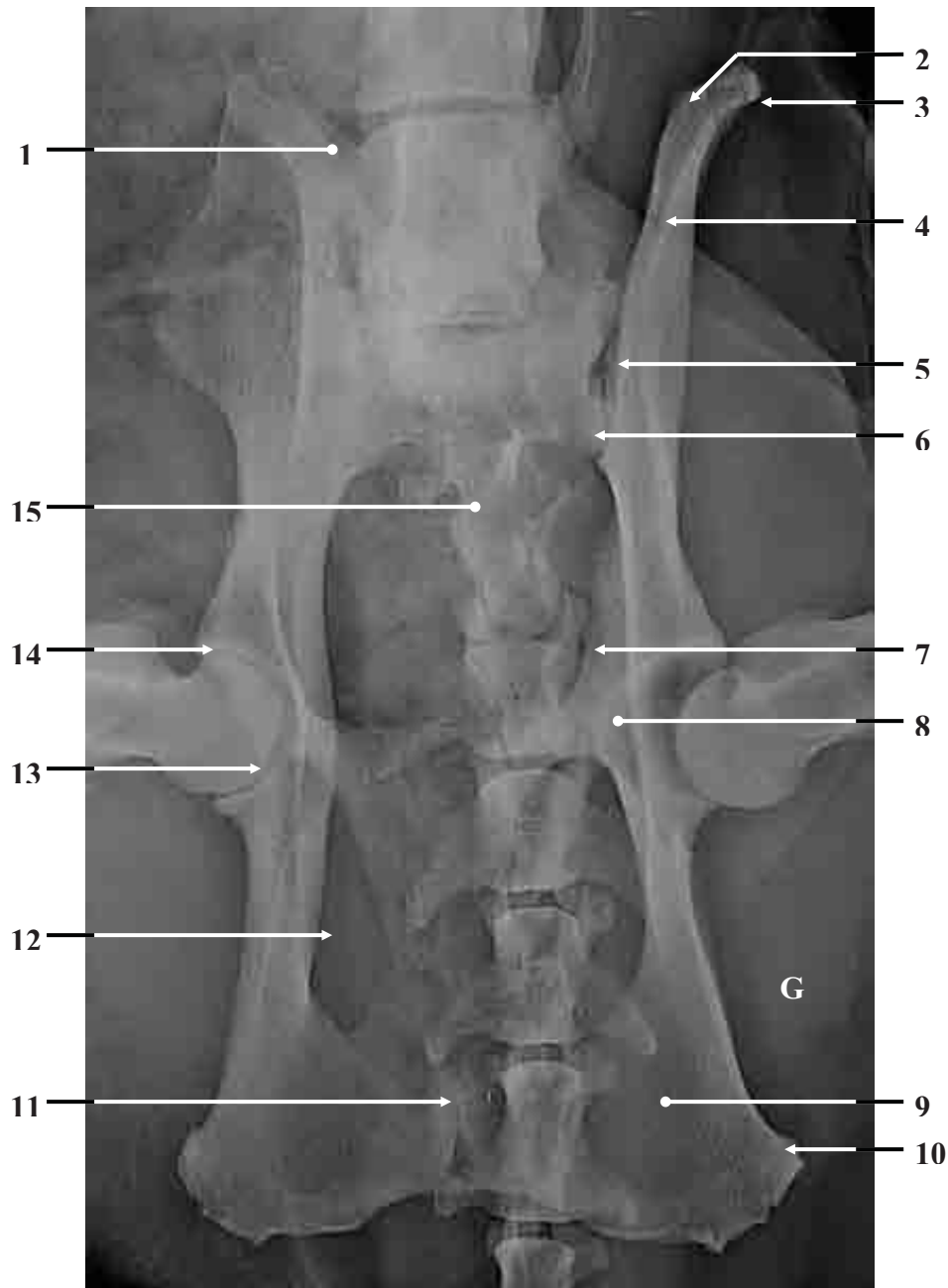


Figure 148 : Projection ventro-dorsale gauche du bassin. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 : Face glutéale | 9 : Table de l'ischium |
| 2 : Crête iliaque | 10 : Tubérosité ischiatique |
| 3 : Épine iliaque ventro-craniale | 11 : Symphyse ischio-pubienne |
| 4 : Ligne glutéale | 12 : Foramen obturé |
| 5 : Épine iliaque dorso-caudale | 13 : Échancrure acétabulaire |
| 6 : Articulation sacro-iliaque | 14 : Bord de l'acétabulum |
| 7 : Éminence ilio-pubienne | 15 : Os sacrum |
| 8 : Articulation coxo-fémorale | |

Fémur

I. Ostéologie [5, 7, 8, 12, 17, 60, 61]

La cuisse est constituée par une base osseuse unique, le fémur, entourée par un ensemble de muscles puissants. Le fémur mesure près de 24 cm pour notre puma, ce qui en fait le plus grand os du corps du puma (avec le tibia), c'est aussi le plus gros et le plus solide. Il possède un corps et deux extrémités, la diaphyse et les épiphyses. C'est un os long, asymétrique et pair dont la diaphyse est presque cylindrique et les deux extrémités sont quelque peu aplaties. L'extrémité proximale, par la tête de l'os, participe à l'articulation de la hanche (ou coxo-fémorale) ; l'extrémité distale entre dans l'articulation du genou (ou grasset).

La tête fémorale, à l'extrémité proximale, est une éminence hémisphérique médiale, dirigée vers l'avant, qui répond à la cavité acétabulaire de l'os coxal. Sa surface articulaire présente une petite dépression rugueuse dans sa partie centrale, il s'agit de la fosse de la tête fémorale ou *fovea capitis*, lieu d'insertion du ligament de la tête fémorale. Cette tête est portée par un col du fémur marqué mais assez court.

Latéralement, le grand trochanter, grosse éminence non articulaire de forme pyramidale, est le lieu d'insertion des muscles fessiers moyen, accessoire et profond. Ce trochanter est moins élevé que la tête. Juste sous ce trochanter se trouve une petite tubérosité glutéale, lieu d'insertion du muscle fessier superficiel. On trouve également une dépression profonde de la face caudo-médiale du grand trochanter, il s'agit de la fosse trochantérique, elle est délimitée par la crête intertrochantérique, bien saillante qui relie le grand trochanter au petit trochanter.

Le petit trochanter est une petite projection du côté médial, distalement au col de l'os. Sa forme est conique et il est en relation avec le muscle ilio-psoas.

Le corps fémoral est assez lisse sur ses faces médiale et latérale. Le bord cranial est épais alors que le bord caudal se limite à la ligne âpre ou *linea aspera*, lieu d'insertion du muscle adducteur de la cuisse. Celle-ci se compose de deux lèvres médiale et latérale.

Le bord latéral s'étend de la tubérosité glutéale à la tubérosité supracondylaire médiale, lieux d'origine des chefs latéral et médial du muscle gastrocnémien (mollet). Juste en dessous, la ligne âpre se termine par la surface poplitée.

Le foramen nourricier principal est situé dans le tiers proximal de l'os caudo-latéralement.

Enfin, distalement et cranialement, se trouve une trochlée coulisse articulaire large qui répond à la patelle, limitée par une lèvre latérale et une lèvre médiale qui est plus importante et plus haute. Cette trochlée correspond à une zone de coulissement et reçoit la terminaison des muscles craniaux de la cuisse.

Caudalement, on trouve des condyles latéral et médial qui sont des éminences pour l'articulation avec le tibia, fortement convexes, ils sont séparés par une fosse intercondylaire peu profonde. Le condyle latéral est plus fort et plus saillant que le médial. Chaque condyle est surmonté par une petite facette plate sur laquelle repose un petit os sésamoïde nommé fabelle. Les fabelles latérale et médiale sont situées dans le tendon d'origine des chefs latéral et médial du muscle gastrocnémien.

À l'extérieur, surmontant les condyles, se trouvent les épicondyles latéral et médial, surfaces quelque peu rugueuses sur le revers abaxial du condyle correspondant.

Enfin, sur le côté latéral, on note deux petites dépressions, la plus caudale est assez visible et se nomme la fosse du muscle poplité. Un os sésamoïde poplité se présente, la cyamelle. Reste sur l'épicondyle latéral à la jonction du condyle et de la lèvre latérale de la

trochlée une petite dépression pour le tendon du muscle long extenseur des doigts, il s'agit de la fosse de l'extenseur.



Figure 149: Fémur gauche de puma, aspect caudal. (Original)

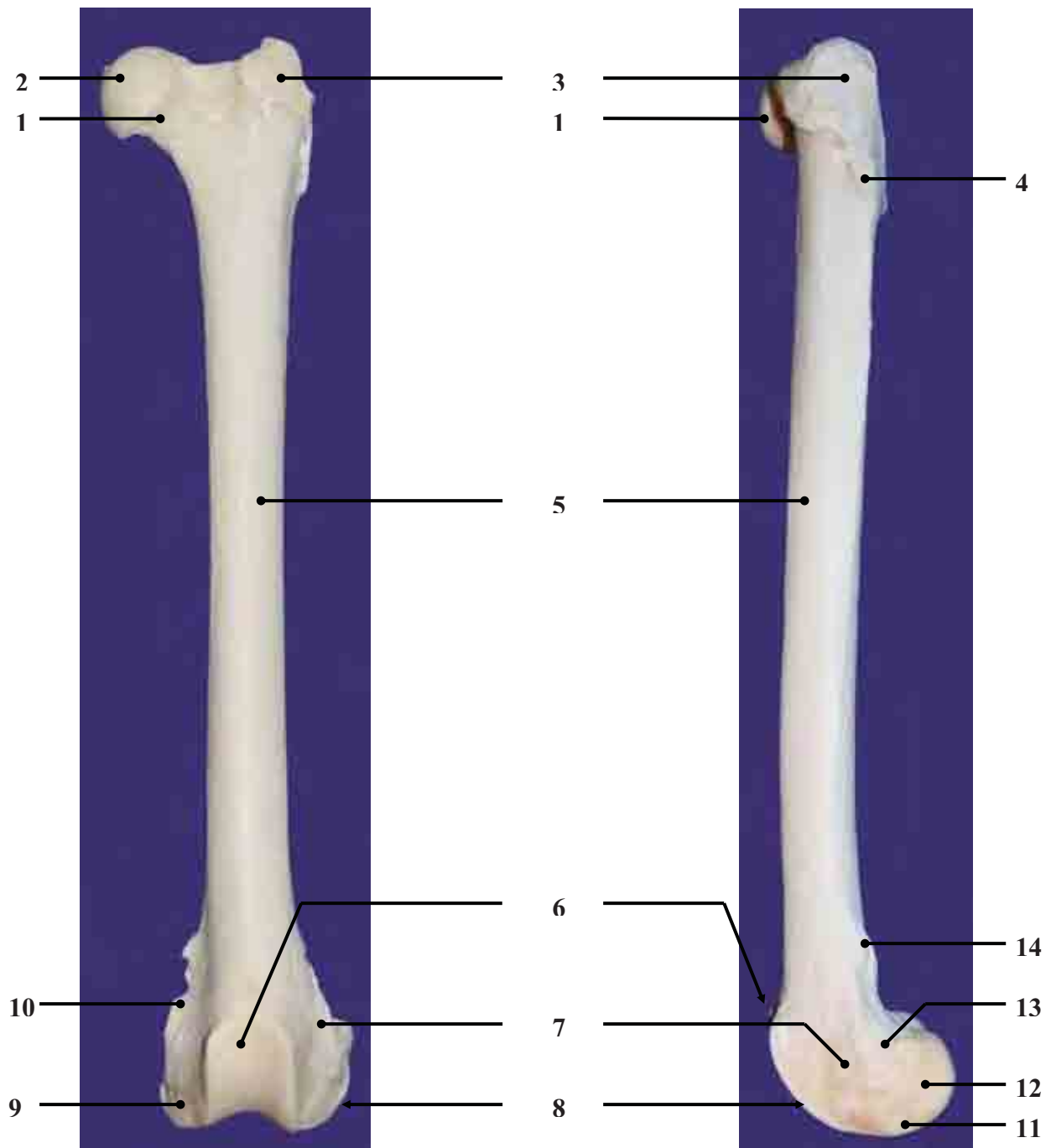


Figure 150: Aspects cranial et latéral du fémur gauche. (Original)

- | | |
|-------------------------|---|
| 1 : Col du fémur | 8 : Fosse des extenseurs |
| 2 : Tête du fémur | 9 : Condyle médial |
| 3 : Grand trochanter | 10 : Épicondyle médial |
| 4 : Tubérosité glutéale | 11 : Fosse du muscle poplité |
| 5 : Corps fémoral | 12 : Condyle latéral |
| 6 : Trochlée fémorale | 13 : Surface articulaire sésamoïdienne latérale |
| 7 : Épicondyle latéral | 14 : Tubérosité supracondyloire latérale |

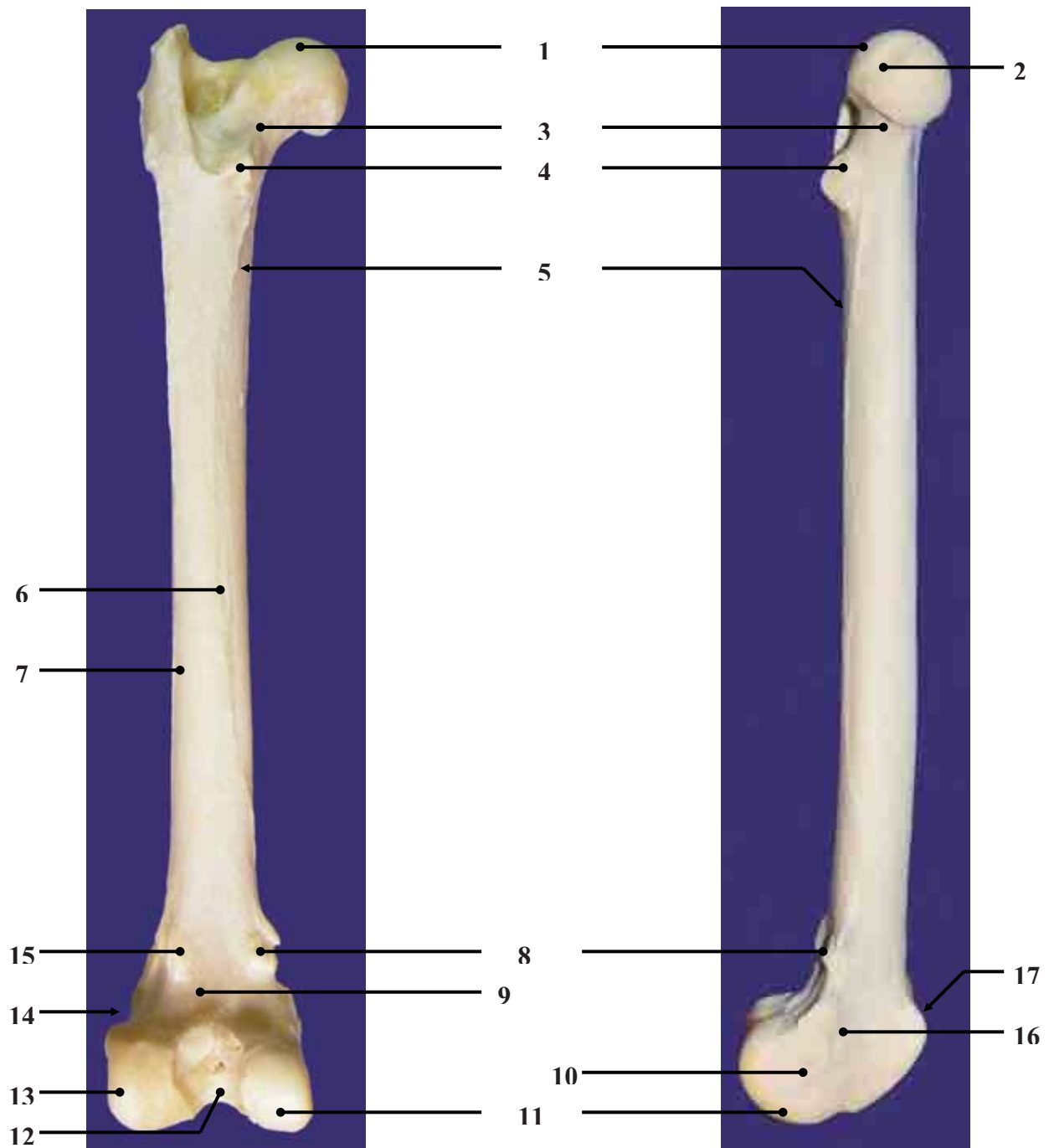


Figure 151: Aspects caudal et médial du fémur gauche. (Original)

- | | |
|---|---|
| 1 : Tête du fémur | 10: Épicondyle médial |
| 2 : <i>Fovea capitis</i> | 11 : Condyle médial |
| 3 : Col du fémur | 12 : Fosse intercondyloire |
| 4 : Petit trochanter | 13 : Condyle latéral |
| 5 : Lèvre médiale | 14 : Surface articulaire sésamoïdienne latérale |
| 6 : Ligne âpre | 15 : Tubérosité supracondyloire médiale |
| 7 : Lèvre latérale | 16 : Surface articulaire sésamoïdienne médiale |
| 8 : Tubérosité supracondyloire latérale | 17 : Trochlée fémorale |
| 9 : Surface poplitée | |

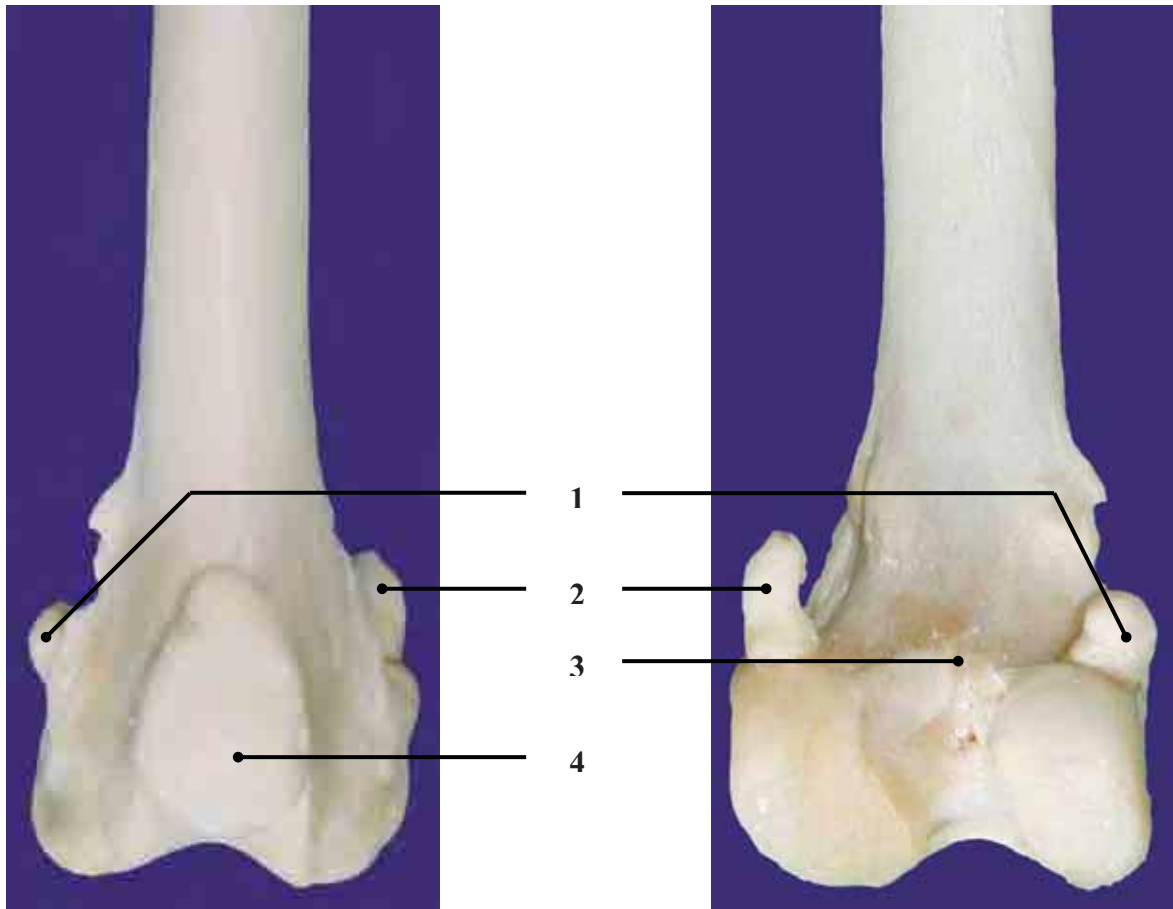


Figure 152: Aspects craânial et caudal de l'extrémité distale du fémur gauche. (Original)

- 1 : Os sésamoïde médial du muscle gastrocnémien
- 2 : Os sésamoïde latéral du muscle gastrocnémien
- 3 : Ligne intercondyalaire
- 4 : Patelle

II. Radiographie

1) Incidence médio-latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 49]

L'animal est couché du côté du membre à radiographier (la première radiographie présentée correspond à la partie proximale du fémur droit tandis que la seconde correspond à un profil à une projection latérale du fémur gauche). Le membre à radiographier est placé le plus près possible de la cassette, il est fléchi en abduction. Il est nécessaire de surélever le tarse du membre radiographié de plusieurs centimètres afin de compenser l'épaisseur des masses musculaires de la partie proximale de la cuisse, de façon à ce que le fémur soit le plus parallèle à la cassette et que le genou ne soit pas en rotation. La queue doit être dégagée du membre. Cette musculature est en relation avec la force de propulsion des membres postérieurs, présente chez tous les grands félins.

Le cliché doit contenir à la fois l'articulation de la hanche et l'articulation du grasset, une seule radiographie peut être suffisante au vu de la taille de notre puma mais il peut être nécessaire de segmenter les radiographies en une région proximale avec l'articulation coxo-fémorale et une région distale avec l'articulation du grasset surtout si l'on désire observer des parties précises.

Le faisceau de rayons X est centré sur le milieu de la diaphyse du fémur et le diaphragme est ouvert de façon à contenir les deux articulations. Un marqueur est utilisé pour latéraliser le cliché.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

La cuisse du puma est très musclée, l'épaisseur de cette région dépasse alors 10 centimètres ; une grille anti-diffusante est donc nécessaire. Une tension basse est utilisée. La difficulté vient de la différence d'épaisseur entre les parties proximales et distales du fémur. Il est donc nécessaire de faire varier l'exposition en fonction de la région, sinon on risque d'obtenir des effets de sous-exposition (dans la région proximale) ou de surexposition (dans la région distale, c'est l'effet que nous avons obtenu sur le deuxième cliché et c'est pourquoi il est nécessaire de réaliser plusieurs clichés afin d'interpréter l'ensemble de l'os et des articulations.

La position est correcte lorsque les condyles fémoraux sont superposés.

2) Incidence crânio-caudale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est en décubitus dorsal, le plus souvent calé avec des sacs de sable, les membres postérieurs sont en extension et en adduction, comme pour les clichés réalisés pour le dépistage des dysplasies de la hanche. De façon à ce que les fémurs soient bien de face, il est nécessaire d'effectuer une rotation interne de façon à ce que les rotules soient bien au centre de la trochlée fémorale. La queue est étirée du côté opposé de façon à éviter les superpositions.

Le faisceau est centré sur le milieu de la diaphyse fémorale et le diaphragme ouvert de façon à ce que la radiographie contienne les deux articulations adjacentes. Comme pour la première incidence, il est parfois nécessaire de réaliser plusieurs clichés.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres ne sont pas différents de ceux utilisés pour l'incidence latérale. La position est considérée comme correcte lorsque le bassin est bien symétrique (si on a une partie du bassin sur la radiographie) et les rotules doivent être bien placées au centre des fémurs (au zénith). Sur notre cliché, la rotule n'est pas tout à fait au milieu du fémur, le cliché a été pris en légère rotation, la rotule est en position latérale, de plus la queue n'a pas été correctement dégagée et une superposition apparaît au niveau de la tête fémorale.

3) Anatomie radiographique [5, 7, 8, 17, 49, 60, 61]

Pour l'incidence médio-latérale, nous présentons deux clichés : le premier présentant la partie proximale du fémur et la seconde présentant le reste du fémur.

Sur le premier cliché, on observe très bien l'articulation de la tête du fémur avec l'acétabulum. On distingue aisément la tête du fémur, son col, rétréci, ainsi que les deux trochanters. On peut distinguer également la *fovea capitis*.

Sur le second cliché, on observe le fémur en entier ainsi que son extrémité distale par contre l'extrémité proximale se devine mais la sous-exposition ne permet pas d'en faire une interprétation correcte. Dans la région distale, on observe nettement les os sésamoïdes, détachés du fémur ainsi que la patelle (l'articulation du genou sera étudiée précisément par la suite). Par ailleurs, les condyles fémoraux sont en contact direct avec le tibia.

Cette incidence permet de mettre en évidence des fractures, des problèmes d'arthrose ou autres anomalies.

Pour l'incidence cranio-caudale, le fémur a été radiographié dans son intégralité malgré la superposition avec les vertèbres caudales au niveau de la tête fémorale. Au niveau de la partie proximale, on retrouve la tête du fémur, le col, mais aussi les deux trochanters. On devine également la fosse trochantérienne. Au niveau de la partie distale, on observe la patelle qui se superpose en partie avec la trochlée fémorale ainsi que les deux os sésamoïdes du muscle gastrocnémien. Les condyles et la fosse intercondylienne se voient aussi très bien. Cette vue permet de détecter les fractures ou éventuellement une luxation rotulienne.

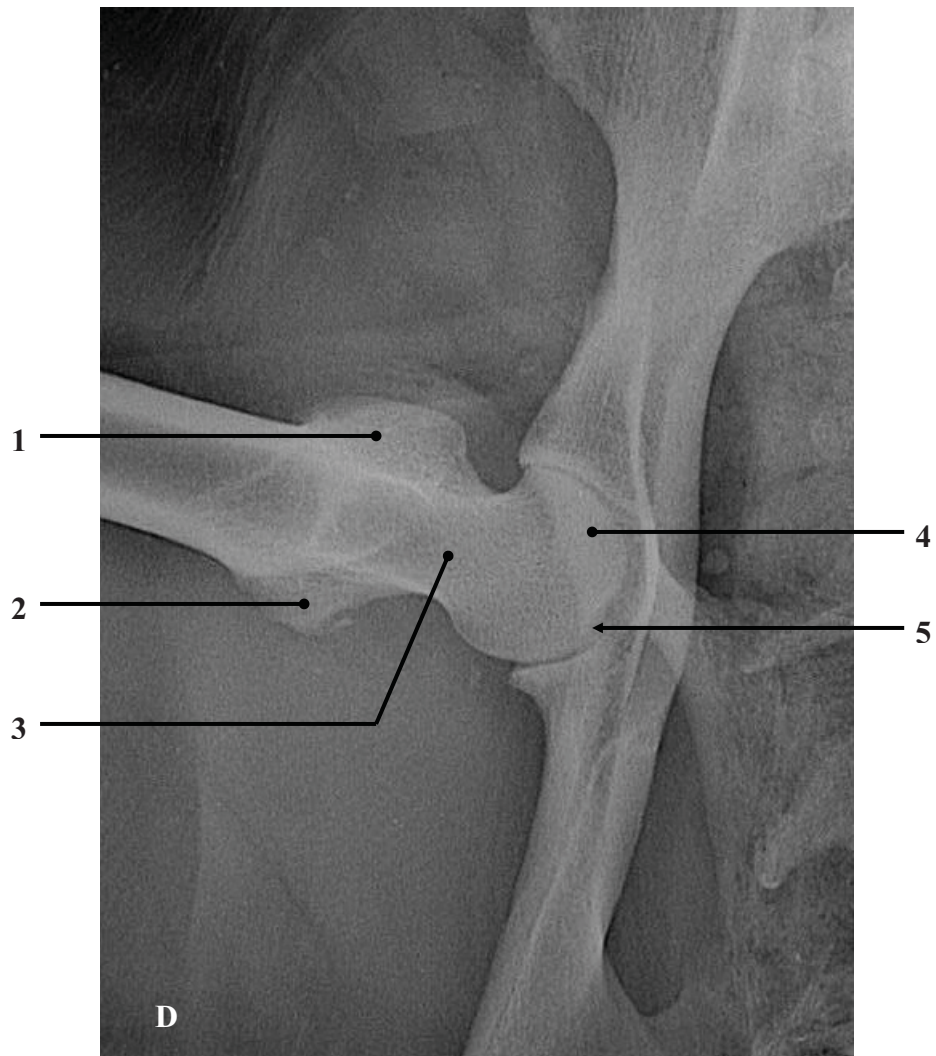


Figure 153 : Projection médio-latérale de la partie proximale du fémur droit. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- 1 : Grand trochanter
- 2 : Petit trochanter
- 3 : Col du fémur
- 4 : Tête du fémur
- 5 : Fosse de la tête du fémur

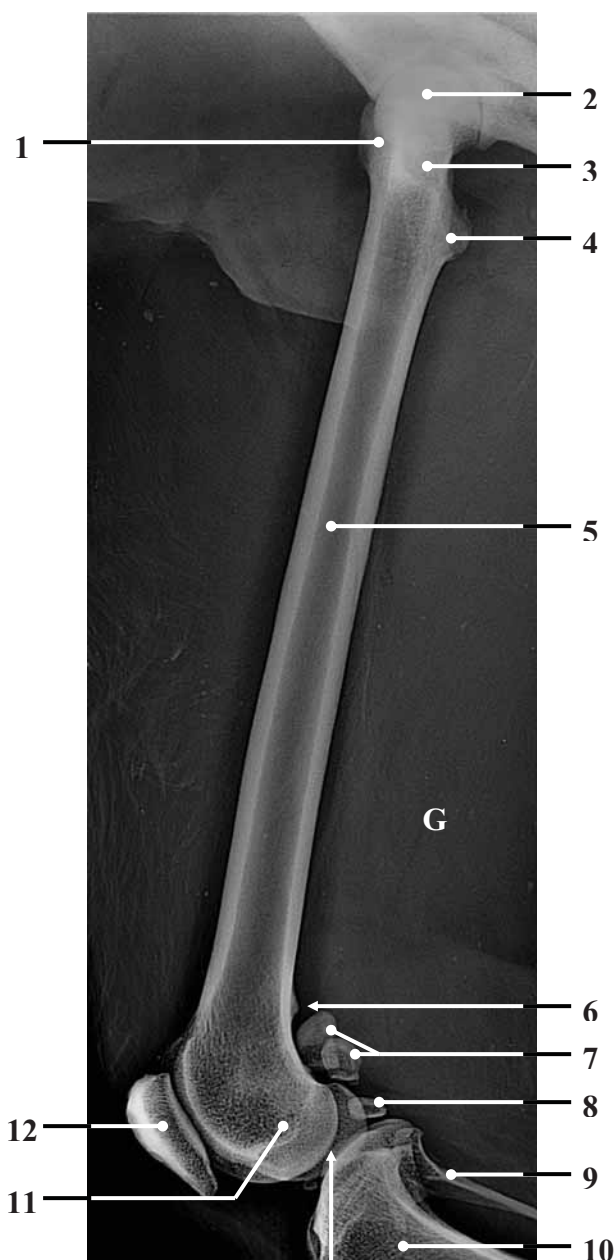


Figure 154 : Projection médio-latérale du fémur gauche. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|--|--|
| 1 : Grand trochanter | 7 : Os sésamoïde du muscle gastrocnémien |
| 2 : Tête du fémur | 8 : Os sésamoïde du muscle poplité |
| 3 : Col du fémur | 9 : Fibula |
| 4 : Petit trochanter | 10 : Tibia |
| 5 : Diaphyse du fémur | 11 : Condyle fémoral |
| 6 : Tubérosité supracondyloire médiale | 12 : Patelle |



Figure 155 : Projection cranio-caudale du fémur gauche. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|--|--|
| 1 : Petit trochanter | 8 : Os sésamoïde du muscle poplité |
| 2 : Col du fémur | 9 : Fosse intercondylienne |
| 3 : Tête du fémur | 10 : Tibia |
| 4 : Fosse trochantérienne | 11 : Condyle médial |
| 5 : Grand trochanter | 12 : Épicondyle médial |
| 6 : Patelle | 13 : Os sésamoïde du muscle gastrocnémien médial |
| 7 : Os sésamoïde du muscle gastrocnémien latéral | 14 : Corps du fémur |

Articulation du genou

I. Ostéologie [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

L'articulation du genou, ou articulation fémoro-tibio-patellaire, est constituée par l'assemblage de trois os que sont le fémur (épiphyse distale), la patelle (ou rotule) et le tibia (épiphyse proximale). La fibula qui n'est articulée qu'au tibia, n'en fait pas vraiment partie mais y participe car le ligament collatéral-latéral est fibulaire.

La patelle est considérée comme un os sésamoïde, celui du muscle droit de la cuisse. Sa forme est globalement celle d'un triangle dont les côtés sont convexes qui est aplati dans le sens cranio-caudal.

Elle est constituée d'une base proximale et d'une pointe ou apex distal. La base est la partie la plus large, arrondie, elle est le lieu d'insertion du tendon de l'extenseur du genou. À l'opposé sa pointe est rétrécie et se loge entre les lèvres de la trochlée fémorale, elle est le lieu d'origine du ligament patellaire.

La patelle possède deux faces, une cutanée, face qui, comme son nom l'indique est au contact de la peau et une surface articulaire qui répond à la trochlée fémorale. La face cutanée ou craniale est rugueuse, convexe et est traversée par de nombreux petits pertuis vasculaires. Elle est aussi lieu d'insertion de nombreuses aponévoses et ligaments. La surface articulaire est quant à elle beaucoup plus plane et lisse.

L'articulation comprend aussi de nombreuses structures supplémentaires permettant la cohésion de l'ensemble (ligaments, capsules articulaires, aponévoses...). Ainsi, la patelle est maintenue sur la trochlée entre autre par des fibro-cartilages parapatellaires. Les ménisques latéraux et médiaux interviennent aussi dans la cohésion de l'ensemble, ils se trouvent entre les condyles fémoraux et les condyles tibiaux et présentent un ligament transverse. Les ligaments fémoro-patellaires empêchent la luxation de la rotule ; le ligament patellaire va de l'apex de la rotule à la tubérosité tibiale ; les ligaments fémoro-tibiaux ; les ligaments collatéraux où le latéral va de l'épicondyle fémoral à la tête fibulaire et le médial va de l'épicondyle fémoral médial au condyle médial du tibia ou encore les ligaments croisés cranial et caudal.

Cette articulation permet essentiellement des mouvements de flexion et d'extension et de légers mouvements de rotation.

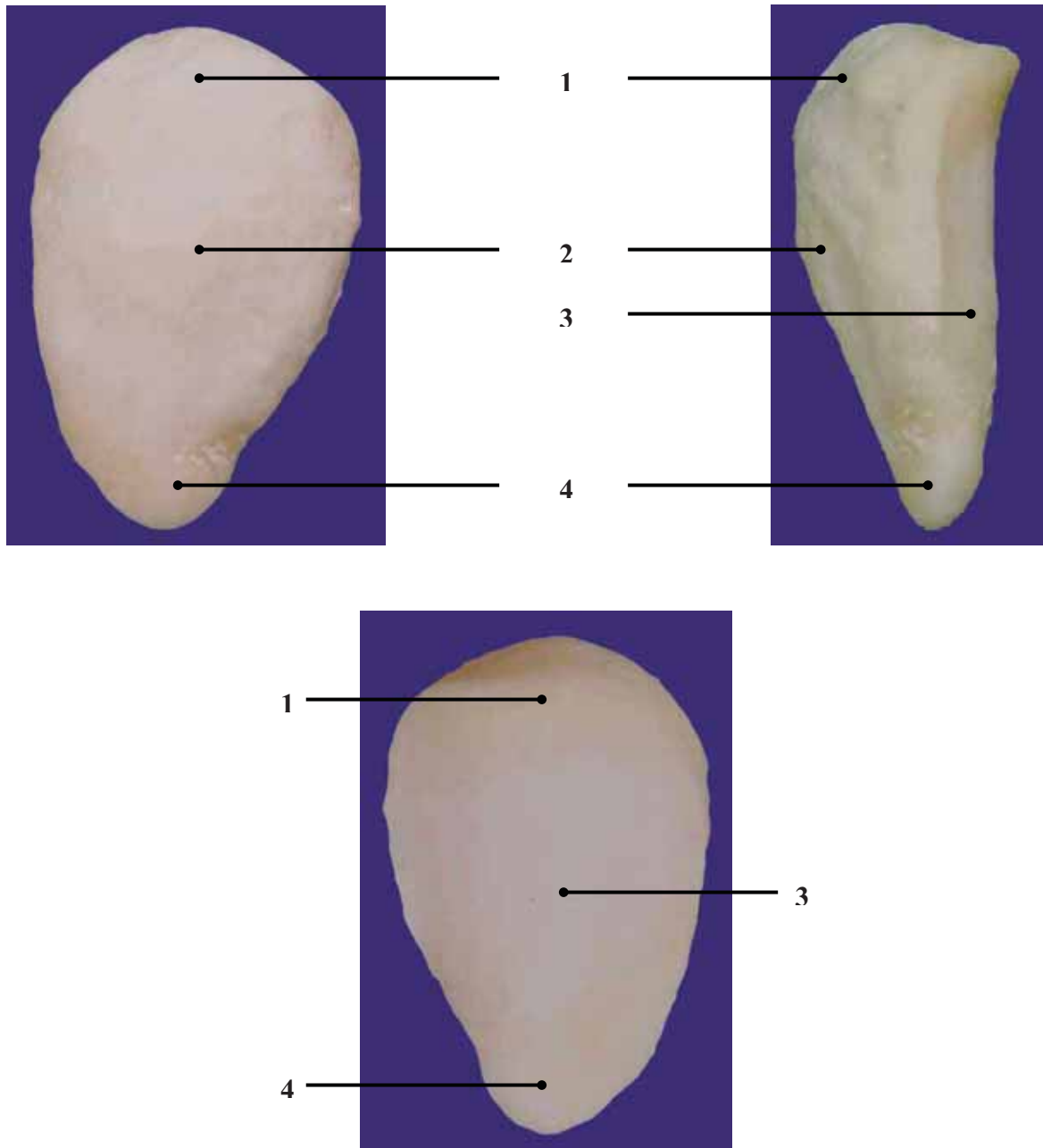


Figure 156 : Aspects cranial, latéral et caudal de la patelle gauche. (Original)

- 1 : Base de la patelle
- 2 : Face sous-cutanée ou craniale
- 3 : Surface articulaire
- 4 : Apex ou pointe de la patelle



**Figure 157 : Aspects latéral, médial, cranial et caudal de l'articulation du grasset.
(Original)**

II. Radiographie

1) Incidence médio-latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est en décubitus latéral gauche, le membre à radiographier est toujours au contact de la table en position physiologique ou fléchie. Comme pour le fémur, des sacs de sable sont placés sous le tarse afin que les os soient alignés et parallèles à la cassette ainsi on évite toute rotation au niveau du grasset. Pour éviter les superpositions, le membre controlatéral ainsi que la queue sont écartés ; le membre droit étant positionné en abduction et flexion. Le grasset doit être bien de profil.

Le faisceau de rayons X est centré sur l'articulation et le diaphragme est ouvert pour avoir l'articulation complète ainsi que la partie distale du fémur et les parties proximales du tibia et de la fibula. Ne pas oublier de latéraliser le cliché à l'aide d'un marqueur en plomb.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

On utilise un kilovoltage assez bas et on augmente au maximum le temps d'exposition puisque l'animal est tranquilisé. Une grille anti-diffusante peut être utilisée pour améliorer la définition.

Le puma est positionné correctement lorsque les condyles fémoraux latéral et médial se superposent. La radiographie que nous étudierons présente une très légère rotation.

2) Incidence cranio-caudale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est placé sur le dos, le membre à radiographier est en extension, plaqué contre la table. Une rotation interne est nécessaire pour que l'alignement soit parfait.

Le faisceau de rayons X est centré sur l'articulation et le diaphragme réglé de façon à contenir une partie des os adjacents et la radiographie est latéralisée.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les constantes sont les mêmes que précédemment et le cliché est considéré comme correct lorsque la patelle est superposée au centre des condyles fémoraux, ce qui n'est pas tout à fait le cas sur la radiographie présentée.

3) Anatomie radiographique [5, 7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

Pour l'incidence médio-latérale, on observe nettement la patelle dont la surface articulaire est accolée à la trochlée fémorale et sa face sous-cutanée se trouve, comme son nom l'indique juste sous la peau. Les condyles fémoraux sont quasiment superposés et au contact avec les condyles tibiaux. La fosse intercondyloire fémorale correspond juste à l'éminence intercondyloire du tibia. On observe également les os sésamoïdes, du muscles gastrocnémiens et le muscle poplité, bien détachés du fémur.

Sur l'incidence cranio-caudale, on retrouve les mêmes structures avec notamment la patelle qui se devine par transparence, légèrement latéralement. Les autres structures se retrouvent également. L'éminence intercondyloire du tibia est en face de la fosse du fémur,

ses deux tubercules sont séparés par l'aire intercondyalaire. La fibula apparaît sur les deux clichés.

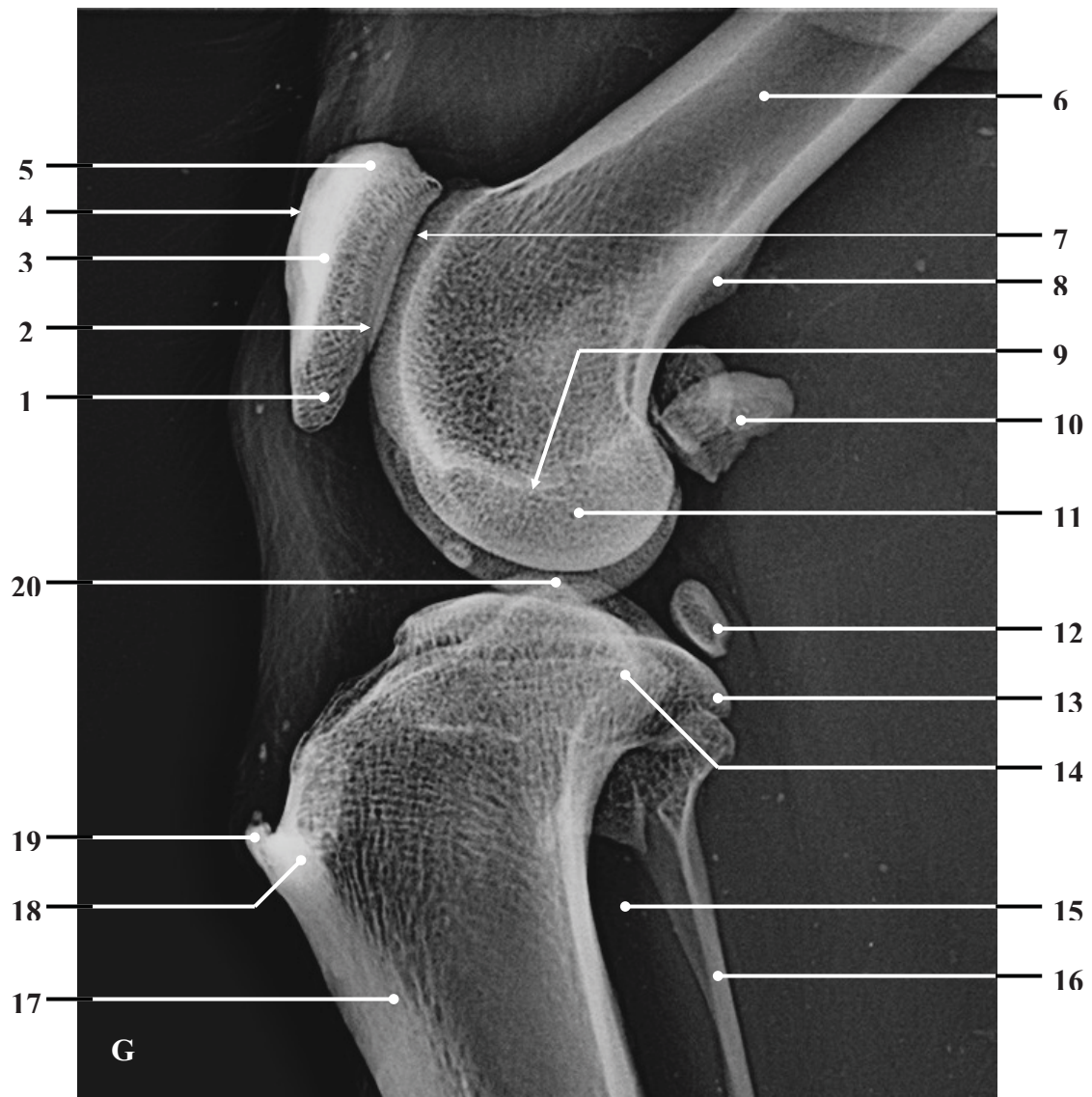


Figure 158: Projection médio-latérale de l'articulation du grasset. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 : Apex de la patelle | 11 : Condyle fémoral |
| 2 : Surface articulaire | 12 : Os sésamoïde du muscle poplité |
| 3 : Patelle | 13 : Condyle latéral du tibia |
| 4 : Face sous cutanée | 14 : Condyle médial du tibia |
| 5 : Base de la patelle | 15 : Espace interosseux |
| 6 : Fémur | 16 : Fibula |
| 7 : Trochlée | 17 : Tibia |
| 8 : Tubérosité supracondyalaire médiale | 18 : Tubérosté tibiale |
| 9 : Fosse fémorale | 19 : Enthésophyte |
| 10 : Os sésamoïde du muscle gastrocnémien | 20 : Eminence intercondyalaire |

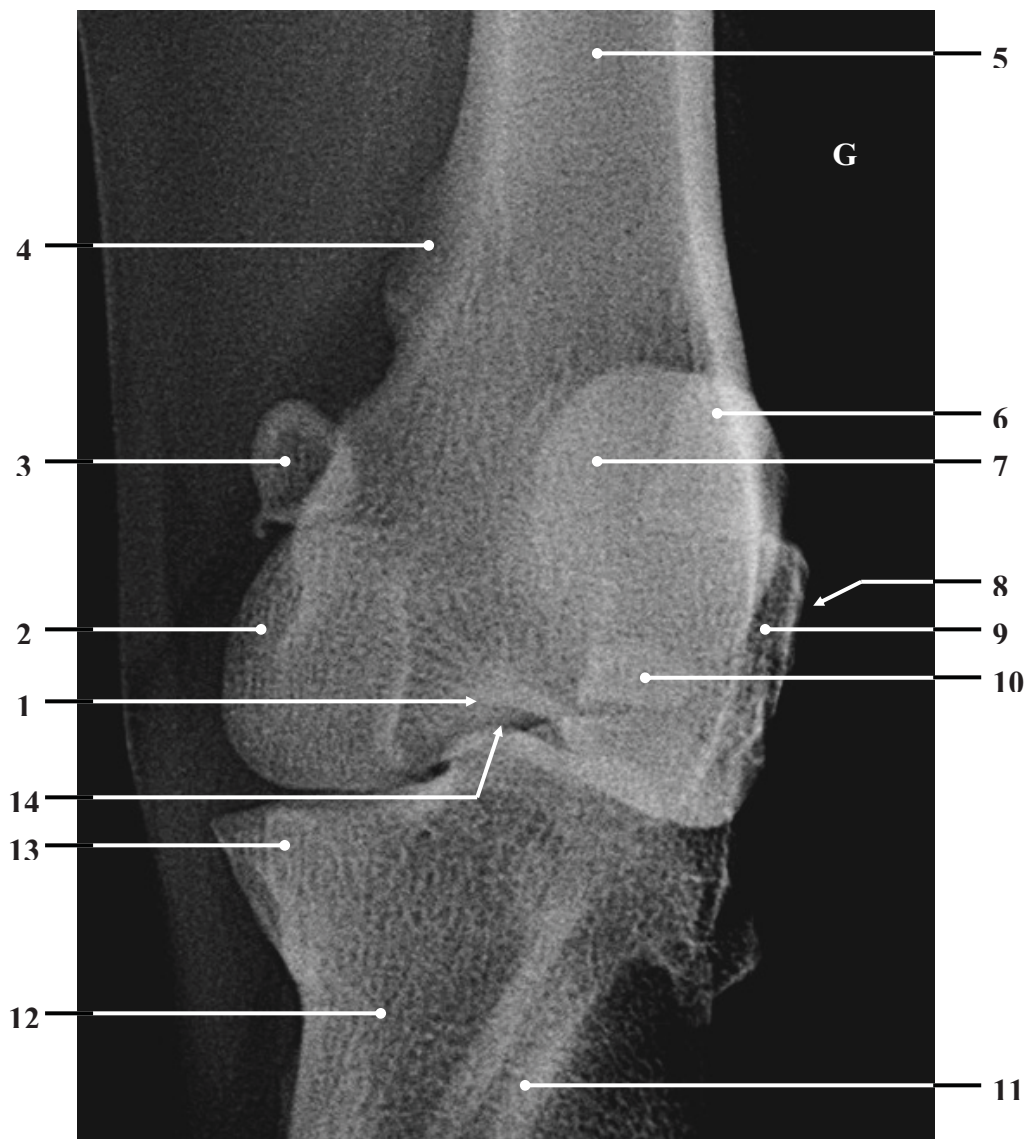


Figure 159: Projection cranio-caudale de l'articulation du grasset. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 : Fosse fémorale | 8 : Fosse des extenseurs |
| 2 : Condyle fémoral médial | 9 : Condyle fémoral latéral |
| 3 : Os sésamoïde médial du muscle gastrocnémien | 10 : Os sésamoïde du muscle poplité |
| 4 : Tubérosité fémorale | 11 : Fibula |
| 5 : Fémur | 12 : Tibia |
| 6 : Os sésamoïde latéral du muscle gastrocnémien | 13 : Condyle tibial médial |
| 7 : Patelle | 14 : Éminence intercondyalaire |

Tibia et fibula

I. Ostéologie [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

La jambe est constituée de deux os longs, le tibia d'une part et la fibula (ou péroné chez l'Homme) d'autre part. Ces deux os pairs, asymétriques sont très proches, mais aucun mouvement n'est possible entre eux contrairement aux os de l'avant-bras. En effet, la fibula est appliquée contre le tibia et l'espace interosseux entre les deux os va d'une extrémité à l'autre, ce sont donc deux os libres qui s'articulent distalement au tarse.

Le tibia est le plus important des deux os, il est situé médialement. Il a une forme légèrement incurvée. C'est un os long, mesurant près de 23,5 cm chez notre puma. Il s'articule proximale aux condyles fémoraux, latéralement à la fibula et distalement à la première rangée tarsienne, notamment au talus. Il est dirigé disto-caudalement. Comme tout os long, le tibia est constitué de deux épiphyses et d'une diaphyse.

À son extrémité proximale, le tibia présente une région articulaire plane et lisse surnommée « plateau tibial ». Cet os présente également deux condyles, un médial et un latéral qui répondent aux condyles fémoraux. Le condyle latéral est délimité cranialement par le sillon de l'extenseur, discret et caudalement par l'incisure poplitée. Il porte aussi une petite surface articulaire pour la fibula. Le condyle médial est moins large. Entre les deux condyles, les aires intercondylaires sont plus rugueuses. L'aire craniale est plus étendue, contient de nombreux orifices vasculaires et est le lieu de l'attache craniale des ménisques fémoro-tibiaux ; l'aire caudale est plus excavée et reçoit l'attache caudale du ménisque médial et du ligament croisé caudal et enfin l'aire centrale qui reçoit l'attache du ligament croisé cranial et qui sépare l'éminence intercondylaire en deux tubercules. Cranialement, la tubérosité tibiale fait saillie et se continue sur le corps du tibia.

Le corps du tibia est constitué par trois bords et trois faces. Les faces se différencient nettement en partie proximale et se confondent peu à peu pour laisser apparaître un tibia de forme cylindroïde en partie distale. La face latérale contient la fosse du tibia et la face médiale est large et rugueuse puis se rétrécit. Quant à la face caudale, elle est plus importante, une ligne poplitée la sépare en deux. Il s'agit du lieu d'insertion du muscle poplité mais aussi des fléchisseurs latéral et médial des doigts. On y trouve également le foramen nourricier principal de l'os d'un bord cranial, très fin ou crête tibiale.

Le bord cranial est formé par la tubérosité tibiale qui fait saillie et se continue sur le corps tibial jusqu'à un peu plus d'un tiers de sa longueur. Ce bord est très fin, il est aussi appelé crête tibiale et est rejetée latéralement. Le bord médial est épais et est le lieu de nombreuses insertions. Enfin, le bord latéral ou bord interosseux et en contact avec l'espace interosseux.

La partie distale se compose d'une cochlée avec deux gorges parallèles et obliques en direction cranio-latérale. Cette partie s'articule avec le talus. La cochlée est bordée par un relief très volumineux, la malléole médiale. La malléole latérale est quant à elle constituée par la fibula qui s'articule au tibia par l'incisure fibulaire.



Figure 160 : Tibia de puma, aspect dorsal. (Original)

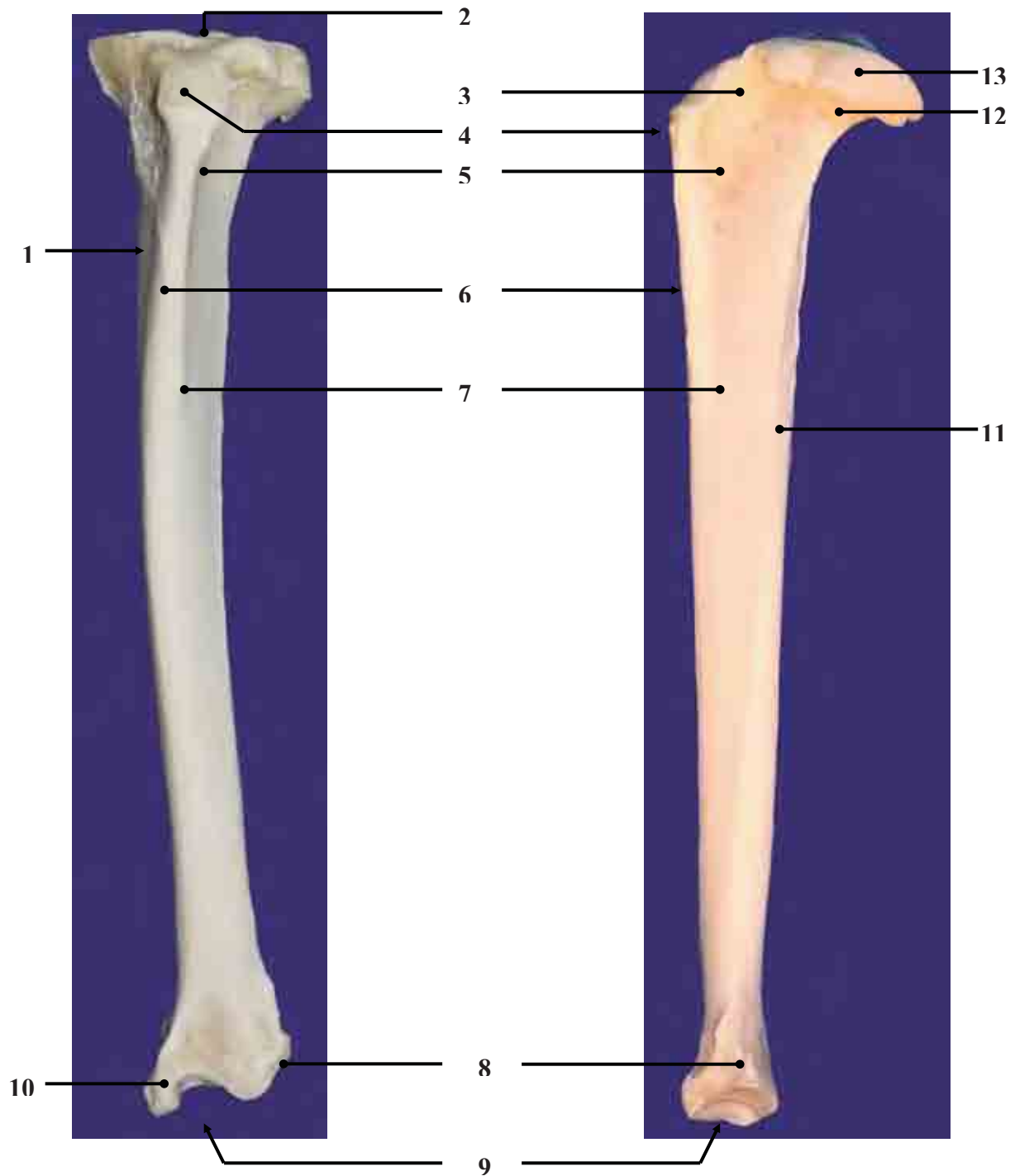


Figure 161 : Aspects cranial et latéral du tibia gauche. (Original)

- 1 : Face médiale
- 2 : Éminence intercondylienne
- 3 : Sillon de l'extenseur
- 4 : Tubérosité tibiale
- 5 : Fosse tibiale
- 6 : Crête tibiale
- 7 : Face latérale

- 8 : Échancrure fibulaire
- 9 : Cochlée tibiale
- 10 : Malléole médiale
- 11 : Bord latéral
- 12 : Surface articulaire pour la fibula
- 13 : Condyle latéral

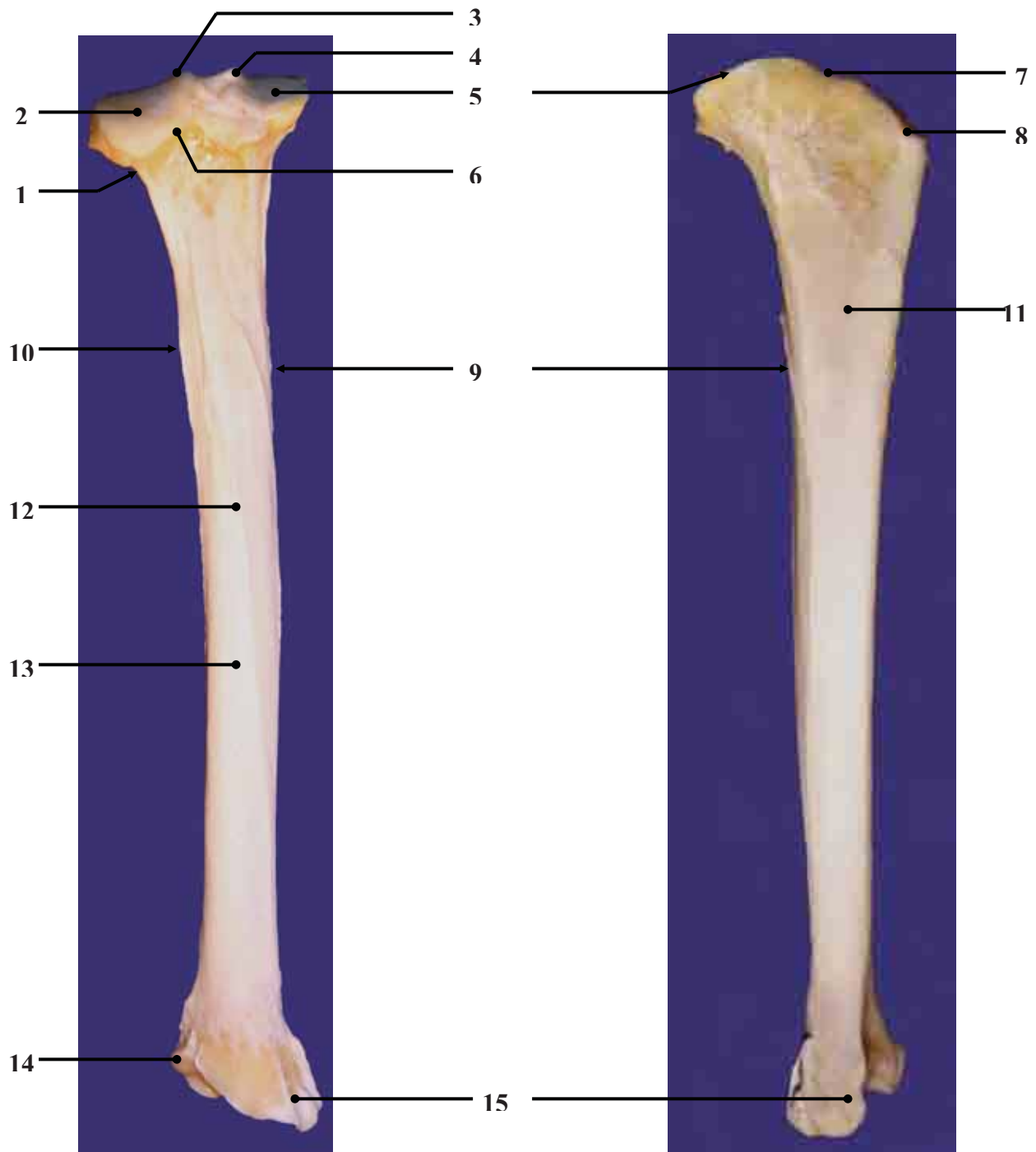


Figure 162 : Aspects caudal et médial du tibia gauche. (Original)

- 1 : Surface articulaire pour la fibula
- 2 : Condyle latéral
- 3 : Éminence articulaire (tubercule latéral)
- 4 : Éminence articulaire (tubercule médial)
- 5 : Condyle médial
- 6 : Incisure poplitée
- 7 : Tubérosité tibiale
- 8 : Crête tibiale (bord cranial)

- 9 : Bord médial
- 10 : Foramen nourricier
- 11 : Face médiale
- 12 : Ligne poplitée
- 13 : Face caudale
- 14 : Échancrure fibulaire
- 15 : Malléole médiale

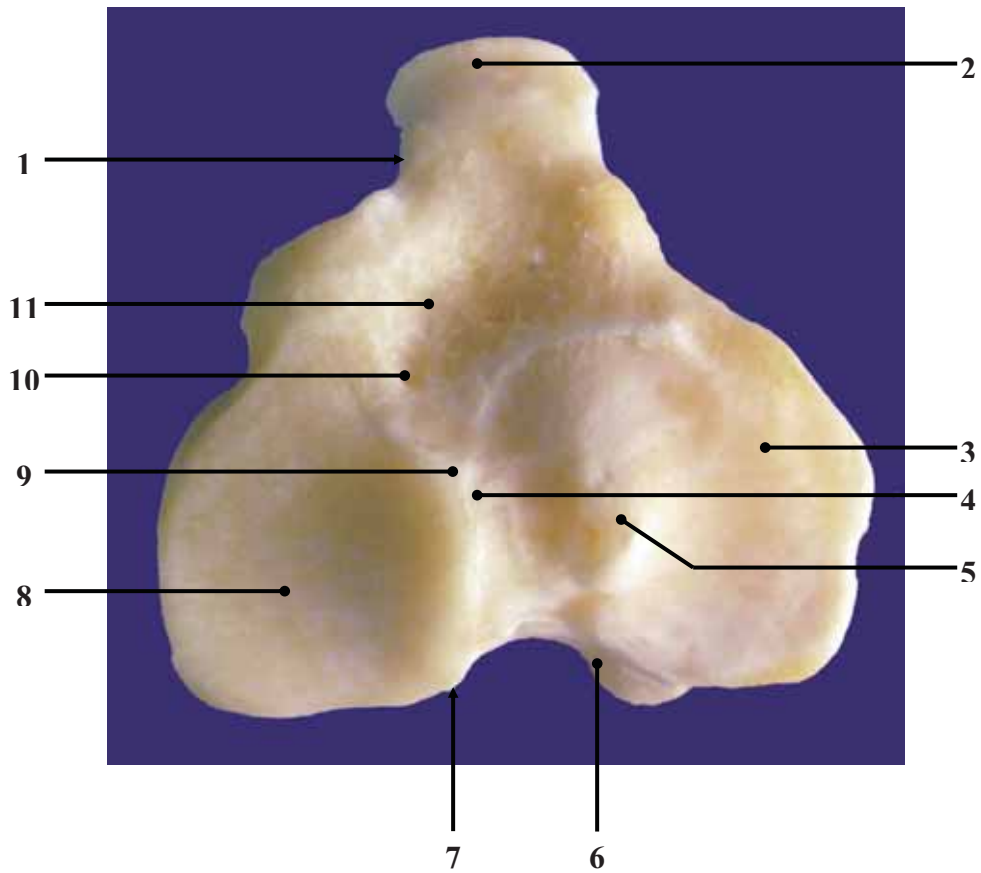


Figure 163 : Extrémité proximale du tibia gauche. (Original)

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 : Sillon de l'extenseur | 7 : Incisure poplitée |
| 2 : Tubérosité tibiale | 8 : Condyle latéral |
| 3 : Condyle médial | 9 : Tubercule intercondyloire latéral |
| 4 : Aire intercondyloire centrale | 10 : Orifice vasculaire |
| 5 : Tubercule intercondyloire médial | 11 : Aire intercondyloire craniale |
| 6 : Aire intercondyloire caudale | |

La fibula est plus grêle et positionnée latéralement. C'est un os fin qui est plus large à ses extrémités qu'en son centre. Sa taille est à peu près identique à celle du tibia (un tout petit peu moins, 22cm). Elle est constituée aussi par une diaphyse et deux épiphyses et est articulée avec le tibia proximale et avec la première région des os tarsiens distalement.

Sa partie proximale est constituée par une surface articulaire qui est plane, elle présente aussi une tête fibulaire spatulée, lieu d'insertion de nombreux muscles tels que le muscle long péronier ou le muscle tibial caudal.

Son corps est allongé et très grêle. Son bord cranial est très saillant, quasiment tranchant et le bord caudal est plus arrondi. La face latérale est un peu excavée et la face médiale correspond à une crête interosseuse.

L'extrémité distale constitue la malléole latérale qui est plus distale que la latérale. On observe des surfaces articulaires pour le tibia et le talus. On trouve également deux sillons, un latéral et un caudal séparés par une forte épine. Le latéral correspond au sillon tendineux pour le muscle long péronier et le caudal au sillon tendineux pour le muscle extenseur latéral des doigts et le muscle péronier court.



Figure 164: Fibula du puma, aspect latéral. (Original)

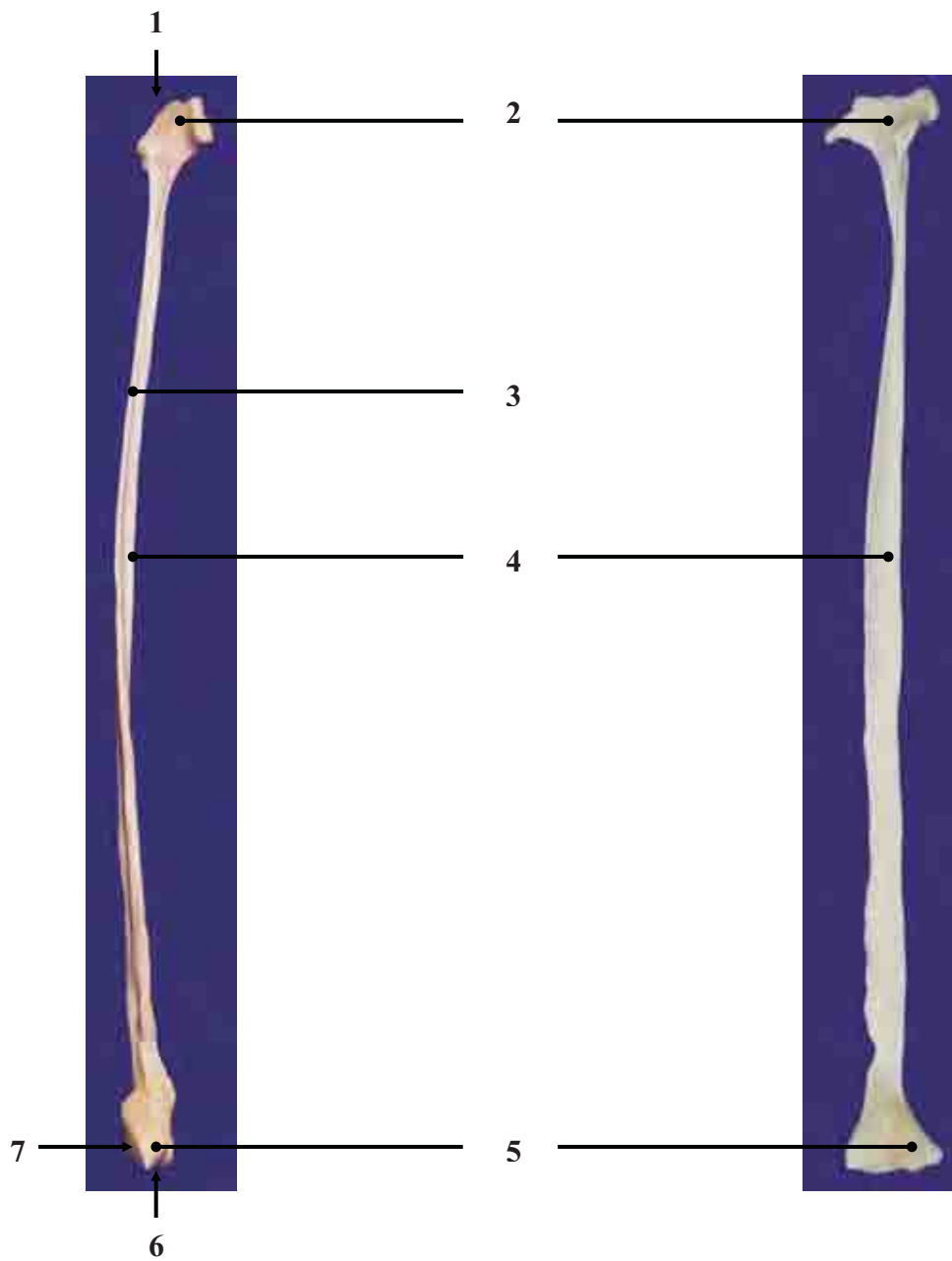


Figure 157: Aspects cranial et latéral de la fibula gauche. (Original)

1 : Surface articulaire proximale pour le tibia
 2 : Tête de la fibula
 3 : Bord cranial
 4 : Face latérale

5 : Malléole latérale
 6 : Surface articulaire pour le talus
 7 : Surface articulaire distale pour le tibia

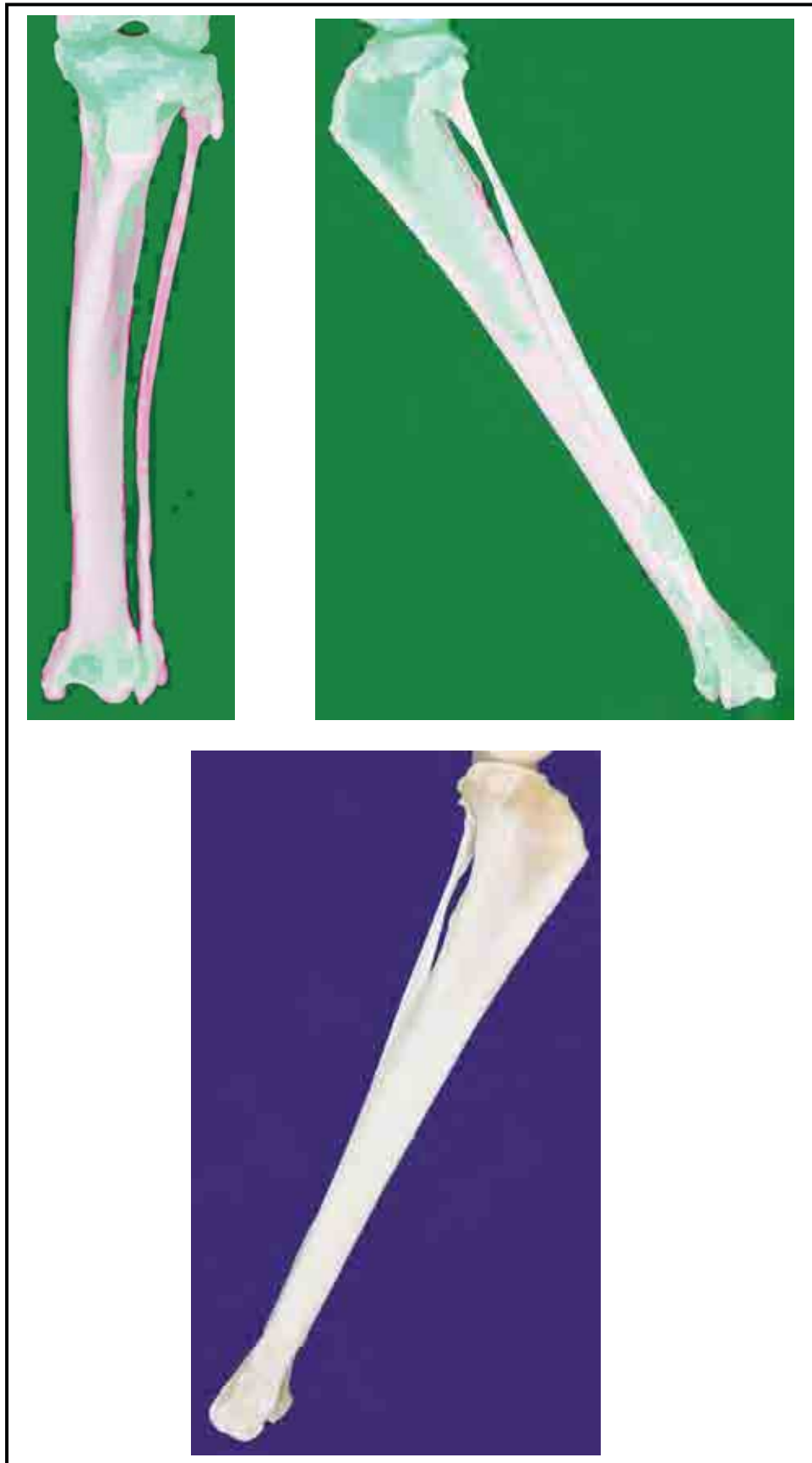


Figure 158 : Aspects cranial, latéral et médial du tibia et de la fibula gauches. (Original)

II. Radiographie

1) Incidence médio-latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est placé en décubitus latéral gauche (pour radiographier le membre gauche). Le membre est plaqué contre la table, en extension. Le membre droit est fléchi et en abduction en hauteur pour éviter les superpositions.

Le faisceau de rayons X est centré au milieu de la diaphyse du tibia et le diaphragme est ouvert de façon à contenir le tibia et la fibula en entier ainsi que la partie distale du fémur et la partie proximale du talus.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Comme pour le membre antérieur, plus on arrive en région distale du membre et moins les tissus mous qui entourent les os sont épais. Par conséquent les rayonnements diffusés sont moins importants et donc l'utilisation d'une grille anti-diffusante n'est pas obligatoire. Les films monocouches et des cassettes à écran unique et fin sont le plus souvent utilisés. En ce qui concerne les paramètres de réglage, le temps d'exposition est allongé et la tension est diminuée.

Le positionnement est correct lorsque l'on observe les deux os en entier ainsi que les deux articulations qui les entourent et que les condyles fémoraux sont superposés.

2) Incidence crânio-caudale

a) Positionnement de l'animal [10, 17, 44, 50]

L'animal est placé en décubitus dorsal, le membre est en extension et en légère rotation interne de façon à ce que le grasset soit parfaitement droit.

Le faisceau de rayons et le diaphragme sont réglés comme pour l'incidence de profil.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres ne changent pas par rapport à l'incidence précédente. Le positionnement est correct lorsque les deux os sont bien de face et la patelle superposée au centre des condyles fémoraux. La fibula permet de latéraliser facilement la radiographie, un marqueur peut être utilisé pour savoir de quel membre il s'agit.

3) Anatomie radiographique [7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

Pour l'incidence médio-latérale, le cliché comporte bien l'intégralité des deux os ainsi que les deux articulations adjacentes.

Dans la partie proximale, on observe les condyles tibiaux que l'on différencie par le fait que le latéral est un peu plus haut que le médial. Entre les deux se trouve l'éminence intercondyloire. Cranialement, on voit bien la tubérosité tibiale, d'autant plus qu'on y observe des lésions de prolifération osseuse. Celle-ci se prolonge par la crête tibiale. La fibula est en partie cachée par le tibia, on la voit très bien en partie proximale puisque la tête s'articule avec le côté latéral du tibia, elle est ensuite détachée du corps du tibia et séparée par l'espace interosseux, mais elle finit par se superposer au tibia en région distale.

Dans la région distale, la fibula se devine par transparence avec sa malléole latérale alors que le tibia porte la malléole médiale. Ces deux os s'articulent au talus (os du tarse).

Pour la radiographie de face, la séparation entre le tibia et la fibula par l'espace interosseux assez large est bien nette.

Dans la partie proximale, on distingue les condyles tibiaux et l'éminence intercondylaire. La crête tibiale se distingue, elle est un peu latérale. On observe aussi nettement la tête de la fibula.

Dans la région distale, le talus se superpose largement au tibia, empêchant de voir correctement l'épiphyse distale de celui-ci. Cependant, on distingue très bien les deux malléoles ; la malléole latérale formée par l'extrémité de la fibula et la malléole médiale au niveau du tibia. On observe très bien les articulations entre la fibula et le tibia, que ce soit proximale ou distale .

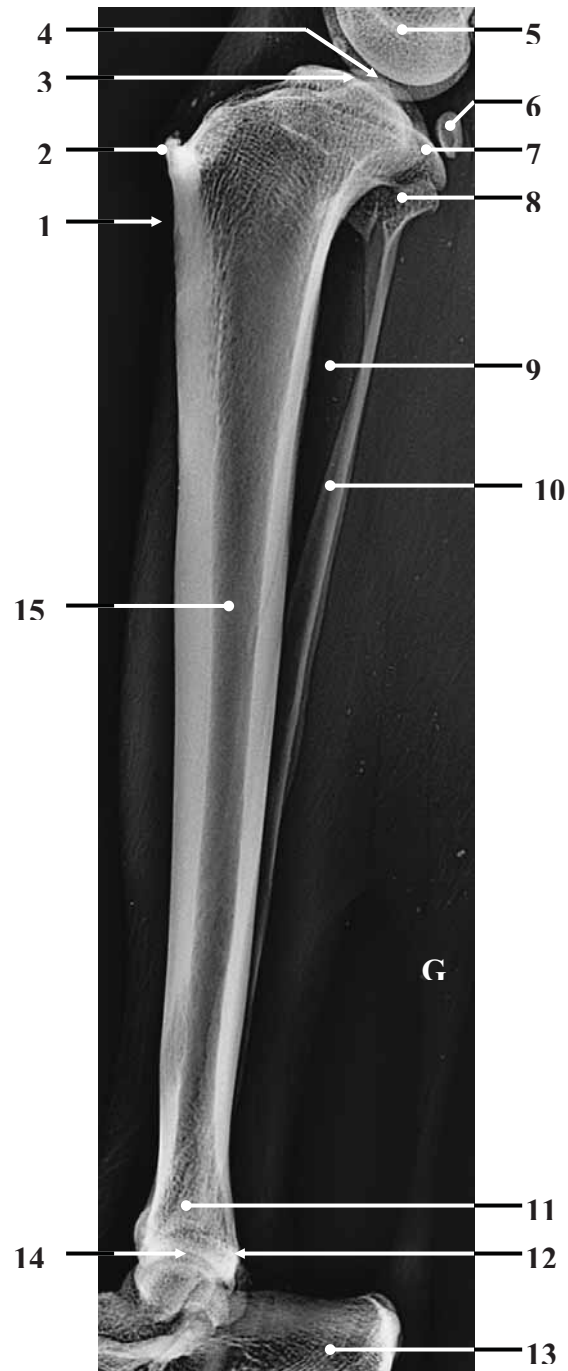


Figure 158 : Projection médio-latérale de la jambe gauche. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| 1 : Crête tibiale | 9 : Espace interosseux |
| 2 : Tubérosité tibiale | 10 : Corps de la fibula |
| 3 : Éminence intercondylienne | 11 : Malléole latérale |
| 4 : Condyle tibial latéral | 12 : Malléole médiale |
| 5 : Condyle fémoral | 13 : Talus |
| 6 : Os sésoïde | 14 : Cochlée |
| 7 : Condyle tibial médial | 15 : Corps du tibia |
| 8 : Tête de la fibula | |

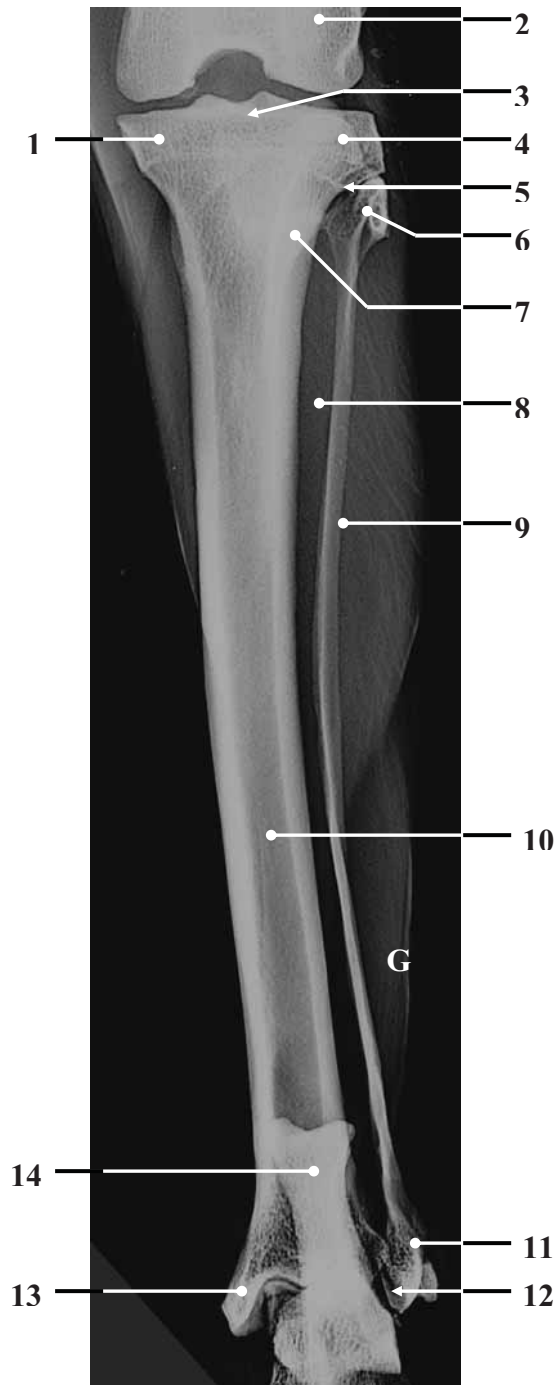


Figure 159 : Projection cranio-caudale de la jambe gauche. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|---|--|
| 1 : Condyle tibial médial | 8 : Espace interosseux |
| 2 : Fémur | 9 : Fibula |
| 3 : Éminence intercondylienne | 10 : Corps du tibia |
| 4 : Condyle tibia latéral | 11 : Malléole latérale |
| 5 : Surface articulaire proximale pour le tibia | 12 : Surface articulaire distale pour le tibia |
| 6 : Tête de la fibula | 13 : Malléole médiale |
| 7 : Tubérosité tibiale | 14 : Calcaneus |

Tarse, métatarse et doigts

I. Ostéologie [2, 7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

Le pied est constitué, tout comme la main, d'un ensemble complexe de petits os qui s'organisent en trois segments : le tarse, le métatarse et les phalanges. Le puma est digitigrade, il possède cinq griffes à l'avant mais uniquement quatre à l'arrière, le cinquième (qui correspond au doigt I ou hallux) ayant disparu, il n'en reste qu'un vestige. Sa fonction principale est bien sûr la locomotion et notamment la course pour laquelle le pouce est inutile. Le pied s'articule au tibia et à la fibula pour former l'articulation tibio-fibulo-tarsienne.

Le tarse constitue cette jonction : il s'agit de la région proximale du pied entre la jambe et la région métatarsienne. Le tarse est plus volumineux que le carpe. Ses os sont au nombre de sept, organisés en deux rangées, une proximale et une distale et d'une pièce intercalaire. Globalement, sa forme est convexe sur la face dorsale et irrégulière sur sa face plantaire.

La rangée proximale comprend deux os de taille importante, le talus médialement et le calcanéus latéro-caudalement.

Le calcanéus est un os allongé dans le sens proximodistal, du côté fibulaire, il correspond à la pointe du jarret. Il présente une tubérosité calcanéenne, très importante où s'insère le tendon du muscle gastrocnémien, extenseur du pied. Elle est creusée par une gouttière sagittale permettant la formation de deux processus, le médial étant plus proéminent. Le calcanéus s'articule avec le talus et l'os cuboïde. Son rôle est celui d'un bras de levier pour la propulsion du membre pelvien. Sur sa face dorsale, le calcanéus présente un processus coracoïde assez saillant qui surplombe les surfaces articulaires pour le talus. Il présente également un sillon calcanéen qui débouche dans le sinus tarsien. Plus médialement, se trouve le *sustentaculum tali* qui porte un sillon tendineux important pour le muscle fléchisseur latéral du doigt sur sa face plantaire. Enfin sur la partie distale, on trouve la surface articulaire pour l'os cuboïde.

Le talus s'articule au tibia et à la fibula et il répond aussi au calcanéus et à l'os naviculaire, c'est donc un os charnière. Il est constitué par une tête, un col et un corps. C'est un os massif, il possède une trochlée large dont la lèvre médiale est moins développée, et qui répond à la cochlée tibiale. Celle-ci est entourée par les surfaces articulaires pour les malléoles tibiale et fibulaire. Sur la face plantaire, se trouvent les surfaces articulaires pour le calcanéus et le sillon talien s'ouvrant sur le sinus tarsien. Le col est marqué et oblique disto-médialement et la tête est assez convexe et s'articule avec l'os naviculaire.

Entre la rangée proximale et la rangée distale se trouve l'os central du tarse (ou os naviculaire ou os scaphoïde). C'est un os plat, large qui reçoit le talus et prend donc la forme d'une cupule. Il présente également de nombreuses facettes pour les os tarsaux I à III. Il se joint aussi à l'os cuboïde latéralement.

La rangée distale compte quatre os tarsaux I à IV qui sont, du côté médial au côté latéral, les os cunéiformes médial, intermédiaire et latéral et l'os cuboïde. Le dernier est plus haut que large, il remonte jusqu'à l'os naviculaire. Sa forme est très irrégulière et il présente une tubérosité importante sur sa face latérale contournée par le tendon du muscle long péronier. Tout comme l'os crochu de la main, l'os cuboïde répond aux os métatarsiens IV et V. Quant aux os cunéiformes, ils sont articulés avec l'os métatarsien leur correspondant. Leur forme est un peu différente de l'un à l'autre puisque l'intermédiaire est le plus petit, le médial est un peu plus haut mais allongé et quadrangulaire alors que le latéral est un peu triangulaire avec une pointe recourbée à son extrémité plantaire.

Le métatarse est quant à lui constitué par cinq os métatarsiens dont le premier, très rudimentaire (résiduel), s'articule à l'os cunéiforme médial, n'est pas suivi de phalange et constitue le doigt. Les autres métatarsiens, comme les métacarpiens, s'articulent entre eux par leur base, mais leur section est plus ronde et ils sont plus longs. Mise à part cette différence, leurs caractéristiques globales sont les mêmes que pour les métacarpiens. Les plus développés sont les doigts III et IV. Le pied est plus long que la main puisqu'il mesure environ 25 cm.

Les quatre doigts sont constitués par trois phalanges comme pour la main, la seule différence vient de leur forme puisqu'elles sont plus longues et plus étroites.

Restent les os sésamoïdes présents sur la face plantaire au niveau de l'articulation métatarso-phalangienne.



Figure 160 : Pied du puma, aspect dorsal. (Original)

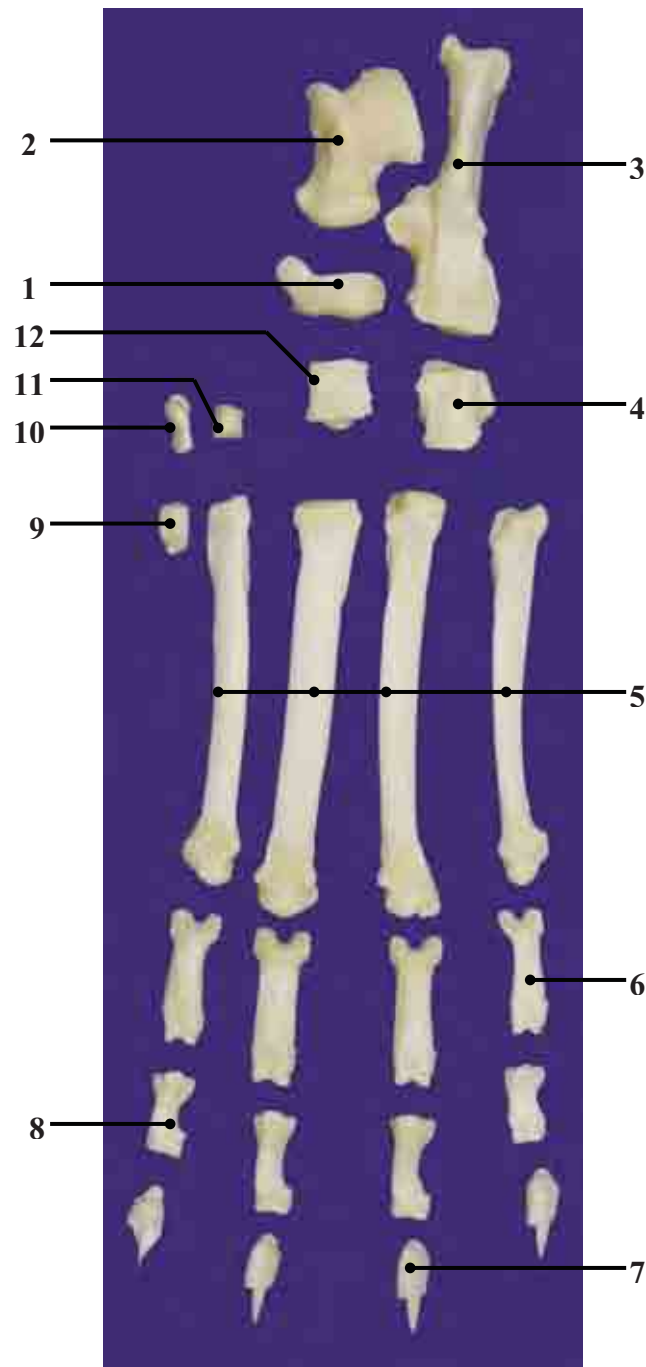


Figure 161 : Aspect dorsal de l'ensemble des os du pied gauche. (Original)

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 : Os naviculaire | 7 : Phalange distale du doigt IV |
| 2 : Talus | 8 : Phalange intermédiaire du doigt II |
| 3 : Calcaneus | 9 : Os métatarsien du doigt I (résiduel) |
| 4 : Os cuboïde | 10 : Os cunéiforme médial |
| 5 : Métatarsien II à V | 11 : Os cunéiforme intermédiaire |
| 6 : Phalange proximale du doigt V | 12 : Os cunéiforme latéral |

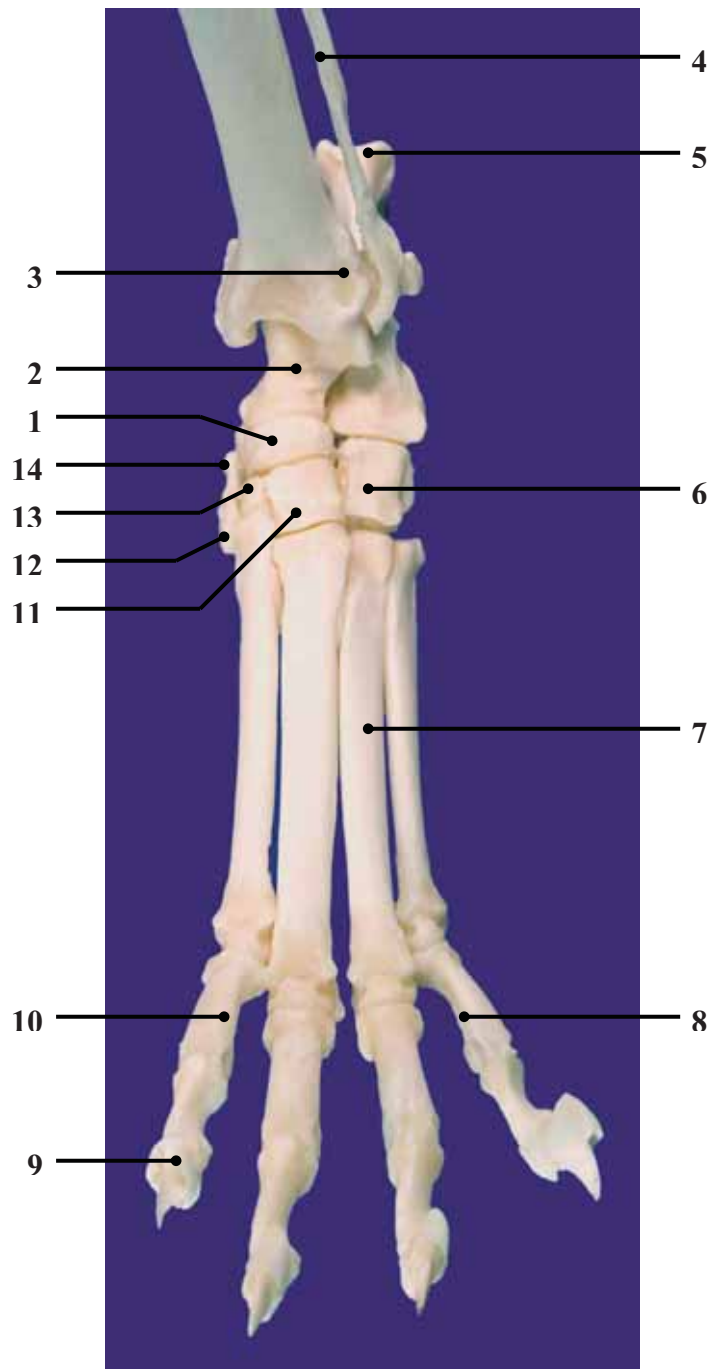


Figure 162 : Aspect dorsal du pied gauche. (Original)

1 : Os naviculaire
 2 : Talus
 3 : Tibia
 4 : Fibula
 5 : Calcanéus
 6 : Os cuboïde
 7 : Métatarsien IV

8 : Phalange intermédiaire du doigt V
 9 : Phalange distale du doigt II
 10 : Phalange intermédiaire du doigt II
 11 : Os cunéiforme latéral
 12 : Os métatarsien du doigt I (résidu)
 13 : Os cunéiforme intermédiaire
 14 : Os cunéiforme médial

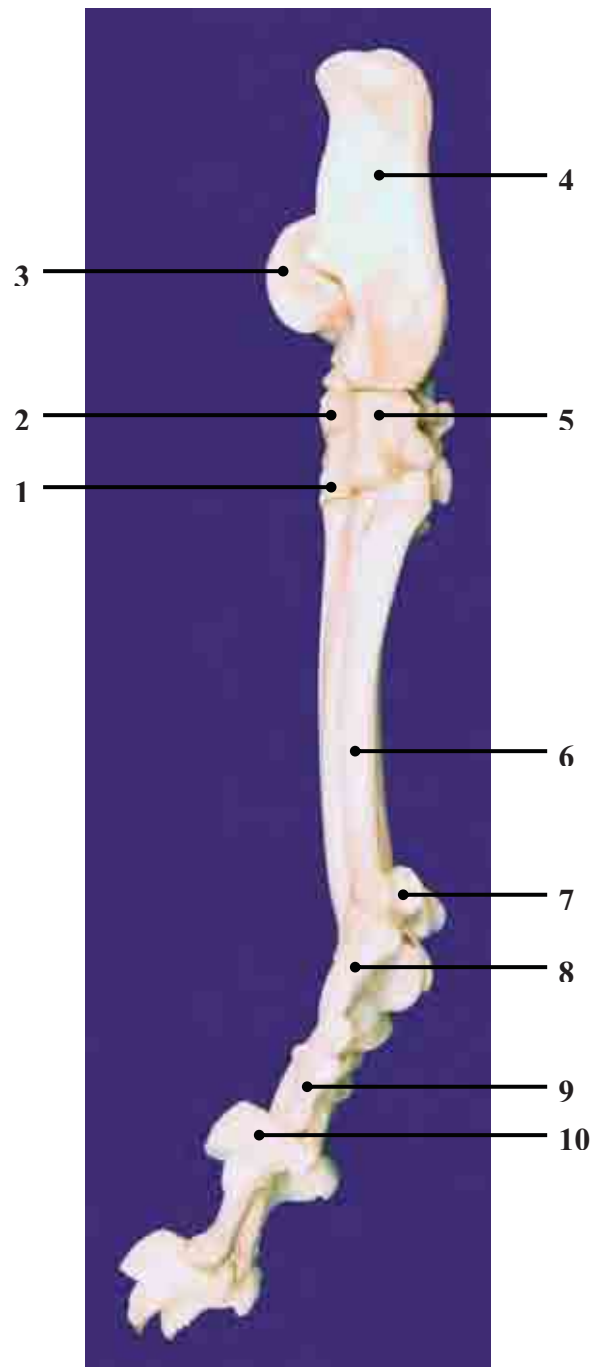


Figure 163 : Aspect latéral du pied gauche. (Original)

1 : Os cunéiforme latéral
 2 : Os naviculaire
 3 : Talus
 4 : Calcaneus
 5 : Os cuboïde

6 : Os métatarsien
 7 : Os sésamoïde
 8 : Phalange proximale
 9 : Phalange intermédiaire
 10 : Phalange distale

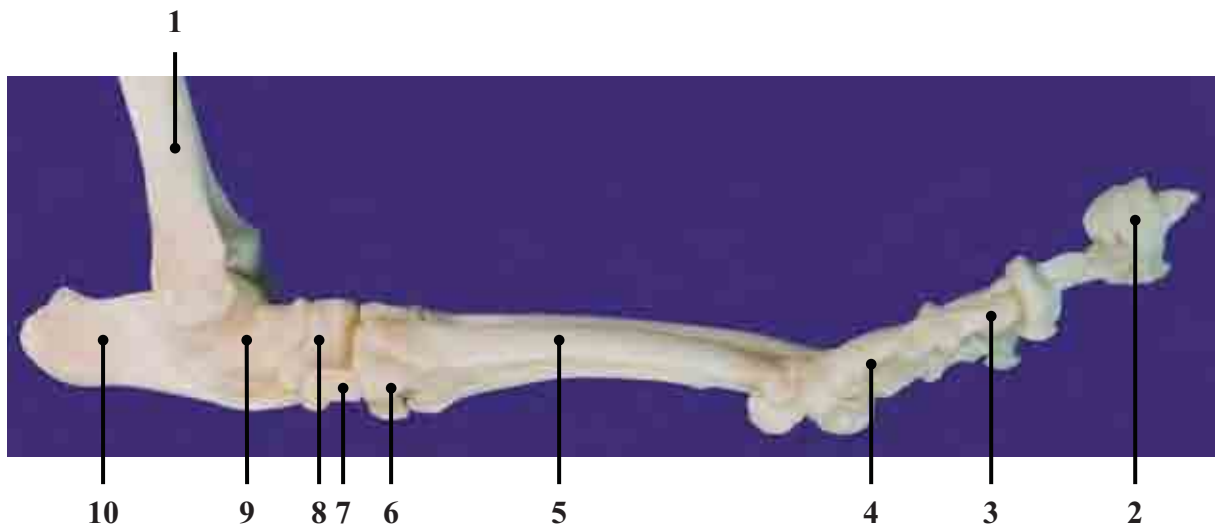


Figure 164 : Aspect médial du pied gauche. (Original)

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1 : Tibia | 6 : Os métatarsien du doigt I |
| 2 : Phalange distale | 7 : Os cunéiforme médial |
| 3 : Phalange intermédiaire | 8 : Os naviculaire |
| 4 : Phalange proximale | 9 : Talus |
| 5 : Os métatarsien | 10 : Calcaneus |

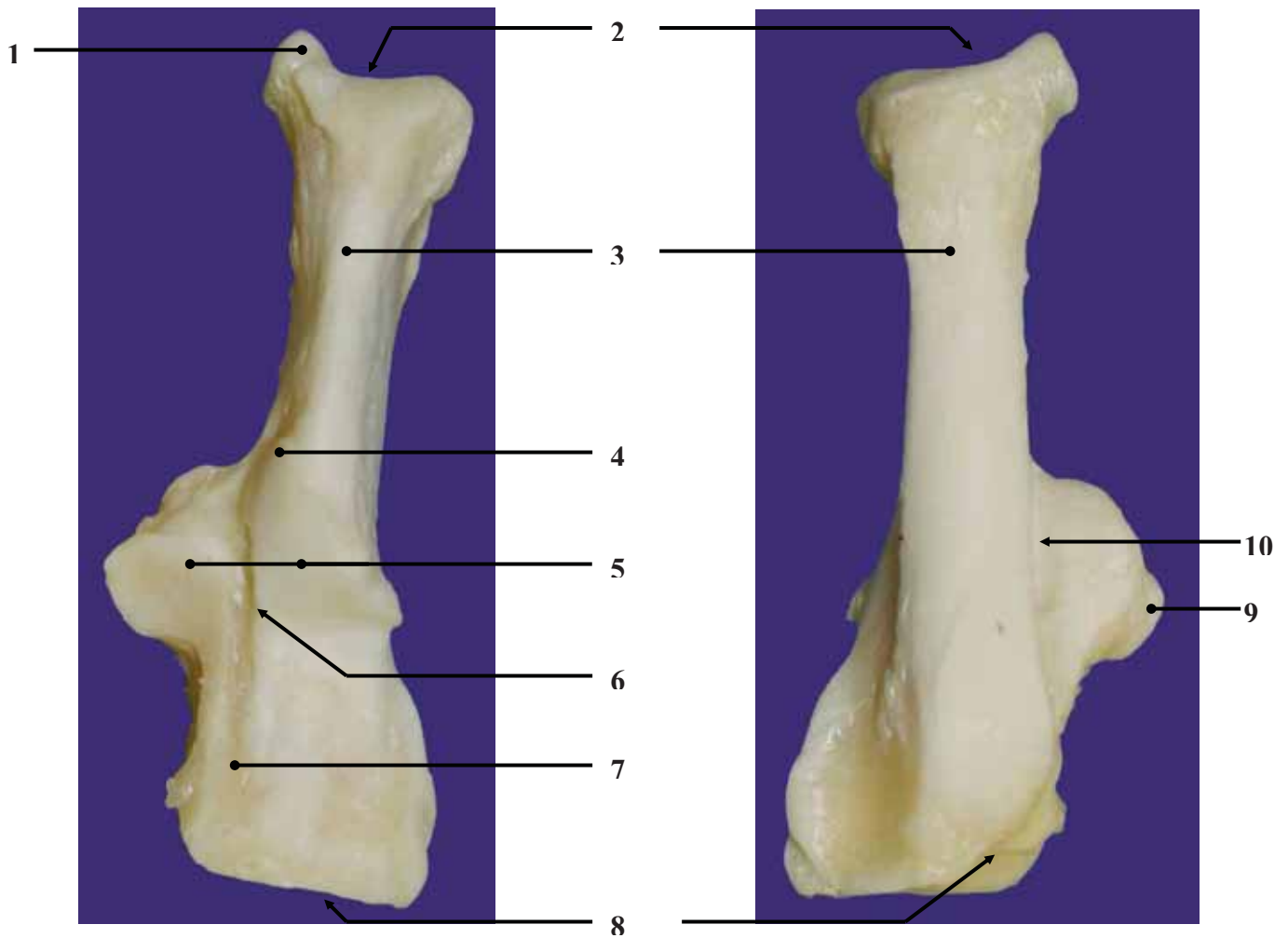


Figure 165 : Aspects dorsal et plantaire du calcanéus. (Original)

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1 : Processus médial | 6 : Sillon calcanéen |
| 2 : Gouttière dorsale | 7 : Sinus tarsien |
| 3 : Tubérosité calcanéenne | 8 : Surface articulaire cuboïdienne |
| 4 : Processus coracoïde | 9 : <i>Sustentaculum tali</i> |
| 5 : Surface articulaire talienne | 10 : Coulisse tendineuse du muscle fléchisseur latéral du doigt |

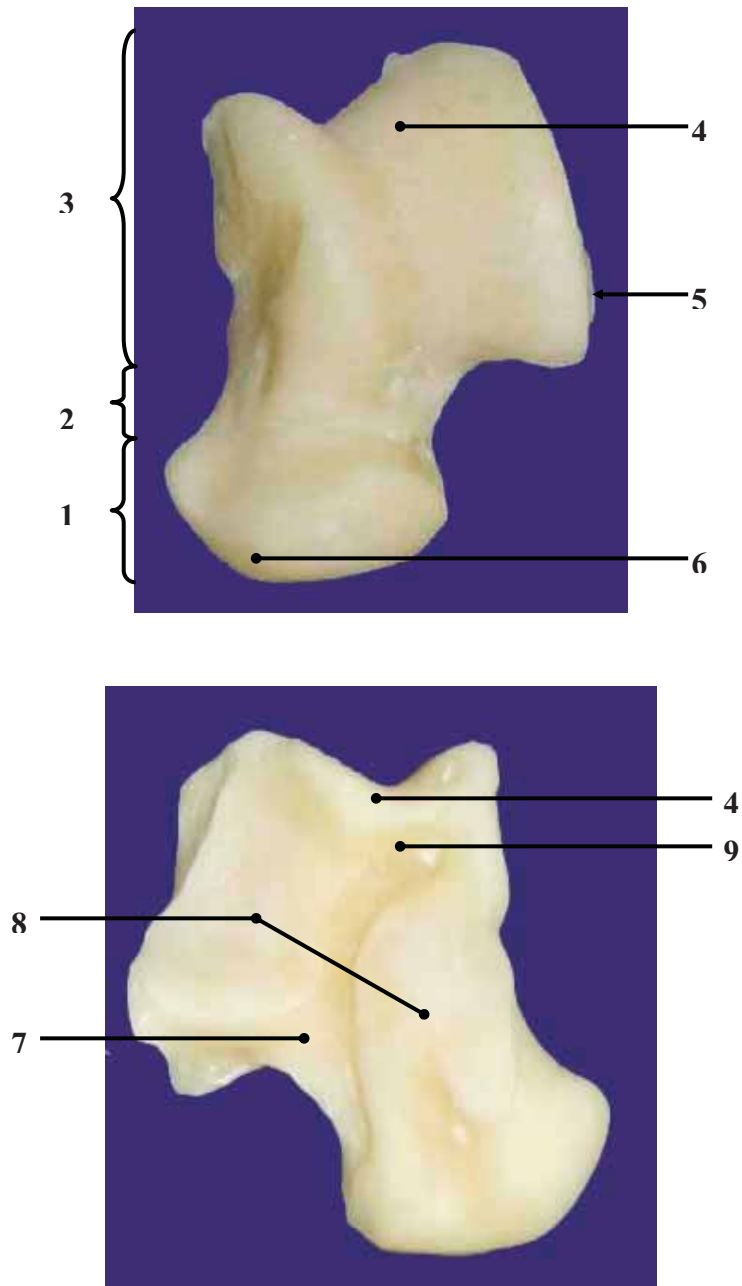


Figure 166 : Aspects dorsal et plantaire du talus. (Original)

1 : Tête
 2 : Col
 3 : Corps
 4 : Trochlée
 5 : Surface malléolaire latérale

6 : Surface articulaire pour l'os naviculaire
 7 : Sinus tarsien
 8 : Surface articulaire calcanéenne
 9 : Sillon talien

II. Radiographie

1) Incidence médio-latérale

a) Positionnement de l'animal [10, 12, 17, 50]

La position du puma est la même que celle utilisée pour le tibia et la fibula. Le pied est plaqué contre la table, tendu. Comme pour la main, cette incidence est intéressante surtout pour le tarse mais peu pour les métatarsiens et les phalanges qui se superposent.

Le faisceau de rayons X est centré sur la rangée distale des os tarsiens et le diaphragme est ouvert de façon à contenir l'ensemble du pied ainsi que l'articulation adjacente avec la partie distale du tibia et de la fibula.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les consignes sont les mêmes que pour le tibia et la fibula.

La radiographie est de qualité lorsque l'on voit le tarse en entier, que les deux trochlées du talus, les métatarsiens et les phalanges sont superposées.

2) Incidence dorso-plantaire

a) Positionnement de l'animal [10, 12, 17, 50]

La position est la même que pour le tibia, le pied plaqué contre la table. Le faisceau de rayons X et le diaphragme sont réglés de manière identique. Cette incidence présente beaucoup moins de superpositions permettant une interprétation plus précise.

b) Paramètres radiographiques et critères de qualité [10, 17, 50]

Les paramètres sont identiques que pour la première incidence. Le positionnement est correct lorsque les métatarses ne se superposent pas et si le calcaneus se retrouve superposé au tibia.

3) Anatomie radiographique [2, 7, 8, 12, 17, 49, 60, 61]

Pour l'incidence médio-latérale, on devine les métatarsiens et les phalanges mais celles-ci sont complètement superposées, ce qui empêche d'effectuer une interprétation correcte. De même, les lèvres de la trochlée talienne sont superposées. Les os du tarse se superposent également, mais on arrive tout de même à les différencier un peu. Cette incidence est surtout intéressante quant à l'appréciation de l'articulation du jarret. Ainsi, le calcaneus se distingue nettement avec sa tubérosité arrondie à son extrémité proximale. On devine aussi le *sustentaculum tali* par transparence. Quant au talus, on le distingue aussi nettement, dorsalement ainsi que son articulation avec le tibia et le calcaneus contrairement à son articulation avec la fibula qui est difficilement visible. Ce talus répond à l'os naviculaire, plat et épais. On distingue l'os cuboïde avec sa forme palmaire si particulière. Enfin, on observe la présence des os sésamoïdes, mais les autres os sont difficilement objectivables.

L'incidence dorso-plantaire est plus intéressante. Le cliché que nous présenterons est en légère rotation, le calcaneus n'est que partiellement superposé au tibia et au talus. Ce dernier s'articule au tibia et à la malléole fibulaire par sa trochlée. L'os naviculaire est plus

médial, il est incurvé. Latéralement, l'os cuboïde est imposant par rapport aux autres os de sa rangée tandis que les trois os cunéiformes s'articulent à l'os central. Les os métatarsiens se distinguent nettement ainsi que les phalanges mais la légère rotation empêche de voir correctement l'os métatarsien du doigt I qui se retrouve superposé au cunéiforme médial. Enfin les os sésamoïdes se devinent par transparence au niveau de l'articulation métatarso-phalangienne.

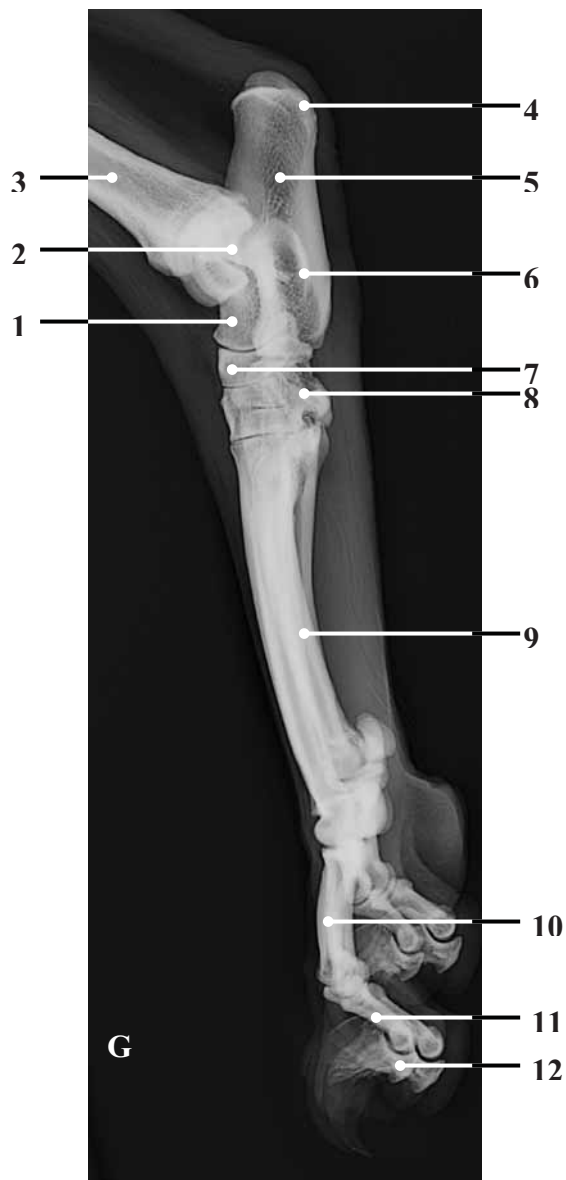


Figure 167 : Projection médio-latérale du pied gauche. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1 : Talus | 7 : Os naviculaire |
| 2 : Trochlée talienne | 8 : Os cuboïde |
| 3 : Tibia | 9 : Os métatarsien |
| 4 : Tubérosité calcanéenne | 10 : Phalange proximale |
| 5 : Calcaneus | 11 : Phalange intermédiaire |
| 6 : <i>Sustentaculum tali</i> | 12 : Phalange distale |

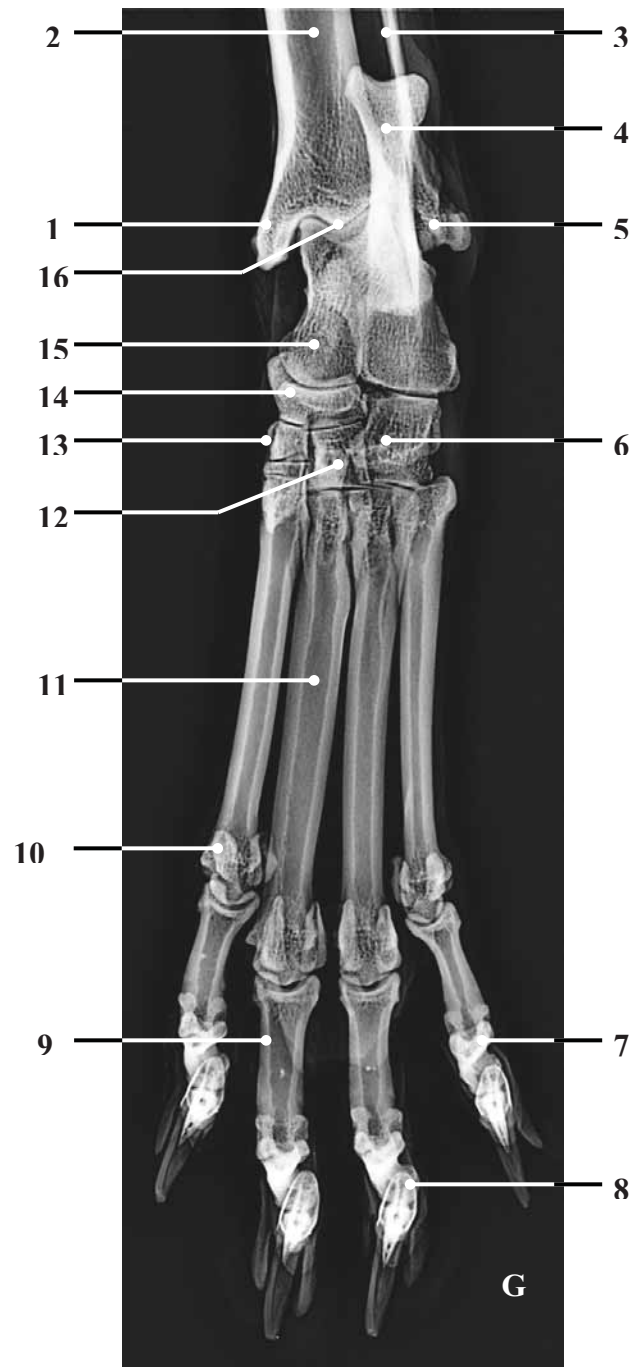


Figure 168: Projection dorso-plantaire du pied gauche. (Cliché clinique équine de l'ENVT)

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 : Malléole médiale | 9 : Phalange proximale du doigt III |
| 2 : Tibia | 10 : Os grand sésamoïde |
| 3 : Fibula | 11 : Os métatarsien III |
| 4 : Calcaneus | 12 : Os cunéiforme médial |
| 5 : Malléole latérale | 13 : Os cunéiforme latéral |
| 6 : Os cuboïde | 14 : Os naviculaire |
| 7 : Phalange intermédiaire du doigt V | 15 : Talus |
| 8 : Phalange distale du doigt IV | 16 : Trochlée talienne |

Conclusion

Depuis les civilisations précolombiennes, le puma concolor est à la fois admiré pour sa force et son courage et craint par les Hommes. Probablement issu des miacidés, de la famille des félidés, ses caractéristiques particulières font qu'il appartient à un genre bien à part, le genre puma. Ce gros chat d'Amérique est considéré, selon la sous-espèce concernée, comme quasi-menacé ou en danger critique d'extinction, c'est pourquoi des programmes de conservations et de reproduction sont développés, ce qui amène à le voir de plus en plus souvent en parc zoologique ou en réserve naturelle où il est suivi de près.

Il arrive donc que les personnes compétentes aient à réaliser des radiographies d'un animal en cas de pathologie. L'atlas présenté, bien que ne concernant qu'un seul puma, a permis de réunir des données ostéologiques sur l'ensemble du squelette de l'animal. Ces données morphologiques osseuses aident à l'interprétation des clichés radiographiques qui présentent sur un plan unique des structures en trois dimensions, d'où la difficulté de l'interprétation des superpositions. L'atlas présente également quelques clichés pouvant servir de référence malgré les difficultés rencontrées pour réaliser ces radiographies.

Finalement, cette étude rassemble un certain nombre de données sur le puma et complète les connaissances déjà acquises sur cette espèce notamment en ce qui concerne l'ostéologie. Il serait bien sûr intéressant, par la suite, de pouvoir continuer ce type de thèse pour d'autres espèces de la faune sauvage et l'étendre à d'autres examens complémentaires comme l'échographie, le scanner ou l'IRM.

AGREMENT ADMINISTRATIF

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

Mlle Aurélie, Ginette, Irène TUJEK

a été admis(e) sur concours en : 2003 Alfort

a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 10 Juillet 2008

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

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, Jacques DUCOS DE LAHITTE, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, autorise la soutenance de la thèse de :

Mlle Aurélie, Ginette, Irène TUJEK

intitulée :

« Atlas radiographique et ostéologique du Puma (Puma concolor). »

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



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



**Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Alexis VALENTIN**



**Vu le : - 1 DEC. 2008
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Gilles FOURTANIER**



Bibliographie iconographique :

Tableau 1 : Barcet A. : Le puma (*Felis concolor*) Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude-Bernard, Lyon, 2008

Devrillon J. L. : Le puma de l'est

http://jeanluc.drevillon.club.fr/puma_de_lest.html

Wikipédia, l'encyclopédie libre en ligne, le puma, 2008

http://fr.wikipedia.org/wiki/Puma#Les_noms_du_puma

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, The IUCN Red List of Threatened Species, Puma concolor

<http://www.iucnredlist.org/search/details.php/18868/all>

Tableau 2 : Wikipédia, l'encyclopédie libre en ligne, le puma, 2008

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Puma>

Tableau 3 : Jackson P., Farnell Jackson A., Devitre D. (trad.), *Les félins*, 1996, page 191

Moutou F., De Véricourt G., Madier M., Vie sauvage, encyclopédie Larousse des animaux, hebdomadaire n°32, p6-7

Gravure de présentation de la partie 1: nature.ca, musée canadien de la nature, en ligne
www.nature.ca/notebooks/images/cougar.gif

Gravure de présentation de la partie 2: Nature.ca, musée canadien de la nature, en ligne
www.nature.ca/notebooks/images/cougar.gif

Figure de présentation de la partie 3 : Jodra S., Imago mundi, le monde du vivant ,le cryptocropte, 2005

www.cosmovisions.com/cryptoproctesquelette.gif

Figure de présentation de la partie 4: Filipski G., Cat skull, latrale view, 2002

<http://www.biology.ualberta.ca/courses.hp/zoo.225/labeled%20drawings/labeledcatskulllaterall.jpg>

Figure 1 : Wikipédia, l'encyclopédie libre en ligne, Tiwanaku, 2008

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Tiahuanaco_Sun_port.jpg

Figure 2 : Wikipédia, l'encyclopédie libre en ligne, Viracocha, 2008

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Viracocha.jpg>

Figure 3 : Van Overmeire M., Travel Amazing South America 2005-2008

<http://www.travel-amazing-southamerica.com/cuzco.html>

Figure 4 : Jodra S., Imago mundi, Dictionnaire biographique en ligne, Christophe Colomb, 2005-2008

www.cosmovisions.com/Colomb.htm

Figure 5 : Logoblog.org, site de logos en ligne, 2008

<http://www.logoblog.org/puma-logo.php>

Figure 6 : Ruggeddesigns

www.ruggeddesigns.net/images/byu_cougar.jpg

Figure 7 : Per Krafft, wikipédia, l'encyclopédie libre, Carl von Linné, 2008

http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Carolus_Linnaeus.jpg

Figure 8 : La gazette des Grands Prédateurs, Les lynx, essai de paléontologie et formes actuelles, n°15, printemps 2005), consultable en ligne

ours-loup-lynx.info/spip.php?article318

Figure 9 : Wikipédia, l'encyclopédie libre en ligne, Proailurus, 2008

<http://en.wikipedia.org/wiki/Proailurus>

Figure 10 : Wikipédia, l'encyclopédie libre en ligne, Eusmilus, 2008

en.wikipedia.org/wiki/Eusmilis

Figure 11 : Douglas Fossils, Portefolio of best specimen, *Dictynis felina*

http://www.douglasfossils.com/site%20photos/best/din3_b.jpg

Figure 12 : Pelter D. : « Les félins »

Coll. La bibliothèque du naturaliste, éd . DELACHAUX & NIESTLE, p. 11

Figure 13 : Grzimek B., Fontaine M., Petits félins et panthères longibandes

In : Le monde animal en 13 volumes, Tome XII, Ed. Stauffacher S.A., Zurich (Suisse), 257-298

Figure 14 : à gauche, photo personnelle

A droite : Fotoseach®, Stock Photography and Stock Footage, The World's Stock photography - One Web Site™, Cougar

http://www.fotosearch.com/photos-images/cougar_3.html

Figure 15 : Imago mundi, encyclopédie en ligne : les Félidés.

<http://www.cosmovisions.com/felides.htm>

Figure 16 : Fauve du monde, le site sur les félins sauvages, le Puma

<http://fauvesdumonde.free.fr/puma.php>

Figure 17 : Wikipédia, l'encyclopédie libre en ligne, IUCN, 2008

<http://fr.wikipedia.org/wiki/IUCN>

Figure18: Battaglia V., Terra Nova, site ludo-éducatif pour toute la famille, 2003

<http://www.dinosauria.com/puma.htm>

Figure 19 et 20: la nature en danger, animaux en voie de disparition, espèce menacée, 2005-2007

http://naturendanger.canalblog.com/images/Maman_et_jeune_Puma.jpg

http://naturendanger.canalblog.com/images/Puma_gris.jpg

Figure 21 : Photographie originale

Figure 22: la nature en danger, animaux en voie de disparition, espèce menacée, 2005-2007

http://naturendanger.canalblog.com/images/Bebe_Puma.DSC05861.JPG

Figure 23 et 24: Photographies originales

Figure 25 : Bear tracker, Mountain lion , 1997

www.bear-tracker.com/cougarfront1.gif

Figure 26 : Photographie personnelle moulage réalisé par Mr Versigny

Figure 27 : Wikipédia, l'encyclopédie libre en ligne, le puma, 2008

http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Puma_range.png

Figure 28 : Currier, M. J. P. : Mountain Lion (*Felis concolor*).

In Mammalian Species 1983. 200: 1-7.

Figure 29 : Reserveturkey

www.reverseturkey.com/Images/cougars.jpg

Figure 30 : Reserveturkey

www.reverseturkey.com/Images/cougars.jpg

Figure 31 : Les félidés d'Amérique du Nord et du Sud, le puma

marmonoel.free.fr/felides/puma.bebe.jpg

Figure 32 : Site internet du parc de Traylor D., Kansas

www.kansastravel.org/07emporiazoo2.JPG

Figure de présentation de la partie 3: Imago mundi, encyclopédie en ligne, le monde du vivant, le *cryptocropte*.

www.cosmovisions.com/cryptoproctesquelette.gif

Figure 33 : Telinject France: 1 V 31 NPL-K avec canon 11mm.

http://www.telinject.fr/pages/fiche_tech_1v31nlp2dk.html

Figure 34 : Telinject France : 1 V 31 NPL avec canon 11 mm ou de 13 mm

http://www.telinject.fr/pages/fiche_tech_1_v31_npl.html

Figure 35 : Telinject France: La sarbacane B 516 et B 31 avec les seringues spéciales sarbacannes"

http://www.telinject.fr/pages/telinject_sarbacane.html

Figure 36 : Colla P., Puma concolor, Mountain lion photos: Natural history photography
<http://www.oceanlight.com/spotlight.php?img=12362>

Figure 37 : Morris P.J., Chemical immobilization of Felids, Ursids, and small Ungulates. Vet. Clin. North Am. (Exotic Anim Pract.), 2001, 267-298

Schumacher J., Erdtmann J., Pollock C., Harvey R., Comparative cardiopulmonary and anesthetic effects of ketamine-medetomidine and ketamine-xylazine in cougars (Felis concolor)

In: Proceedings of the American Association of Zoo Veterinarians annual Meeting. Columbus, Ohio, October 1999, Kirk Baer C., editor, 45-46

Virbac. Zolétil NDV, anesthésique universel. Guide posologique, 2003

Wardzynski C., Etude de la contention des mammifères en parcs zoologiques des années 50 à nos jours, Thèse de doctorat vétérinaire, Université de Créteil, 2004

Figure 38 à 40: Begon D., Stambouli F., cours d'imagerie médicale vétérinaire de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort, 2004

Figures 41 à 174 : Photographies originales et clichés radiographiques de la clinique équine de l'ENVTe

Bibliographie

- 1. ALDERTON D.,**
Wild cats of the world. London : Ed. Blandford, 1993, 192p
- 2. ALLIBE F.,**
Arthroscopie du tarse du chien. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard de Lyon, 2007, 78p
- 3. Beartracker's Animal tracks den,** Mountain lion (cougar), 1999-2008 [en ligne]
Adresse URL : <http://www.bear-tracker.com/cougar.html>
- 4. BEGON D., STAMBOULI F.,**
Cours d'imagerie médicale de l'École Nationale de Maisons-Alfort, 2004
- 5. BERGERAULT P.,**
Étude de la locomotion du chien après resection de la tête et du col du fémur. Utilisation d'un tapis de marche de type GATIFour®. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard, 2006, 121p
- 6. BARCET A.,**
Le Puma (felis concolor). Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude-Bernard Lyon 1, 2008, 92p
- 7. BARON R.,**
Tome 1 Ostéologie. Anatomie comparée des mammifères domestiques, 3^{ème} édition. Vigot, 1986
- 8. BARON R.,**
Tome 2 Arthrologie et Myologie. Anatomie comparée des mammifères domestiques, 3^{ème} édition. Vigot, 1989
- 9. BARTHEZ P.**
Evaluation de la qualité en radiologie, cours de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon, 2003
- 10. BARTHEZ P.**
Radiographie chez le chien. Technique en radiologie des petits animaux. Editions PMCAC, 1997, p89-135
- 11. Bayer :** Rompun in combination with ketamine- the « Hellabrunn mixture », Bayer Health Care [en ligne]
Adresse URL : www.rompun.vision-concept.com/
- 12. BISAILLON A., THEORET C,**
Morphologie vétérinaire 2, Ostéologie, myologie, arthrologie du tronc, du membre thoracique, du membre pelvien. Cours de l'Université vétérinaire de Montréal. [en ligne]
Adresse URL : <http://www.medvet.umontreal.ca/etudes/EnseignementLigne/dmv1114/default.htm>
- 13. Britannica,** encyclopedia britannica, Carnivore : Évolution and paleontology
Adresse URL : <http://www.britannica.com>

- 14. BURTON R. et M.,**
Le Royaume des animaux. Genève : Ed. Service SA, 1972-1975, 5227p
- 15. BUSH M.,**
Methods of capture, handling and anesthesia. In : KLEMAN DG., ALLEN ME., THOMPSON KV. Et al., editors wild mammals in captivity. Principles and techniques. Chicago : The University Chicago Press, 1996, 25-40
- 16. CHAPMAN J.A. FELDHAMER G.A.,**
Wild mammals of the North America, biology, management and economics. Baltimore and London : Ed. Johns Hopkins University Press, 1982, 1147p
- 17. CHEVIGNY G.,**
Atlas radiologique et ostéologique du Tigre (*Panthera tigris*). Thèse de doctorat vétérinaire. Université Paul Sabatier de Toulouse, 2007, 239p
- 18. CITES,** Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvage menacées d'extinction [en ligne],
Adresse URL : <http://www.cites.org/fra/index.shtml>
- 19. Convention sur la diversité biologique** du 17 janvier 2006, Conférence of the parties to the convention on biological diversity, 8^{ème} réunion, 2006.
- 20. COSEPAC,** Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, [en ligne]
Adresse URL : http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct5/index_f.cfm
- 21. COURREAU J.F.,**
Organisation des parcs zoologiques en France. Bilan d'enquêtes. Thèse de doctorat vétérinaire. Université de Créteil, 1979, 123p
- 22. CROUCH J.E.,**
Text-Atlas of cat anatomy. Ed. Lea and Febiger, 1969, p1-54
- 23. DALLET R.,**
Les félins. Paris : Ed. Nathan, 1992, 189p
- 24. DANZ H.P.**
Cougar !. Athens et Ohio, Ed. Swallow Press-Ohio University press, 1999, 310p
- 25. DEGUEURCE C.,**
Cours et TD d'anatomie-radiographie de l'École Nationale vétérinaire de Maisons-Alfort, 2004
- 26. DE SWARTE M.,**
La dénervation de la hanche dans le traitement chirurgical de la dysplasie coxo-fémorale suivi de cas cliniques. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard de Lyon, 2008, 88p
- 27. DREVILLON J.L.,** Association Française de Recherche Cryptozoologique, Puma de l'est
Adresse URL : <http://jeanluc.devrillon.club.fr/puma-de-lest.html>

- 28. DROUARD B.,**
Contribution à l'étude de la capture, de la contention et de l'anesthésie des félidés. Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine de Créteil, 1979, 75p
- 29. DYCHE L.L.,**
The puma or American Lion (*Felis concolor*, Linnaeus).
Transactions of the Kansas Academy of science, Vol 19, 1903, p160-163 published by :
Kansas Academy of science, numérisé et consultable sur <http://istor.org/pss/3624196>
- 30. Fauves du Monde,** le site sur les félins sauvages, Le Puma, *Puma concolor* (Linné,1771)
Adresse URL : <http://fauvesdumonde.free.fr/puma.php>
- 31. FOWLER M.E.,**
Restraint. In : Zoo ans wild animal medecine. Philadelphia : WB Saunders, 2^{ème} édition, 1978, 37-52
- 32. GAISLER J., ZEJDA J.,**
La grande encyclopédie des mammifères. Prague, Ed. Aventinum, 1995, 496p
- 33. GRZIMEK B., FONTAINE,**
Petits félins et panthères longibandes. In : Le monde animal en 13 volumes. Zurich : Ed. Stauffacher, tome XII, 1974, 257-298
- 34. HANAK V., MAZAK V.,**
Encyclopédie des animaux. Mammifères du monde entier. France : Ed. Librairie Gründ, 10^{ème} édition, 1991, 351p
- 35. HANNIER I.,**
Le bien être des animaux en parcs zoologiques : influence de l'enrichissement du milieu. Le point vétérinaire, 1995, 26,165, 1035-1042
- 36. HANSEN K.**
Cougar : The American lion. Flagstaff (USA) : Ed. Nathland Publishing, 1992, 129p
- 37. Imago mundi, le monde du vivant,** encyclopédie en ligne : les Félidés, classification des félidés. 2005
Adresse URL : <http://www.cosmosvision.com/felidessystematique.htm>
- 38. IUCN,** Species Survival Comission, IUCN Th red list of threatened species, [en ligne], 2007,
Adresse URL : <http://www.iucnredlist.org/>
- 39. JACKSON P.**
Chats. In : Animal nature et civilisation.1987, 24-40
- 40. JACKSON P., FARNELL JACKSON A., DEVITRE D (trad), DE CREM J.,**
Les félins, toutes les espèces du monde. Paris : Ed. Delachaux et Niestlé, 1996, 272p
- 41. LAGRANGE C.,**
Règne animal. Une vie, une histoire, un avenir. Le puma. Marshall Cavendish, volume 2, 1994, p311-336

- 42. LESAGE M.,**
Contribution à l'étude de la reproduction des félinés sauvages en captivité. Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine de Créteil, 1982,110p
- 43. MACDONALD D.,**
The new encyclopedia of mammals. Oxford : Ed. Oxford University Press, 2001, 930p
- 44. MAÏ W.,**
Guide pratique de radiographie canine et féline. Paris : Ed. Med'com, 2003, 350p
- 45. MARION R., VERON G., DELFOUR J., CALLOU C., JENNINGS A.,**
Larousse des félins. Paris, Ed. Larousse, 2005, 223p
- 46. MAZZA**
Puma de Floride. Fiches animales. Lausanne : Ed. rencontre SA, 1979
- 47. MEYNADIER A.**
Contribution à l'étude des félins du nouveau monde en captivité. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Paul Sabatier de Toulouse, 2001, 103p
- 48. MEYNAUD-COLLARD P.,**
La radiologie en médecine vétérinaire. Cours de sémiologie de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse,2004
- 49. MOGICATO G.,**
Ostéologie des mammifères domestiques. Cours d'anatomie de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 2003.
- 50. MORGAN J.P., SILVERMAN S., ZONTINE W.J.,**
Protection contre les radiations. Techniques en radiologie vétérinaire. Editions du Point Vétérinaire, 1981, p62-68 et p113-164
- 51. MORRIS D.,**
Carnivores. The mammals. A guide to the living species, Londres, Ed. Hodder, et Stoughton p246-332
- 52. Mountain lion foundation,**
Adresse URL : <http://www.mountainlion.org>
- 53. MOUTOU F., DE VERICOURT G., MADIER M.,**
Le puma. Vie sauvage, encyclopédie Larousse des animaux. Paris : Ed Larousse, n°32, 1994, 20p
- 54. NaturenDanger,** le Puma ou Cougar, espèce protégée, [en ligne].
Adresse URL : <http://naturendanger.canalblog.com/archives/2006/03/09/1494119.html>
- 55. NatureServe,** info natura. Animal ans ecosystems of latin America [en ligne]
Adresse URL : http://natureserve.org/infonatura/speciesIndex/Family_Felidae_100240_1.htm
- 56. NIELSEN L.,**
Chemical immobilisation of wild ans exotic animals. Anes : Iowa State Press, 1999, 342p

- 57. NOUET T., TANDANT V.,**
Fiche sur le Puma. [en ligne]
Adresse URL : <http://www.planete.org/fiches/puma.htm>
- 58. NOWELL K., JACKSON P.**
Wild cats. Gland (Suisse) : IUCN, 1996, 382p
- 59. OLLIVET F.,**
Anesthésie des félidés sauvages : quelques pièges à éviter. La semaine vétérinaire, 1997, 869, 36
- 60. PAVAUX C.,**
Arthrologie et myologie des mammifères domestiques. École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 1987.
- 61. PAVAUX C.,**
Ostéologie comparative des animaux domestiques. École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 1987.
- 62. PLUMEY S.,**
Alimentation et nutrition des félidés de l'état sauvage à la captivité. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Paul Sabatier de Toulouse, 2006, 237p
- 63. Polycopié d'ostéologie de la tête de l'École Nationale vétérinaire de Lyon, S6,**
2006/2007,
- 64. Protecting America's greatest Cat. The cougar : range, [en ligne]**
Adresse URL : <http://www.cougarfund.org/range.php>
- 65. ROELKE M. ET GLASS C.,**
Strategies for the management of the endangered Florida Panther (*Felis concolor coryi*) in an ever shrinking habitat. Oakland (USA), Manathan : in : Proceedings joint meeting AAZV/AAWV. 1992, 38-42
- 66. RUBERTE J., SAUTET J.,**
Atlas d'anatomie du chien et du chat. Tome 1, 2, 3 Multimédica, 1995
- 67. SCOTT P.P.,**
The special features of nutrition of cats with observations on wild felidae nutrition in the London zoo. In : symposia of the zoological society of London : comparative nutrition of the wild animals. Londre : Academic Press, n°21, 1966, 21-39
- 68. SOLARO et JACANA,**
Puma. Fiches animales. Lausanne : Ed. Rencontre SA, 1976
- 69. Telinject France, [en ligne]**
Adresse URL : http://www.telinject.fr/pages/telinject_pistolet.html
- 70. THE COUGAR FUND, Puma concolor : The latin name for the cat of many names**
Adresse URL : <http://www.cougarfund.org/names.php>

- 71. US Fish and Wildlife Service**, conserving the nature of America
Adresse URL : <http://www.fws.gov/>
- 72. VAEWAERDE P.**
Cours d'anesthésiologie de l'École Nationale vétérinaire de Toulouse, 2003
- 73. VERON G., DALLET R. (III),**
Cap sur les félins. Paris, Nathan, 1997, 127p
- 74. WALIBOO**, Les animaux et nous, Puma concolore
Adresse URL : <http://www.waliboo.com/animaux-sauvages/504/commentaires-puma-concolore.html>
- 75. WALSH M.T.,**
Nutritional management and congenital defects of exotic felidae. In : Veterinary clinics of north America small animal practice, 1984, 1107-1116
- 76. WARDZYNSKI C.,**
Étude de la contention des mammifères en parc zoologique des années 50 à nos jours. Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine de Créteil, 2004, 249p
- 77. WARDZYNSKI C., MILLEMANN Y., ARNE P.,**
Méthode de contention des mammifères au zoo. Point vétérinaire, n°36, 2005, p46-51
- 78. WIKIPEDIA**, l'encyclopédie libre en ligne, Anasazi, [en ligne].
Adresse URL : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Anasazi>
- 79. WIKIPEDIA**, l'encyclopédie libre en ligne, COSEPAC, [en ligne].
Adresse URL : <http://fr.wikipedia.org/wiki/COSEPAC>
- 80. WIKIPEDIA**, l'encyclopédie libre en ligne, Éclipses et civilisations, [en ligne].
Adresse URL : http://fr.wikipedia.org/wiki/Éclipses_et_civilisations
- 81. WIKIPEDIA**, l'encyclopédie libre en ligne, IUCN, [en ligne].
Adresse URL : <http://fr.wikipedia.org/wiki/IUCN>
- 82. WIKIPEDIA**, l'encyclopédie libre en ligne, le Puma, [en ligne].
Adresse URL : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Puma>
- 83. WIKIPEDIA**, l'encyclopédie libre en ligne, le Puma (genre), [en ligne].
Adresse URL : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Puma_\(genre\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Puma_(genre))
- 84. WIKIPEDIA**, l'encyclopédie libre en ligne, Religion du Pérou précolombien, [en ligne].
Adresse URL : http://fr.wikipedia.org/wiki/Religions_du_Pérou_Précolombiens
- 85. YOUNG J.Z.**
Carnivores. The life of vertebrates, Oxford : Ed. Clarendon Press 2^{ème} édition, p667-693
- 86. YOUNG P., GOLDMAN E.A.**
The Puma, Mysterious American cat. Washington (USA), Ed. American Wildlife Institute, 1946, 358p
Toulouse, 2008

TITRE : Atlas radiographique et ostéologique du puma (*Puma concolor*)

RESUME :

Félin d'Amérique, le puma est considéré, selon les sous-espèces concernées, comme une espèce menacée ou en danger critique d'extinction. C'est pourquoi des programmes de conservation et de reproduction ont été développés notamment en parcs zoologiques ou en réserves naturelles. C'est dans ce contexte que cet atlas intervient pour faciliter le travail du vétérinaire en contact avec cette espèce.

Ainsi, cet atlas apporte à la fois des données générales sur le puma mais aussi des données ostéologiques qui aident à l'interprétation des clichés radiographiques présentés. Ainsi le vétérinaire pourra utiliser cet atlas effectué sur un animal physiologiquement sain comme une référence permettant de mieux appréhender les problèmes pathologique et les éventuelles interventions à effectuer.

Cet ouvrage regroupe donc des généralités sur le puma, les méthodes permettant d'accéder à l'examen radiographique puis l'atlas en lui-même.

MOTS CLES : Anatomie, Félin, Ostéologie, *Puma conolor*, Puma, Radiologie

ENGLISH TITLE: Radiographic and osteologic atlas of the puma (*Puma concolor*)

ABSTRACT:

Feline of America, the puma is considered, according to the concerned subspecies, as a threatened sort or in critical danger of extinction. That is why programs of conservation and reproduction were notably developed in zoos or in nature reserves. In this context this atlas intervenes to facilitate the work of veterinarians.

So, this atlas brings at the same moment general data on the puma but also data ostéologiques which help in the interpretation of the presented radiographic pictures. So the veterinarian can use this atlas made on an animal physiologically healthy as a reference allowing to dread better the problems pathological and the possible interventions to be made.

This work thus groups together(includes) majorities on the puma, the methods allowing to reach the radiographic examination then the atlas in itself.

KEY WORDS: Anatomy, Feline, Osteology, *Puma concolor*, Puma, Radiology