



**HAL**  
open science

## Le scanner : un outil d'enseignement de l'ostéologie équine du membre pelvien

Camille Gosselin

► **To cite this version:**

Camille Gosselin. Le scanner : un outil d'enseignement de l'ostéologie équine du membre pelvien. Médecine vétérinaire et santé animale. 2022. dumas-03981312

**HAL Id: dumas-03981312**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03981312>**

Submitted on 9 Feb 2023

**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.

---

Année 2022

# LE SCANNER : UN OUTIL D'ENSEIGNEMENT DE L'OSTÉOLOGIE ÉQUINE DU MEMBRE PELVIEN

## THÈSE

pour obtenir le diplôme d'État de

### DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

la Faculté de Médecine de Créteil (UPEC)

le 21 octobre 2022

par

**Camille, Adrienne, Renée GOSSELIN**

sous la direction de

**Fabrice AUDIGIÉ**

#### JURY

<b>Président du jury :</b>	<b>M. Henry CHATEAU</b>	Professeur à l'EnvA
<b>Directeur de thèse :</b>	<b>M. Fabrice AUDIGIÉ</b>	Professeur à l'EnvA
<b>Examinatrice :</b>	<b>Mme Céline MESPOULHÈS-RIVIÈRE</b>	Ingénieur de recherche à l'EnvA



**Liste des enseignants intervenant dans l'encadrement des thèses de Doctorat vétérinaire**



Version du 8 février 2022

**Liste des Professeurs et Maîtres de conférences titulaires de l'HDR**

M	Adjou	Karim	Professeur	DPASP
M	Audigié	Fabrice	Professeur	DEPEC
M	Bellier	Sylvain	Professeur	DSBP
M	Blaga	Radu	Maître de conférences HDR	DPASP
M	Blot	Stephane	Professeur	DEPEC
M	Boulouis	Henri-Jean	Professeur émérite	DSBP
Mme	Chahory	Sabine	Professeur	DEPEC
M	Chateau	Henry	Professeur	DSBP
Mme	Chetboul	Valerie	Professeur	DEPEC
Mme	Crevier-Denoix	Nathalie	Professeur	DSBP
M	Degueurce	Christophe	Professeur	DSBP
M	Denoix	Jean-Marie	Professeur	DEPEC
M	Desquilbet	Loïc	Professeur	DSBP
Mme	Dufour	Barbara	Professeur émérite	DPASP
M	Eloit	Marc	Professeur	DSBP
M	Fayolle	Pascal	Professeur émérite	DEPEC
M	Fédérighi	Michel	Professeur	DPASP
M	Fontbonne	Alain	Professeur	DEPEC
Mme	Gilbert	Caroline	Professeur	DSBP
M	Grandjean	Dominique	Professeur	DEPEC
Mme	Grimard-Ballif	Bénédicte	Professeur	DPASP
Mme	Haddad-Hoang Xuan	Nadia	Professeur	DPASP
M	Jouvion	Gregory	Professeur	DSBP
M	Kohlhauer	Matthias	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Le Poder	Sophie	Professeur	DSBP
M	Manassero	Mathieu	Professeur	DEPEC
Mme	Maurey-Guéneq	Christelle	Maître de conférences HDR	DEPEC
M	Millemann	Yves	Professeur	DPASP
M	Perrot	Sébastien	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Pilot-Storck	Fanny	Professeur	DSBP
M	Ponter	Andrew	Professeur	DPASP
Mme	Rivière	Julie	Maître de conférences HDR	DPASP
Mme	Robert	Céline	Professeur	DSBP
M	Tiret	Laurent	Professeur	DSBP
M	Tissier	Renaud	Professeur	DSBP
M	Verwaerde	Patrick	Professeur	DEPEC
Mme	Viateau	Véronique	Professeur	DEPEC

**Liste des Maîtres de conférences et Ingénieurs de recherche DMV**

M	Arné	Pascal	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barassin	Isabelle	Maître de conférences	DPASP
Mme	Benckekroun	Ghita	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Bertoni	Lelia	Maître de conférences	DEPEC
M	Bolnot	Francois	Maître de conférences	DPASP
Mme	Canonne-Guibert	Morgane	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Chevallier	Lucie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Cochet-Faivre	Noëlle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Constant	Fabienne	Maître de conférences	DPASP
Mme	Cordonnier-Lefort	Nathalie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Crepeaux	Guillemette	Maître de conférences	DSBP
Mme	De Paula Reis	Alline	Maître de conférences	DPASP
Mme	Decambroun	Adeline	Maître de conférences	DEPEC
M	Delsart	Maxime	Maître de conférences associé	DPASP
M	Desbois	Christophe	Maître de conférences	DEPEC
M	Deshuillers	Pierre	Maître de conférences	DSBP
M	Gauthier	Michel	Maître de conférences associé	DPASP
Mme	Guélin-Poirier	Valentine	Maître de conférences	DPASP
Mme	Jacquet	Sandrine	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Lagrée	Anne-Claire	Maître de conférences	DSBP
Mme	Le Roux	Delphine	Maître de conférences	DSBP
Mme	Legrand	Chantal	Maître de conférences associé	DSBP
Mme	Marignac	Genevieve	Maître de conférences	DSBP
M	Mauffré	Vincent	Maître de conférences	DPASP
Mme	Mimet	Narjès	Maître de conférences	DPASP
Mme	Mespouilhès-Rivière	Céline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Mortier	Jérémy	Maître de conférences associé	DEPEC
M	Nudelmann	Nicolas	Maître de conférences	DEPEC
M	Pignon	Charly	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Polack	Bruno	Maître de conférences	DSBP
Mme	Ravary-Plumioën	Béangère	Maître de conférences	DPASP
M	Reyes-Gomez	Edouard	Maître de conférences	DSBP
Mme	Risco-Castillo	Véronica	Maître de conférences	DSBP
Mme	Rose	Hélène	Maître de conférences associé	DSBP



# Remerciements

**Au Président du Jury de cette thèse, M. Henry CHATEAU, Professeur à l'EnvA,**  
Pour avoir participé à cette thèse et ses corrections,

Sincères remerciements.

**À M. Fabrice AUDIGIÉ, Professeur à l'EnvA,**  
Pour m'avoir proposé ce sujet, pour sa disponibilité, pour la réalisation des images scanner de cette thèse et ses corrections,

Sincères remerciements.

**À Mme. Céline MESPOULHES, Ingénieur de recherche à l'EnvA,**  
Pour avoir accepté l'examen de ma thèse,

Sincères remerciements.

**À mes parents,**  
Pour leur soutien tout au long de ce projet,

Merci.



# TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES .....	3
LISTE DES ABREVIATIONS .....	7
INTRODUCTION .....	9
<b>PREMIERE PARTIE : RAPPELS ET GENERALITES, BASES TECHNIQUES DE TOMODENSITOMETRIE .....</b>	<b>11</b>
1. Instrumentation .....	11
A. Tube à rayons X.....	11
B. Collimateurs et filtration.....	11
C. Systèmes de détection.....	13
D. Anatomie du portique.....	13
2. Interprétation des images.....	14
A. Coefficients d'atténuation.....	14
B. Représentation des densités.....	15
3. Qualité et traitement de l'image .....	15
A. Résolution, bruit et exposition du patient .....	15
B. Filtres .....	16
C. Reconstruction multi-plans.....	16
D. Reconstruction en trois dimensions (3D) .....	16
<b>DEUXIEME PARTIE: MATERIEL ET METHODE .....</b>	<b>19</b>
1. Instrumentation .....	19
2. Protocole de réalisation des images .....	20
3. Traitement et choix des images .....	21
4. Création du support pédagogique.....	22
<b>TROISIEME PARTIE : RESULTATS .....</b>	<b>25</b>
1. Ostéologie 3D .....	25
A. Vertèbre lombaire 6 (L6) .....	25
B. Sacrum.....	28
C. Os coxaux .....	32
D. Fémur.....	35
E. Patella .....	39
F. Tibia .....	42
G. Jarret.....	46
H. Os métatarsiens.....	50
I. Phalanges .....	53
2. Movies.....	55
3. Support pédagogique pour l'enseignement d'anatomie.....	55
<b>QUATRIEME PARTIE: DISCUSSION .....</b>	<b>125</b>
1. Analyse critique du travail effectué .....	125
2. Application clinique du scanner à l'exploration du membre pelvien du cheval .....	125
A. Utilisation de l'examen scanner dans le diagnostic d'une fracture de l'acétabulum .....	125
B. Utilisation de la microtomographie aux rayons X pour explorer l'étiologie les lésions kystiques juvéniles du condyle fémoral médial crânial.....	129
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>133</b>
<b>LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>135</b>
<b>LE SCANNER : UN OUTIL DE L'ENSEIGNEMENT DE L'OSTÉOLOGIE ÉQUINE DU MEMBRE PELVIEN .....</b>	<b>137</b>
<b>THE SCANNER: A TOOL FOR TEACHING OSTÉOLOGY OF THE EQUINE PELVIC LIMB.....</b>	<b>138</b>





# Liste des figures

---

Figure 1: Tube à rayons X. (CEA, 2014) .....	11
Figure 2: Anatomie du portique des scanners de 3ème et 4ème génération. (Contardi et al., 2019).	14
Figure 3: Scanner Canon Aquilion Large Bore et table cheval motorisée (CIRALE).....	19
Figure 4 : Placement de l'os tibial de cheval sur la table pour l'acquisition d'images du tibia (CIRALE).....	20
Figure 5 : Acquisition des images pour le fémur (CIRALE).....	21
Figure 6: Capture d'écran de la plateforme Eve contenant le travail de cette thèse. ....	23
Figure 7: Vue latérale gauche de L6 (CIRALE) .....	26
Figure 8: Vue crâniale de L6 (CIRALE).....	27
Figure 9: Vue caudale de L6 (CIRALE) .....	27
Figure 10: Vue dorsale de L6 (CIRALE).....	28
Figure 11: Vue ventrale de L6 (CIRALE) .....	28
Figure 12: Vue latérale gauche du sacrum (CIRALE).....	30
Figure 13: Vue crâniale du sacrum (CIRALE) .....	30
Figure 14: Vue caudale du sacrum (CIRALE).....	31
Figure 15: Vue dorsale du sacrum (CIRALE) .....	31
Figure 16: Vue ventrale du sacrum (CIRALE) .....	32
Figure 17: Vue latérale gauche des os coxaux (CIRALE).....	33
Figure 18: Vue crâniale des os coxaux (CIRALE) .....	33
Figure 19: Vue caudale des os coxaux (CIRALE).....	34
Figure 20: Vue dorsale des os coxaux (CIRALE).....	34
Figure 21: Vue ventrale des os coxaux (CIRALE) .....	35
Figure 22: Vue latérale du fémur gauche (CIRALE).....	36
Figure 23: Vue médiale du fémur gauche (CIRALE).....	36
Figure 24: Vue crâniale du fémur gauche (CIRALE) .....	37
Figure 25: Vue caudale du fémur gauche (CIRALE) .....	38
Figure 26: Vue caudale distale du fémur gauche (CIRALE).....	39
Figure 27: Vue latérale de la rotule gauche (CIRALE) .....	40
Figure 28: Vue médiale de la rotule gauche.....	40
Figure 29: Vue crâniale de la rotule gauche.....	41
Figure 30: Vue caudale de la rotule gauche (CIRALE).....	41
Figure 31: Vue latérale du tibia gauche (CIRALE) .....	43
Figure 32: Vue médiale du tibia gauche (CIRALE) .....	43
Figure 33: Vue crâniale du tibia gauche (CIRALE) .....	44
Figure 34: Vue caudale du tibia gauche (CIRALE).....	45
Figure 35: Vue proximale du tibia gauche (CIRALE).....	45
Figure 36: Os du tarse du cheval, os disjoints, tarse gauche (Barone 1986).....	47
Figure 37: Vue dorsale du jarret droit (CIRALE).....	48
Figure 38: Vue caudo-latérale du jarret droit (CIRALE).....	48
Figure 39: Vue médiale du jarret droit (CIRALE).....	49
Figure 40: Vue caudale du jarret droit (CIRALE) .....	50
Figure 41: Vue dorsale de l'os métatarsien III gauche (CIRALE) .....	51
Figure 42: Vue latérale des os métatarsiens et des os sésamoïdes gauches (CIRALE).....	51
Figure 43: Vue plantaire des os métatarsiens et des os sésamoïdes proximaux gauches (CIRALE)	52
Figure 44: Vue médiale des os métatarsiens et des os sésamoïdes proximaux gauches (CIRALE)..	52
Figure 45: Vue dorsale des phalanges gauches (CIRALE).....	54

Figure 46: Vue médiale des phalanges gauches (CIRALE).....	54
Figure 47: Vue plantaire des phalanges gauches (CIRALE) .....	55
Figure 48: question 1 quizz tronc commun L6 .....	56
Figure 49: question 2 quizz tronc commun L6 .....	57
Figure 50: question 3 quizz tronc commun L6 .....	58
Figure 51: Question 1 quizz A6 et plus L6 .....	59
Figure 52: Question 2 quizz A6 et plus L6 .....	60
Figure 53: Question 1 quizz tronc commun sacrum .....	61
Figure 54: Question 2 quizz tronc commun sacrum .....	62
Figure 55: Question 3 quizz tronc commun sacrum .....	63
Figure 56: Question 1 du quizz A6 et plus sacrum .....	64
Figure 57: Question 1 du quizz tronc commun os coxaux.....	65
Figure 58: Question 2 du quizz tronc commun os coxaux.....	66
Figure 59: Question 3 du quizz tronc commun os coxaux.....	67
Figure 60: Question 1 du quizz A6 et plus os coxaux.....	68
Figure 61: Question 2 du quizz A6 et plus os coxaux.....	69
Figure 62: Question 3 du quizz A6 et plus os coxaux.....	70
Figure 63: Question 4 du quizz A6 et plus os coxaux.....	71
Figure 64: Question 5 du quizz A6 et plus os coxaux.....	72
Figure 65: Question 1 du quizz tronc commun fémur .....	73
Figure 66: Question 4 du quizz tronc commun fémur .....	74
Figure 67: Question 3 du quizz tronc commun fémur .....	74
Figure 68: Question 4 du quizz tronc commun fémur .....	75
Figure 69: Question 1 du quizz A6 et plus fémur .....	76
Figure 70: Question 2 du quizz A6 et plus fémur .....	77
Figure 71: Question 3 du quizz A6 et plus fémur .....	78
Figure 72: Question 4 du quizz A6 et plus fémur .....	79
Figure 73: Question 1 du quizz tronc commun patella .....	80
Figure 74: Question 3 du quizz tronc commun patella .....	81
Figure 75: Question 1 du quizz A6 et plus patella .....	81
Figure 76: Question 2 quizz A6 et plus patella .....	82
Figure 77: Question 1 du quizz tronc commun tibia.....	83
Figure 78: Question 2 du quizz tronc commun tibia.....	84
Figure 79: Question 4 du quizz tronc commun tibia.....	85
Figure 80: Question 1 du quizz A6 et plus tibia.....	86
Figure 81: Question 2 du quizz A6 et plus tibia.....	87
Figure 82: Question 3 du quizz A6 et plus tibia.....	88
Figure 83: Question 1 quizz tronc commun jarret.....	89
Figure 84: Question 2 quizz tronc commun jarret.....	90
Figure 85: Question 3 quizz tronc commun jarret.....	91
Figure 86: Question 4 quizz tronc commun jarret.....	92
Figure 87: Question 5 quizz tronc commun jarret.....	93
Figure 88: Question 6 quizz tronc commun jarret.....	94
Figure 89: Question 7 quizz tronc commun jarret.....	95
Figure 90: Question 1 du quizz A6 et plus jarret .....	96
Figure 91: Question 2 du quizz A6 et plus jarret .....	97
Figure 92: Question 3 du quizz A6 et plus jarret .....	98
Figure 93: Question 4 du quizz A6 et plus jarret .....	99
Figure 94: Question 5 du quizz A6 et plus jarret .....	100
Figure 95: Question 6 quizz A6 et plus jarret .....	102

Figure 96: Question 1 du quizz tronc commun métatarse.....	103
Figure 97: Question 2 du quizz tronc commun métatarse.....	105
Figure 98: Question 1 du quizz A6 et plus métatarse .....	106
Figure 99: Question 1 du quizz tronc commun pied .....	107
Figure 100: Question 2 du quizz tronc commun pied .....	108
Figure 101: Question 3 du quizz tronc commun pied .....	109
Figure 102: Question 1 du quizz A6 et plus pied.....	110
Figure 103: Question 2 du quizz A6 et plus pied.....	111
Figure 104: Question vidéo interactive tronc commun L6 .....	112
Figure 105: Question vidéo interactive L6 A6 et plus .....	112
Figure 106: Question vidéo interactive tronc commun sacrum .....	113
Figure 107: Question vidéo interactive sacrum A6 et plus .....	114
Figure 108: Question vidéo interactive tronc commun os coxal.....	115
Figure 109: Question vidéo interactive os coxal A6 et plus .....	116
Figure 110: Question vidéo interactive tronc commun fémur .....	117
Figure 111: Questions vidéo interactive fémur A6 et plus.....	118
Figure 112: Question vidéo interactive tronc commun rotule.....	119
Figure 113: Question vidéo interactive A6 et plus rotule .....	119
Figure 114: Questions vidéo interactive tronc commun tibia .....	120
Figure 115: Question vidéo interactive tibia A6 et plus.....	121
Figure 116: Questions vidéo interactive jarret A6 et plus.....	122
Figure 117: Question vidéo interactive métatarse A6 et plus .....	123
Figure 118: Question vidéo interactive tronc commun pied.....	124
Figure 119: Radiographie en décubitus dorsal, cas 1, Trump et al. 2011 .....	126
Figure 120: Radiographie en décubitus dorsal, cas 2, Trump et al. 2011 .....	127
Figure 121: Examen scanner d'une hanche d'un cheval en décubitus dorsal, Trump et al. 2011.....	127
Figure 122: Examen scanner en décubitus dorsal, cas 1, Trump et al. 2011 .....	128
Figure 123: Examen scanner en décubitus dorsal, cas 2, Trump et al. 2011 .....	128
Figure 124: Kyste osseux sous chondral du condyle fémoral médial d'un Pur-Sang de moins d'un an, Oldstad et al., 2011.....	129
Figure 125: Aspect macroscopique (A), scanner conventionnel (B), microtomographie aux rayons X (C), Lemirre et al. (2021) .....	130
Figure 126: Lésion kystique du condyle fémoral médial crânial chez un poulain de 2 mois, microtomographie aux rayons X, Lemirre et al. (2021).....	130
Figure 127: Lésion kystique du condyle fémoral médial crânial chez un poulain de 6 à 8 mois, microtomographie aux rayons X, Lemirre et al. (2021).....	131



# Liste des abréviations

---

2D : Deux Dimensions

3D : Trois Dimensions

CIRALE : Centre d'Imagerie et de Recherche sur les Affections Locomotrices Équines

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

MIP : Maximal Intensity Projection

MPR : Multi Planar Reconstruction

UC : Unité de Compétence

UH : Unité Hounsfield

L6 : Lombaire 6

P1 : Phalange proximale

P2 : Phalange moyenne

P3 : Phalange distale



# Introduction

---

Les affections du membre pelvien chez le cheval représentent une part considérable de la pathologie locomotrice équine, aussi bien chez les chevaux de sport, que de course ou encore de loisir. Par exemple, il est fréquemment diagnostiqué des lésions d'arthropathie notamment d'éparvin (arthropathie des étages distaux du tarse) ou des fractures (du bassin, de l'os tarsal III ou l'os central du tarse et du boulet). Toutes ces affections, et bien d'autres, peuvent être traumatiques ou de fatigue mais sont dans tous les cas fréquentes chez le cheval. Ces dernières concernent toutes, les os du membre pelvien.

L'examen tomodensitométrique (scanner) se révèle être une aide précieuse pour le diagnostic des affections osseuses du membre pelvien et ainsi pouvoir réaliser au mieux les traitements adéquats de ces lésions.

Avant de pouvoir diagnostiquer toutes ces entités, une connaissance exacte de l'anatomie est requise, notamment de l'ostéologie. Cette thèse a donc pour objectif la réalisation d'un support pédagogique pour l'enseignement de l'ostéologie du membre pelvien en école vétérinaire. Le but est de faire évoluer l'enseignement, avec comme objectif final de remplacer les cours d'ostéologie en présentiel par la réalisation de quizz sur la plateforme d'apprentissage de l'école (Eve). Pour cela, nous allons tout d'abord rappeler le fonctionnement du scanner, puis nous présenterons l'ostéologie du membre pelvien ainsi que les images effectuées au scanner. Nous aborderons ensuite comment nous avons créé le support pédagogique. Enfin, nous discuterons de l'intérêt du support créé et nous montrerons quelques exemples cliniques de l'utilisation de l'examen tomodensitométrique.





# Première partie : rappels et généralités, Bases techniques de tomodynamétrie

## 1. Instrumentation

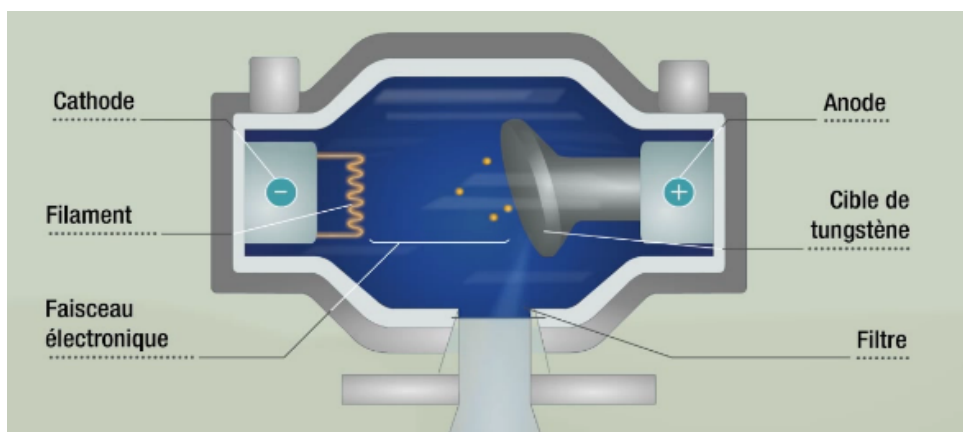
Un scanner ou tomodynamétre est composé d'un générateur, d'un portique en forme d'anneau contenant le tube à rayons X et les détecteurs, d'une table pour le patient, de matériel informatique et d'une console opérateur (Saunders et Ohlerth, 2011).

Le trou central du portique accueille le patient grâce à une table coulissante dont la hauteur est ajustable. On peut définir un plan x-y dans le plan de l'anneau du scanner dont l'axe x est horizontal et l'axe y vertical. Une troisième dimension z sera représentée selon l'orientation du patient. Le tube à rayons X tourne autour du patient et permet de reconstruire des coupes anatomiques (Saunders et Ohlerth).

### A. Tube à rayons X

C'est un tube sous vide composé d'une cathode et d'une anode et produisant des rayons X. Comme le montre la figure 1, la cathode, un filament de tungstène, libère des électrons lorsqu'elle est soumise à un courant de quelques ampères. Une source d'alimentation haute tension est connectée entre la cathode et l'anode pour accélérer la production d'électrons et ainsi créer un flux. Ce flux d'électrons vient percuter l'anode, un disque de tungstène, et environ 1 % de l'énergie cinétique produite est convertie en rayons X envoyés perpendiculairement au flux d'électrons. Le reste de l'énergie est converti en chaleur. Celle-ci pouvant monter jusqu'à 1500°C, différents éléments permettent le refroidissement de l'appareil (qui ne seront pas détaillés ici) (Saunders et Ohlerth; CEA).

Figure 1: Tube à rayons X. (CEA, 2014)



### B. Collimateurs et filtration

Les collimateurs, filtres et éléments de blindage varient selon les appareils mais offrent toujours les mêmes fonctions. Ils filtrent le spectre de rayons X, définissent l'épaisseur des coupes, protègent les détecteurs des radiations diffusées et assurent une protection générale contre les radiations (Saunders et Ohlerth).



Le collimateur sert à assurer une bonne qualité d'image et à réduire les doses de rayonnement inutiles pour le patient. Il est composé de matériaux très absorbants comme le tungstène ou le molybdène. Deux collimateurs sont présents :

- Le *collimateur pré-patient* est placé entre le tube à rayons X et le patient. Il sert à régler la largeur du faisceau de rayons X, avant qu'il ne pénètre dans le patient, en restreignant la zone à examiner : il définit en fait l'épaisseur de la coupe.
- Le *collimateur post-patient* est placé entre le patient et le détecteur. Il améliore la sensibilité des coupes en donnant une forme plus rectangulaire.

Les filtres ont pour but de supprimer les rayonnements à faible énergie qui participent à la dose reçue par le patient et à la diffusion du rayonnement mais pas au signal détecté (Saunders et Ohlerth).

### **C. Systèmes de détection**

Le détecteur enregistre la quantité de rayonnement ionisant incident. Il existe deux types de détecteurs : les *chambres d'ionisation* et les *cristaux scintillants*. C'est le second qui est principalement utilisé de nos jours et décrit ici (Saunders et Ohlerth).

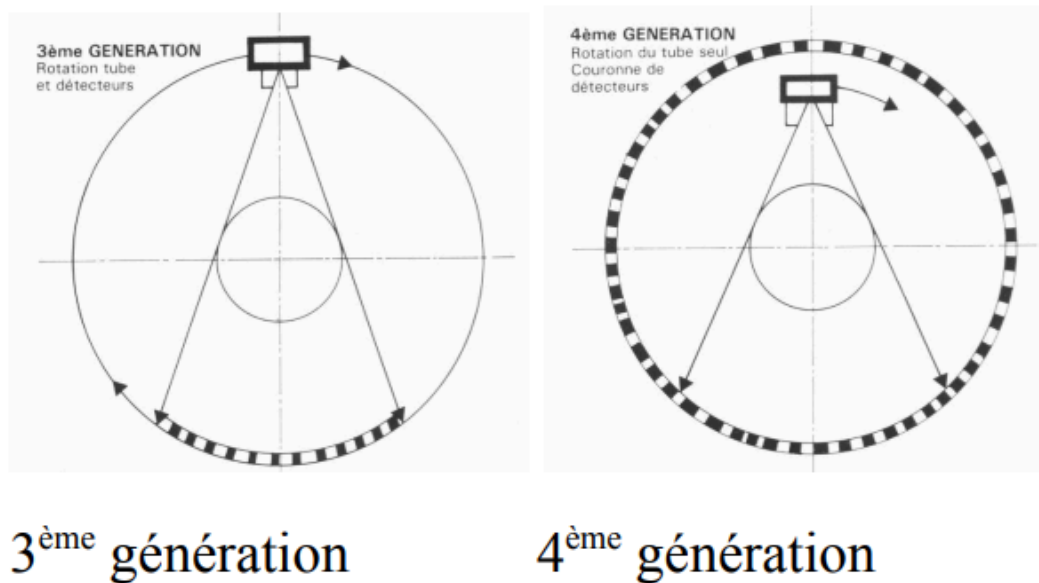
Il est composé de cristaux tels que l'iodure de césium ou le tungstate de cadmium, et de matériaux céramiques tels que l'oxysulfure de gadolinium. Soumis à une stimulation par les rayons X, ces cristaux émettent une lumière dont l'intensité est proportionnelle au faisceau reçu. Cette lumière est ensuite convertie en signal électrique qui est ensuite amplifié et converti en forme numérique (Ruel; Saunders et Ohlerth).

### **D. Anatomie du portique**

Avec l'évolution, plusieurs générations de scanners ont vu le jour, permettant un examen plus rapide et plus précis. Aujourd'hui ce sont principalement les scanners de troisième et quatrième génération qui sont utilisés (Ruel).

Dans les scanners de troisième génération, le tube à rayons X et les détecteurs (300 à 700 capteurs) tournent conjointement, on parle de mouvement de « rotation-rotation » comme sur la figure 2. Tandis que dans ceux de quatrième génération, les détecteurs (jusqu'à 2400 capteurs) sont disposés en couronne tout autour du patient et seul le tube à rayons X tourne, on parle de système « rotation-fixe » comme sur la figure 2 (Ruel; Saunders et Ohlerth; Contardi et al.).

**Figure 2: Anatomie du portique des scanners de 3ème et 4ème génération. (Contardi et al., 2019)**



Les composants du portique nécessitent un certain nombre de connexions électriques. Dans les systèmes les plus anciens, ces connexions étaient établies à l'aide de câbles de longueur finie et permettant une rotation d'environ 700 °. L'alternative à ce système de câble est la technologie à bague collectrice. Elle permet la rotation circulaire continue du tube à rayons X et des autres composants du portique. Elle a finalement permis la conception du scanner hélicoïdal moderne (Saunders et Ohlerth).

Le scanner hélicoïdal représente un système de scanner utilisant la technologie à bague collectrice dans laquelle une rotation continue du tube à rayons X est utilisée avec une translation de table simultanée et continue à travers le portique. Le tube à rayons X décrit ainsi un chemin hélicoïdal autour du patient. Les scanners hélicoïdaux peuvent être à coupe unique ou multi-coupes en fonction du nombre maximal d'images en coupe générées par rotation du portique. Aujourd'hui toutes les machines récentes sont multi-coupes et permettent d'imager un volume donné beaucoup plus rapidement (Saunders et Ohlerth).

## 2. Interprétation des images

### A. Coefficients d'atténuation

Le scanner forme des images dans différents niveaux de gris après réception d'un faisceau de rayons X qui a été atténué par la région corporelle étudiée. Les capteurs mesurent donc la quantité de rayons X ayant traversée la région corporelle, dont le coefficient d'atténuation peut alors être calculé. En mesurant l'atténuation des rayons X, il est possible de calculer la densité des tissus traversés (Ruel).

Le coefficient d'atténuation, appelé  $\mu$ , est une quantité physique, fortement dépendante de l'intensité du faisceau incident, il ne peut donc pas être utilisé en tant que tel pour l'interprétation et la comparaison d'images. Pour cela, l'unité utilisée est le nombre scanner ou unité Hounsfield (UH) qui

prend en compte le coefficient d'atténuation du corps étudié et le compare à celui de l'eau, pris comme valeur de référence (Ruel).

Calcul du nombre scanner ou UH d'un corps A :

$$\text{Nombre scanner corps A} = \frac{\mu_A - \mu_{eau}}{\mu_{eau}} \times 1000$$

Ainsi, les valeurs en UH de différents tissus sont définies comme relativement stables et hautement indépendantes de l'intensité des rayons X émis (Ruel; Saunders et Schwarz).

## **B. Représentation des densités**

À partir des valeurs mesurées par les détecteurs, l'ordinateur reconstruit une image en niveaux de gris sous la forme d'une coupe. Aux différents coefficients d'atténuation correspondent différentes tonalités de gris, et le récepteur peut distinguer 4096 nuances de gris. L'atténuation complète des rayons X se traduit par un point blanc et l'absence d'atténuation par un point noir (Ruel; Saunders et Schwarz).

Cependant, l'œil humain ne peut distinguer que 30 à 90 nuances de gris et les écrans utilisés peuvent en distinguer 256. La technique utilisée pour examiner les images de façon précise est donc de n'utiliser qu'une partie de l'information en choisissant un niveau et une largeur de fenêtre (Ruel; Saunders et Schwarz).

Dans un premier temps, le lecteur se place donc au niveau du tissu d'intérêt, c'est-à-dire au niveau de sa densité, et les 256 densités situées autour de cette valeur seront représentées. L'information globale n'est pas perdue, mais elle n'apparaît pas à l'écran. Toutes les valeurs inférieures sont représentées en noir et toutes les valeurs supérieures en blanc (Ruel; Saunders et Schwarz).

Dans un second temps, à un niveau déterminé, on choisit la largeur de la fenêtre. En réduisant la largeur de la fenêtre, on va augmenter le contraste et donc mieux distinguer des densités très proches les unes des autres. À l'inverse, si on élargit la fenêtre, on représente sur une même échelle de gris des densités très différentes, on diminue donc le contraste (Ruel).

## **3. Qualité et traitement de l'image**

### **A. Résolution, bruit et exposition du patient**

La résolution de l'image dépend de la finesse et de la taille de la matrice. Pour une même surface, la représentation sera plus exacte si le nombre de pixels est plus grand. L'augmentation de la finesse de la matrice est limitée car elle implique l'augmentation de l'irradiation du patient. En effet, si le nombre de pixels augmente et le nombre de rayons X reste identique, il n'y aura plus un nombre suffisant de rayons X par pixel pour obtenir des mesures précises en raison du bruit associé à la mesure, signal aléatoire qui se surajoute à l'image et en brouille l'information. L'amélioration de la résolution implique donc une irradiation supérieure (Ruel).

La finesse de l'image peut aussi augmenter en choisissant des coupes plus fines. La conséquence est la même, une augmentation de l'irradiation pour obtenir une image de meilleure qualité. Pour augmenter la dose reçue par les détecteurs, il faut augmenter le milliampérage (mA), les kilovolts

(kV) ou le temps d'exposition (s). L'animal étant anesthésié, il est possible d'augmenter ce dernier critère sans craindre un flou cinétique (Ruel).

## **B. Filtres**

Les filtres permettent de modifier l'apparence de l'image afin de se focaliser sur un type de structure en particulier et ainsi mieux la visualiser (Ruel).

Le filtre osseux, comme son nom l'indique, permet de mieux visualiser les tissus osseux. Pour cela, il privilégie la résolution spatiale de l'image et renforce les détails (Ruel).

Le filtre tissus mous permet lui de mieux visualiser ces tissus. Pour ce faire, la résolution spatiale est diminuée et le contraste augmenté (Ruel).

## **C. Reconstruction multi-plans**

L'examen scanner permet de reconstruire artificiellement des coupes dans des plans différents du plan d'acquisition de la machine. En effet, les images scanner sont acquises sous forme de coupes transversales du patient. Les données sont empilées le long de l'axe déterminé par l'orientation du patient pour créer un volume, puis redécoupées à nouveau le long des autres plans pour créer des coupes sagittales, dorsales ou obliques. Ainsi il suffit d'orienter l'image sur un axe, n'importe lequel dans l'espace, pour ensuite avoir toutes les images reconstituées dans cet axe. C'est ce qu'on appelle la reconstruction multi-plans. La qualité de ce mode augmente avec la finesse des coupes (Kinns et al.)

La reconstruction multi-plans peut s'avérer très utile pour l'évaluation précise de certaines lésions dans l'espace (Kinns et al.).

## **D. Reconstruction en trois dimensions (3D)**

Le scanner par sa très grande précision en matière de densité radiographique permet par des techniques de seuillage et de modélisation 3D d'obtenir des reconstructions surfaciques 3D des formations anatomiques examinées notamment des formations osseuses ou des tissus mous injectés. Ce mode de représentation 3D est très intéressant pour une évaluation volumique des lésions (ex : modélisation en 3D d'une fracture complexe) et à titre pédagogique pour des étudiants vétérinaires tout comme pour la présentation d'informations aux clients/propriétaires des animaux examinés. Les lésions, qu'elles affectent l'appareil locomoteur ou qu'elles concernent les tissus mous ou les vaisseaux, sont beaucoup plus faciles à comprendre lorsqu'elles sont visualisées à l'aide de cette méthode (Kinns et al.).

Un autre mode est la projection d'intensité maximale (MIP pour Maximal Intensity Projection) qui utilise l'intensité maximale rencontrée par chaque rayon et l'affiche sous la forme d'une projection bidimensionnelle pouvant être pivotée sur n'importe quel plan pour une évaluation tridimensionnelle. Dans le rendu en volume, chaque voxel est représenté en utilisant une opacité et une couleur pour donner à l'image résultante un aspect réaliste. Les gammes de couleurs utilisées peuvent être personnalisées par l'utilisateur pour créer une variété d'effets visuels (Kinns et al.).

La reconstruction par projection d'intensité maximale est particulièrement utile pour évaluer les vaisseaux sanguins après injection de produit de contraste. Comme la plupart des structures environnantes sont automatiquement supprimées de l'image, les vaisseaux peuvent être visualisés plus facilement qu'avec les techniques de reconstruction multiplanaires ou 3D standard (Kinns et al.).





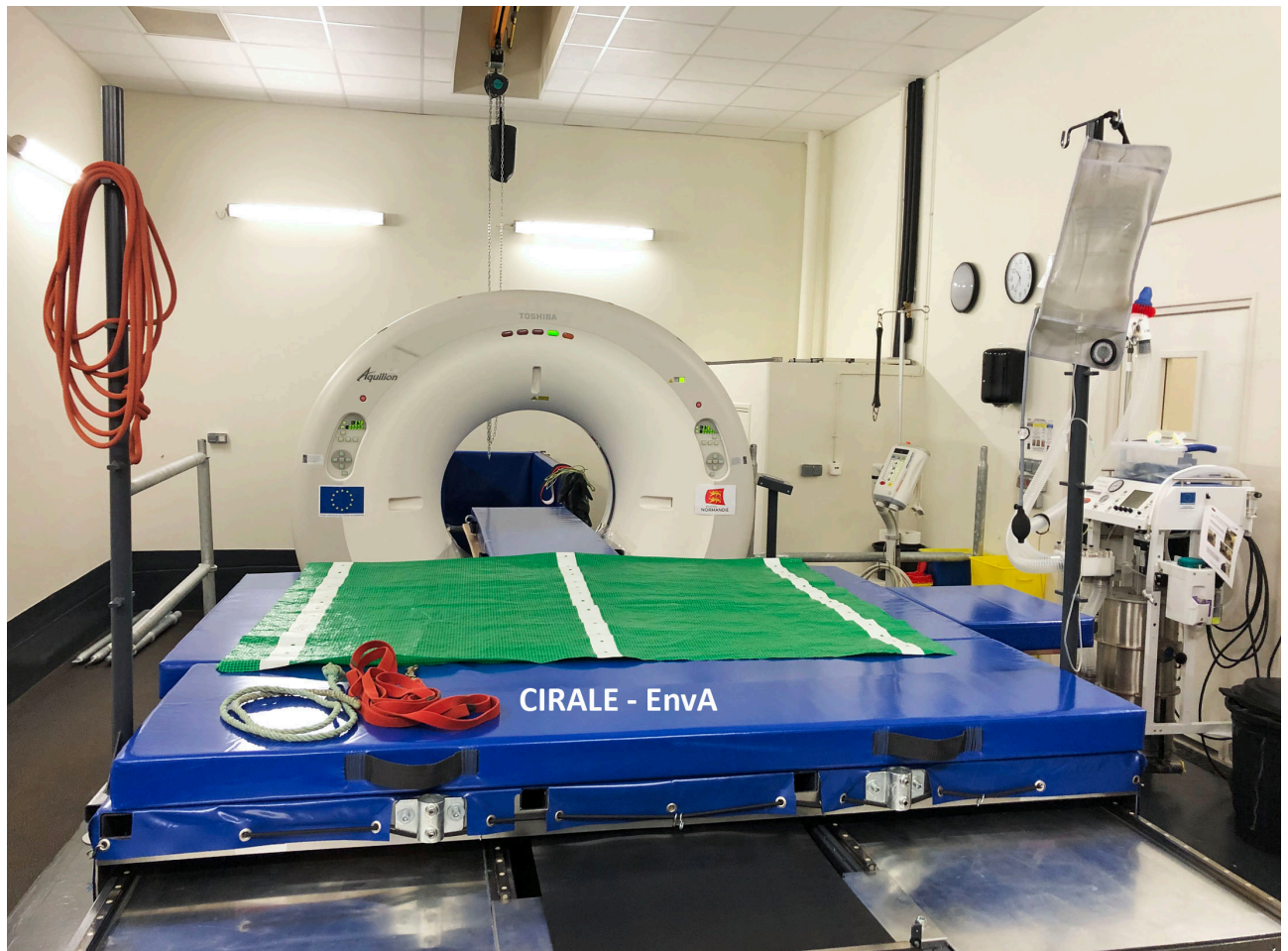
# Deuxième partie: matériel et méthode

---

## 1. Instrumentation

Les images ont été acquises au Centre d'Imagerie et de Recherche sur les Affections Locomotrices Equines (CIRALE) de l'EnvA à l'aide d'un scanner Canon (anciennement Toshiba) Aquilion Large Bore (LB) d'un diamètre patient de 90 cm équipé d'une table cheval motorisée réglable en hauteur entièrement conçue dans son cahier des charges par le CIRALE et réalisée par l'entreprise belge Medical Imagery. L'ensemble est illustré par la figure 3.

**Figure 3: Scanner Canon Aquilion Large Bore et table cheval motorisée (CIRALE).**



## 2. Protocole de réalisation des images

Les images de la thèse ont été acquises sur des os isolés fournis par l'École nationale vétérinaire d'Alfort.

Les paramètres d'acquisition étaient les suivants :

- constantes d'exposition : tension = 80 kV ; intensité = 50 mA ; temps de rotation du tube = 0,75s ; mAs effective = 54 mAs ; petit foyer du tube radiogène ;
- champ de vue reconstruit : diamètre = variable en fonction de chaque os ; longueur d'acquisition = variable en fonction de chaque os ; collimation = 1 mm avec 16 détecteurs, vitesse de déplacement de la table (pitch) = lent ; durée d'acquisition variable en fonction de chaque os.

L'os isolé est placé sur la table du scanner. L'acquisition des images a été réalisée sur la 6<sup>ème</sup> vertèbre lombaire (L6), le sacrum, les os coxaux, le fémur, la patella, le tibia, le tarse, les os métatarsiens et les phalanges. La figure 4 montre l'exemple du placement de l'os de tibia de cheval pour l'acquisition d'images.

**Figure 4 : Placement de l'os tibial de cheval sur la table pour l'acquisition d'images du tibia (CIRALE).**



### 3. Traitement et choix des images

Pour étudier l'anatomie du membre pelvien du cheval, nous avons utilisé les modes de reconstruction 3D, MPR (Multi Planar Reconstruction). Ces outils nous ont permis d'avoir un éventail d'images permettant une visualisation la plus complète possible de l'anatomie de la région étudiée.

La reconstruction des coupes après acquisition des images a été réalisée avec :

- un filtre osseux et une épaisseur de coupe de 0,5 mm ;
- des coupes chevauchantes avec un chevauchement de 20 % entre deux coupes.

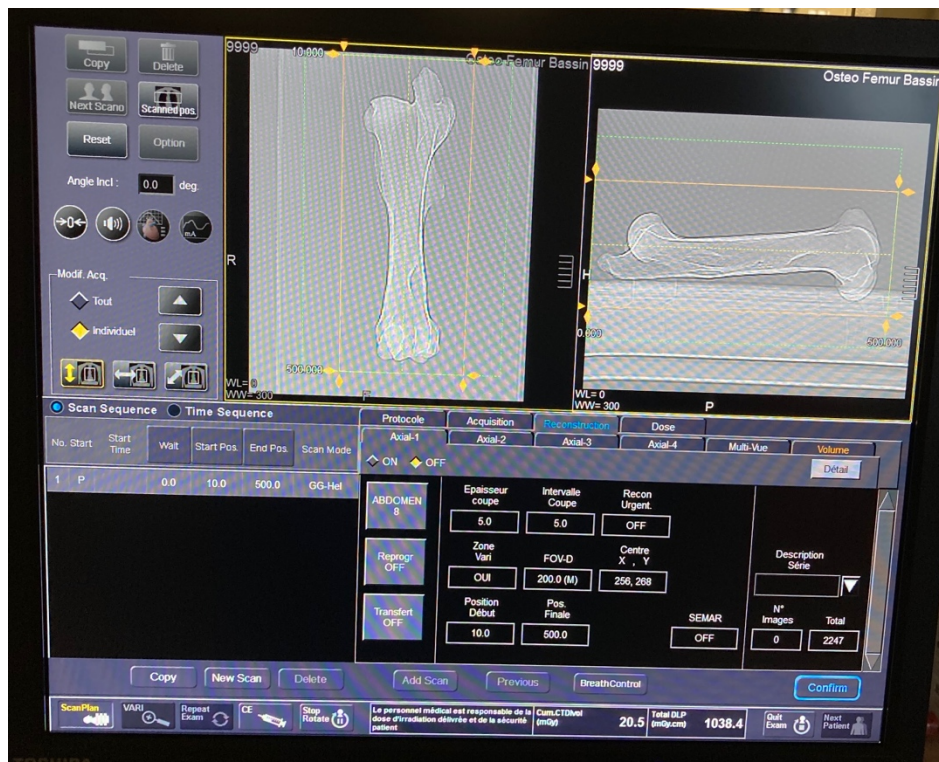
Les filtres osseux mettent en évidence les formations osseuses.

Des coupes ont ensuite été recalculées dans les différents plans (transversal, sagittal, frontal) grâce à l'outil MPR de la console d'acquisition du scanner.

Il en a été de même pour les vues 3D produites sur cette console d'acquisition avec obtention de vues à 360° : 90 images ont été prises sur chaque os afin de permettre les vues à 360°. La reconstruction 3D, en seuillant au niveau de densité de l'os, permet d'obtenir des images d'os avec détails, comme de réelles photographies de pièces anatomiques.

Le but est d'avoir les vues caractéristiques des os du membre pelvien : crânial/dorsal, latéral, caudal/plantaire et médial (avec plus ou moins des vues de proximale et distale en fonction des os). Des movies ont aussi été réalisés pour tous les os avec 2 images à la seconde afin d'obtenir des movies de 30 à 45 secondes.

Figure 5 : Acquisition des images pour le fémur (CIRALE)



## 4. Création du support pédagogique

Le but de cette thèse est en effet de créer un support pédagogique pour l'enseignement d'anatomie de la première à la sixième année d'école et pour la formation continue des vétérinaires.

Pour se faire, trois éléments sont mis en place :

- La création d'un diaporama avec les images légendées pour acquérir les connaissances nécessaires. Un code couleur a été instauré pour différencier les niveaux de connaissances à acquérir. Le premier niveau représente les connaissances attendues pour les étudiants de deuxième année lors des enseignements d'anatomie du tronc commun et le second niveau pour les étudiants en sixième année à dominante équine et les internes ;
- La création de quizz, à deux niveaux comme décrits ci-dessus, pour l'entraînement et le contrôle des connaissances.
- La création de movies, afin de visualiser les os en 3D ; avec un format interactif pour poser des questions à partir de ces movies.

Ces trois supports pédagogiques ont ensuite été mis en ligne sur Eve, plateforme pour l'enseignement des étudiants Alforiens, avec l'aide de la direction des systèmes informatiques de l'école. Ces supports pourront ainsi être intégrés dans les modules d'enseignement d'anatomie.

Pour accéder à ces ressources, il faut se connecter sur Eve en suivant le chemin suivant :

- ➔ Formation initiale > Thèse d'exercice vétérinaire > Thèses multimédias > Le scanner : un outil d'enseignement de l'ostéologie équine du membre pelvien ;

La page se présente comme sur la figure 6. Quatre autres thèses effectuent un travail similaire sur le pied, le boulet, le carpe et le tarse du cheval.

Figure 6: Capture d'écran de la plateforme Eve contenant le travail de cette thèse.

## Le scanner: un outil d'enseignement de l'ostéologie équine du membre pelvien

Directeur de thèse : Pr. Fabrice Audigié  
Page créée le 27-12-2021




2022\_GOSSELIN Camille

Le scanner: un outil d'enseignement de l'ostéologie équine du membre pelvien.

Annonces

Caché pour les étudiants

Instruction : un clic sur le titre de la section affiche ou masque cette section

▼ Vertèbre lombaire 6 de cheval		Section 1
	Imagerie scanner de la vertèbre L6 du cheval - ostéologie	<input checked="" type="checkbox"/>
	Anatomie de la vertèbre L6 de cheval: images scanner	<input checked="" type="checkbox"/>
	A6 et plus _ Anatomie de la vertèbre L6 de cheval: images scanner	<input checked="" type="checkbox"/>
	L6 rotation 360	<input checked="" type="checkbox"/>
	L6 rotation vue dorsale	<input checked="" type="checkbox"/>
	L6 rotation vue ventrale	<input checked="" type="checkbox"/>
	L6	<input checked="" type="checkbox"/>
	L6 A6 et plus	<input checked="" type="checkbox"/>



# Troisième partie : résultats

---

Le code couleur utilisé dans les légendes des figures correspond au niveau de connaissance demandé. Les légendes en noir sont celles à connaître pour le tronc commun, tandis que les légendes en bleu sont les informations supplémentaires à connaître pour un étudiant de A6 et un interne en Clinique équine.

## 1. Ostéologie 3D

### A. Vertèbre lombaire 6 (L6)

Les rappels ostéologiques seront rédigés selon les ouvrages de Robert Barone (Barone, 1986).

Les vertèbres lombaires se situent entre les vertèbres thoraciques et l'os sacrum. Elles possèdent un corps assez développé et des processus transverses très proéminents. Le cheval possède six vertèbres lombaires. L6 possède un corps plus large et plus aplati dorso-ventralement que les autres lombaires. La crête ventrale est presque inexistante sur L6. Le processus épineux de L6 est moins large et le sommet est plus mince. Les processus transverses de L6 sont dirigés en direction crâniale et possèdent des surfaces articulaires intertransversaires. Ces derniers sont courts et épais. Les processus mamillaires sont grêles sur L6. Le canal vertébral est très large sur L6. Cette dernière possède une articulation intertransversaire avec la vertèbre lombaire 5 (L5) et une articulation sacro-transversaire avec le sacrum.

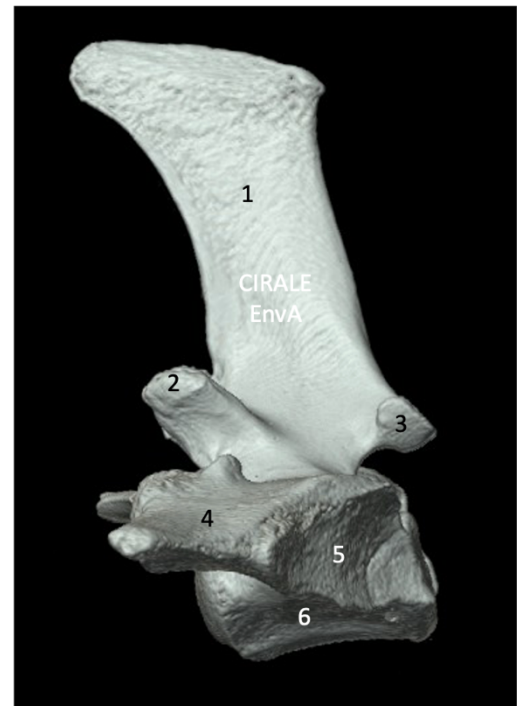
Les éléments anatomiques décrits précédemment sont présentés sur les figures 7, 8, 9, 10 et 11.



**Figure 7: Vue latérale gauche de L6 (CIRALE)**

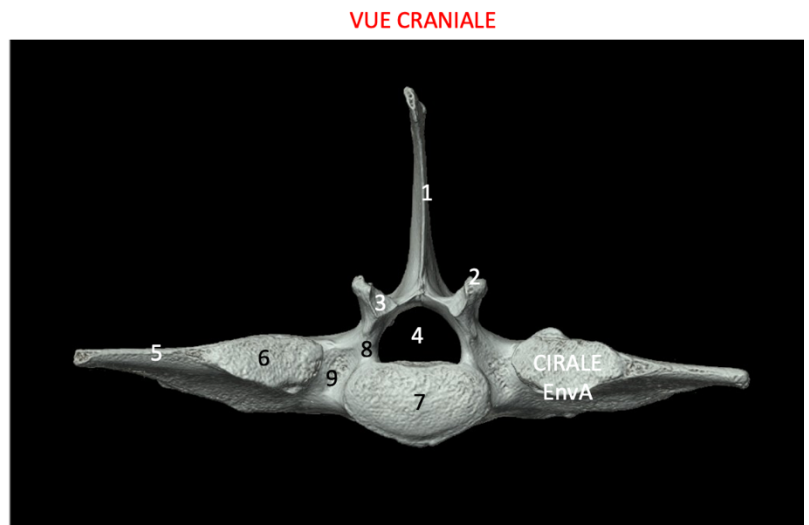
1. Processus épineux
2. Processus mamillaire
3. Processus artulaire caudal
4. Processus transverse
5. Articulation intertransversaire lombo-sacrale (surface articulaire transversaire pour le sacrum)
6. Corps de la vertèbre

**VUE LATÉRALE GAUCHE**



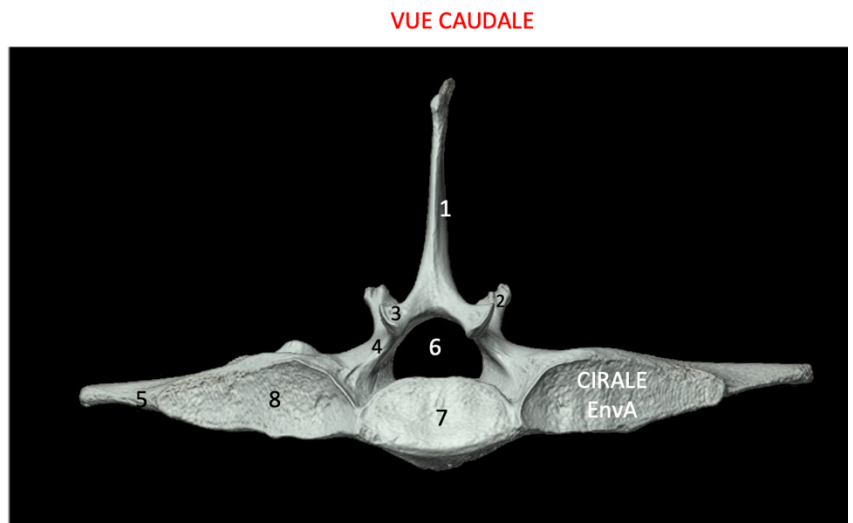
**Figure 8: Vue crâniale de L6 (CIRALE)**

1. Processus épineux
2. Processus mamillaire
3. Processus artulaire crânial
4. Foramen vertébral
5. Processus transverse
6. Synostose intertransversaire L5-L6 (surface articulaire transversaire pour le processus transverse L5)
7. Tête de la vertèbre
8. Incisure vertébrale crâniale
9. Foramen intervertébral lombaire ventral



**Figure 9: Vue caudale de L6 (CIRALE)**

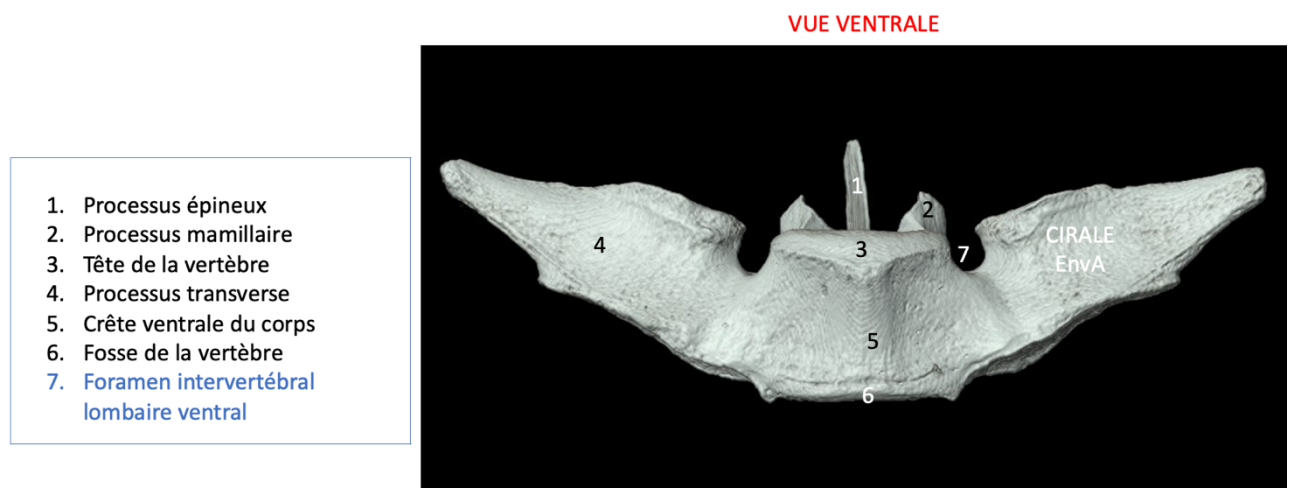
1. Processus épineux
2. Processus mamillaire
3. Processus artulaire caudal
4. Incisure vertébrale caudale
5. Processus transverse
6. Foramen vertébral
7. Fosse vertébrale
8. Articulation intertransversaire lombo-sacrale (surface articulaire transversaire pour le sacrum)



**Figure 10: Vue dorsale de L6 (CIRALE)**



**Figure 11: Vue ventrale de L6 (CIRALE)**



## B. Sacrum

L'os sacrum est aplati dorso-ventralement, il est plus large en partie crâniale et plus mince en partie caudale. Il possède une face pelvienne et une face dorsale. Le sacrum contient une base en partie crâniale qui s'articule avec L6 et un apex caudalement qui s'articule avec la première coccygienne. Le canal central est aplati dorso-ventralement. Le cheval possède cinq vertèbres sacrales avec des processus épineux fusionnés seulement à leurs bases mais qui restent complètement dissociés au sommet : la crête sacrale est alors discontinue. La deuxième vertèbre sacrale est la plus haute puis la taille diminue ensuite jusqu'à la cinquième vertèbre sacrale. Les ailes du sacrum sont étirées et pointues.

A la base, la tête vertébrale est elliptique et très allongée, les processus transverses y sont très développés. A l'apex, les processus transverses sont très réduits et les processus articulaires caudaux sont presque inexistantes.

Les éléments anatomiques décrits précédemment sont présentés sur les figures 12, 13, 14, 15 et 16.

**Figure 12: Vue latérale gauche du sacrum (CIRALE)**

VUE LATÉRALE GAUCHE

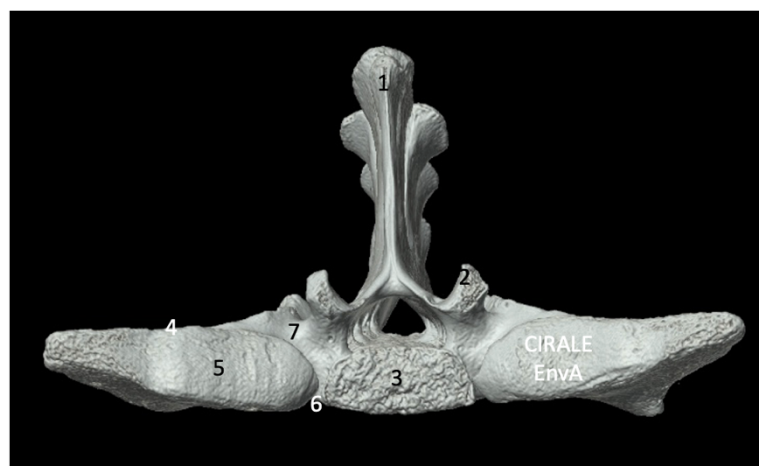
1. Premier processus épineux sacral
2. Deuxième processus épineux sacral
3. Troisième processus épineux sacral
4. Quatrième processus épineux sacral
5. Dernier processus épineux sacral
6. Processus articulaire crânial
7. Aile du sacrum (1<sup>er</sup> processus transverse sacral)
  - 7.1. Surface auriculaire (contribuant à l'articulation sacro-iliaque)
  - 7.2. Surface d'insertion du ligament interosseux sacro-iliaque
8. Crête sacrale latérale
9. Foramen intervertébral sacral ventral
10. Foramen intervertébral sacral dorsal
11. Corps de la dernière vertèbre sacrale
12. Apex de l'os sacrum
13. Incisure vertébrale caudale



**Figure 13: Vue crâniale du sacrum (CIRALE)**

VUE CRANIALE

1. Premier processus épineux sacral
2. Processus articulaire crânial
3. Corps de la première vertèbre sacrale
4. Aile de l'os sacrum
5. Articulation intertransversaire lombo-sacrale (surface articulaire transversaire pour L6)
6. Foramen intervertébral lombo-sacral ventral
7. Foramen intervertébral lombo-sacral dorsal



**Figure 14: Vue caudale du sacrum (CIRALE)**

VUE CAUDALE

1. Crête sacrale médiane
2. Corps de la dernière vertèbre sacrale
3. Aile du sacrum
  - 3.1. Surface auriculaire (contribuant à l'articulation sacro-iliaque)
  - 3.2. Surface d'insertion du ligament interosseux sacro-iliaque

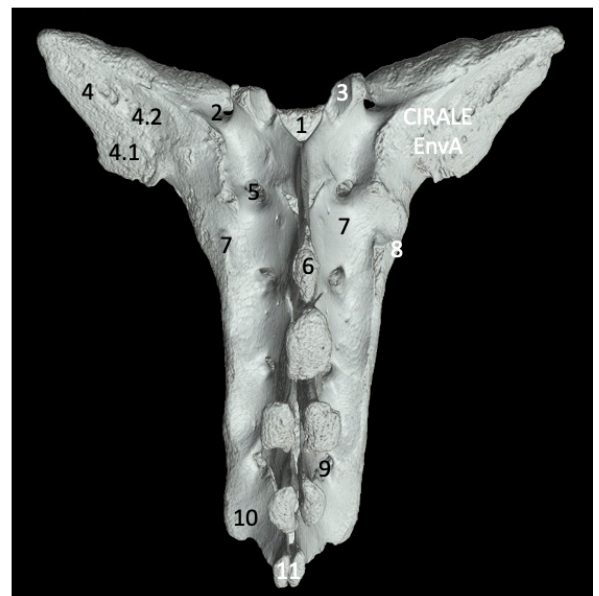
*PS: ce cheval présente une variation anatomique individuelle avec une absence de fusion des parties gauche et droite des processus épineux sacraux en S3, S4 et S5*



**Figure 15: Vue dorsale du sacrum (CIRALE)**

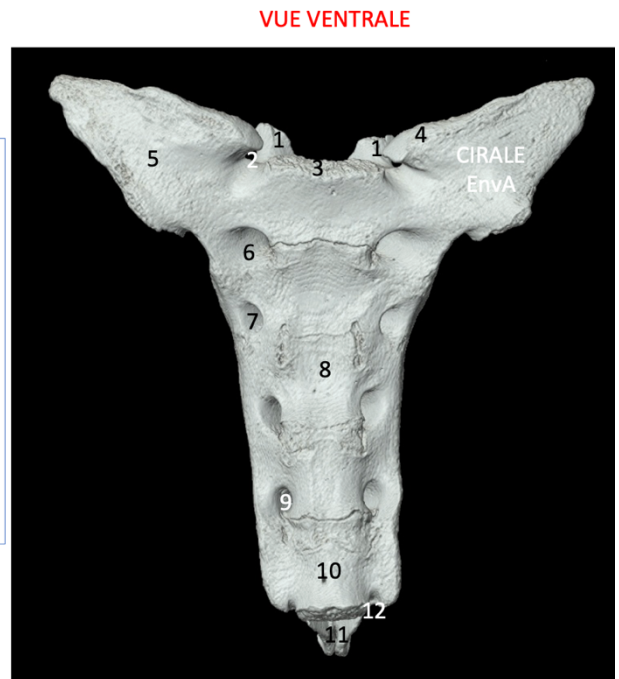
VUE DORSALE

1. Canal sacral
2. Incisure vertébrale crâniale
3. Processus articulaire crânial
4. Aile du sacrum
  - 4.1. Surface auriculaire (contribuant à l'articulation sacro-iliaque)
  - 4.2. Surface d'insertion du ligament interosseux sacro-iliaque
5. Premier foramen (intervertébral) sacral dorsal
6. Crête sacrale médiane
7. Crête sacrale latérale
8. Bord latéral du sacrum
9. Dernier foramen intervertébral sacral dorsal
10. Processus transverse de la dernière vertèbre sacrale
11. Sommet du dernier processus épineux sacral



**Figure 16: Vue ventrale du sacrum (CIRALE)**

1. Processus articulaire crânial
2. Foramen intervertébral lombo-sacral ventral
3. Tête de la 1<sup>ère</sup> vertèbre sacrale
4. Surface articulaire transversaire pour la 6<sup>ème</sup> vertèbre lombaire
5. Aile du sacrum
6. 1<sup>er</sup> foramen (intervertébral) sacral ventral
7. 2<sup>ème</sup> foramen (intervertébral) sacral ventral
8. Ligne transverse
9. Dernier foramen sacral pelvien
10. Corps de la dernière vertèbre sacrale
11. Processus épineux de la dernière vertèbre sacrale
12. Incisure caudale



### C. Os coxaux

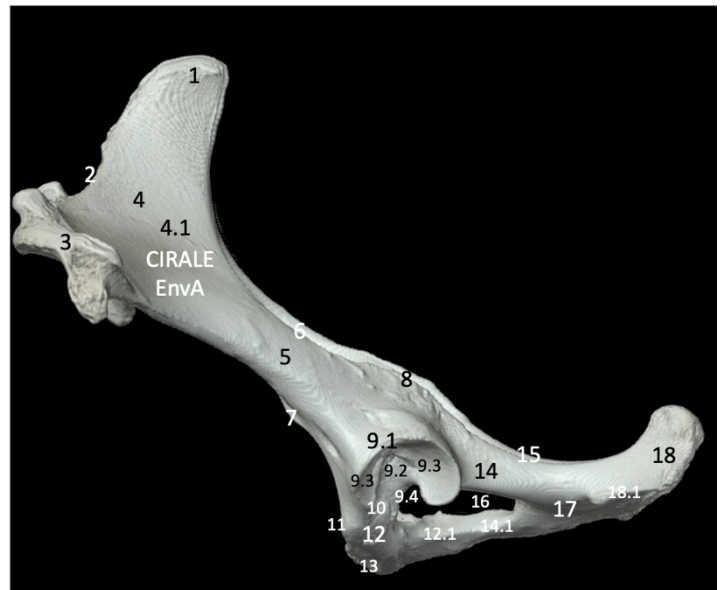
L'os coxal contient l'ilium avec ses ailes, l'acétabulum qui forme l'articulation de la hanche avec le fémur, l'ischium et le pubis. Chez le cheval, l'ischium est relativement court. De ce fait, l'acétabulum est plus proche de la tubérosité ischiatique que de l'angle de la hanche. La fosse de l'acétabulum est triangulaire. L'aile de l'os ilium est large, plate et triangulaire. L'épine iliaque ventro-crâniale (tuber coxae, angle de la hanche) forme quatre tubérosités : deux dorsales et deux ventrales. Le tuber coxae est très épais et très saillant. L'épine iliaque dorso-crâniale (tuber sacrale, angle de la croupe) est très épaisse. La partie ischio-pubienne est courte avec un foramen obturé ovale chez la femelle et plutôt elliptique chez le mâle. Le pubis est épais chez le mâle et mince chez la femelle. Le pecten du pubis est plutôt court. L'os ischium a une forme de rectangle. La tubérosité ischiatique est prononcée. Cette dernière est bicuspidée.

Les éléments anatomiques décrits ci-dessus sont présentés sur les figures 17, 18, 19, 20 et 21.

**Figure 17: Vue latérale gauche des os coxaux (CIRALE)**

1. Tuber sacrale (angle de la croupe ou épine iliaque dorso-crâniale)
2. Crête iliaque
3. Tuber coxae (angle de la hanche ou épine iliaque ventro-crâniale)
4. Aile de l'ilium (face glutéale)
  - 4.1. Ligne glutéale
5. Col de l'ilium
6. Grande échancrure sciatique
7. Tubercule du muscle petit psoas
8. Epine sciatique
9. Acétabulum
  - 9.1. Bord de l'acétabulum
  - 9.2. Fosse de l'acétabulum
  - 9.3. Surface semi-lunaire
  - 9.4. Incisure de l'acétabulum
10. Sillon du ligament accessoire
11. Eminence ilio-pubienne
12. Os pubis
  - 12.1. Branche caudale du pubis
13. Epine pubienne
14. Os ischium (corps)
  - 14.1. Branche médiale de l'ischium
15. Petite échancrure sciatique
16. Foramen obturé
17. Table ischiatique
18. Tubérosité ischiatique
  - 18.1. Crête de la tubérosité ischiatique

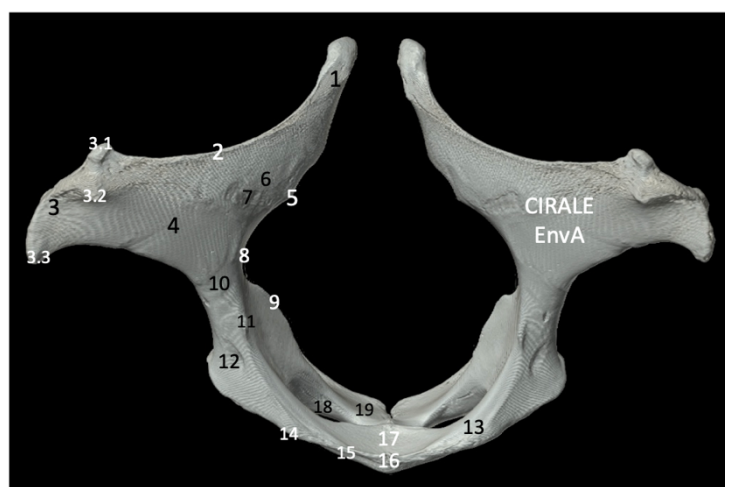
**VUE LATÉRALE GAUCHE**



**Figure 18: Vue crâniale des os coxaux (CIRALE)**

1. Tuber sacrale (angle de la croupe ou épine iliaque dorso-crâniale)
2. Crête iliaque
3. Tuber coxae (angle de la hanche ou épine iliaque ventro-crâniale)
  - 3.1. Cuspide dorso-crâniale
  - 3.2. Cuspide ventro-crâniale
  - 3.3. Cuspide ventro-caudale
4. Aile de l'os ilium
5. Epine iliaque dorso-caudale
6. Tubérosité iliaque
7. Surface auriculaire
8. Grande échancrure sciatique
9. Epine sciatique
10. Col de l'ilium
11. Tubercule du muscle petit psoas
12. Fosse pour l'insertion du muscle droit de la cuisse
13. Os pubis
14. Eminence ilio-pubienne
15. Pecten du pubis
16. Epine pubienne
17. Symphyse pelvienne
18. Foramen obturé
19. Table ischiatique

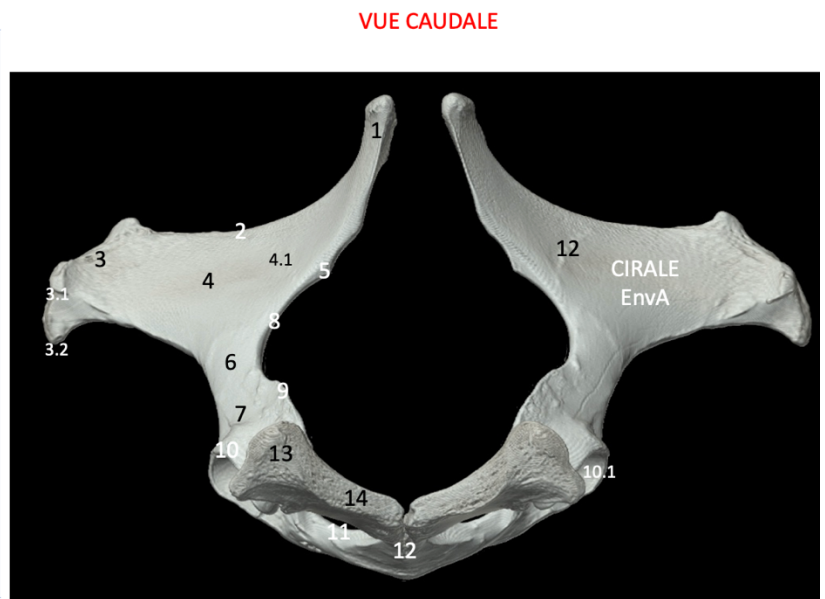
**VUE CRANIALE**





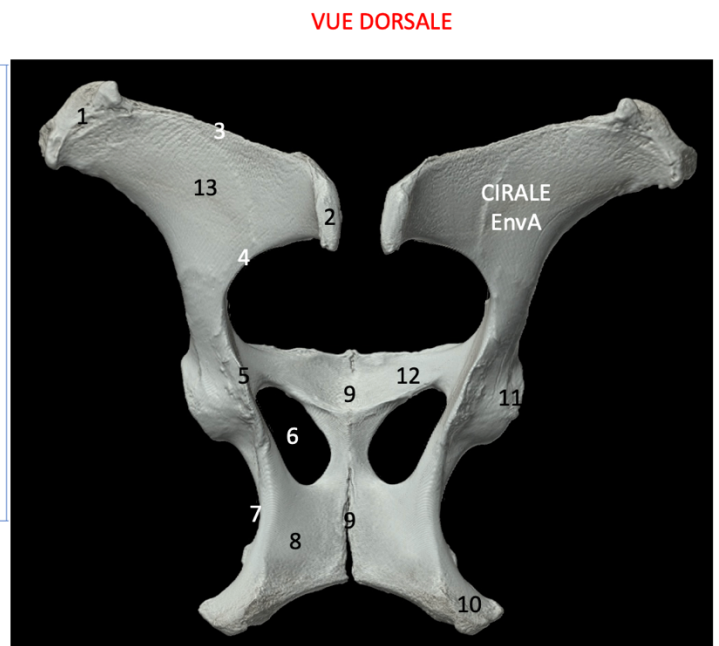
**Figure 19: Vue caudale des os coxaux (CIRALE)**

1. Tuber sacrale (angle de la croupe ou épine iliaque dorso-crâniale)
2. Crête iliaque
3. Tuber coxae (angle de la hanche ou épine iliaque ventro-crâniale)
  - 3.2. Cuspide dorso-caudale
  - 3.3. Cuspide ventro-caudale
4. Aile de l'ilium (face glutéale)
  - 4.1. Ligne glutéale
5. Epine iliaque dorso-caudale
6. Col de l'os ilium
7. Corps de l'os ilium
8. Grande échancrure sciatique
9. Epine sciatique
10. Acétabulum
  - 10.1. Fosse de l'acétabulum
11. Foramen obturé
12. Symphyse pelvienne
13. Tubérosité ischiatique
14. Arcade ischiatique



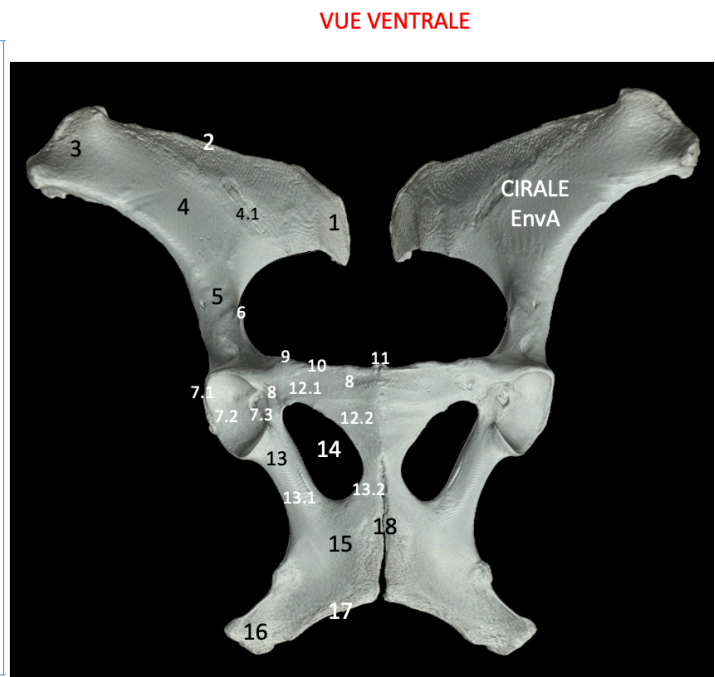
**Figure 20: Vue dorsale des os coxaux (CIRALE)**

1. Epine iliaque ventro-crâniale (angle de la hanche)
2. Epine iliaque dorso-crâniale (angle de la croupe)
3. Crête iliaque
4. Grande échancrure sciatique
5. Epine sciatique
6. Foramen obturé
7. Petite échancrure sciatique
8. Table de l'os ilium
9. Symphyse pelvienne
10. Tubérosité ischiatique
11. Bord de l'acétabulum
12. Branche crâniale de l'os pubis
13. Aile de l'os ilium



**Figure 21: Vue ventrale des os coxaux (CIRALE)**

1. Tuber sacrale (angle de la croupe ou épine iliaque dorso-crâniale)
2. Crête iliaque
3. Tuber coxae (angle de la hanche ou épine iliaque ventro-crâniale)
4. Aile de l'ilium
  - 4.1. Surface auriculaire
5. Col de l'ilium
6. Tubercule du muscle petit psoas
7. Acétabulum
  - 7.1. Bord de l'acétabulum
  - 7.2. Surface semi-lunaire
  - 7.4. Incisure de l'acétabulum
8. Sillon du ligament accessoire
9. Eminence ilio-pubienne
10. Pecten du pubis
11. Epine pubienne
12. Os pubis
  - 12.1. Branche crâniale du pubis
  - 12.2. Branche caudale du pubis
13. Os ischium (corps)
  - 13.1. Branche latérale de l'ischium
  - 13.2. Branche médiale de l'ischium
14. Foramen obturé
15. Table ischiatique
16. Tubérosité ischiatique
17. Arcade ischiatique
18. Symphyse pelvienne



#### D. Fémur

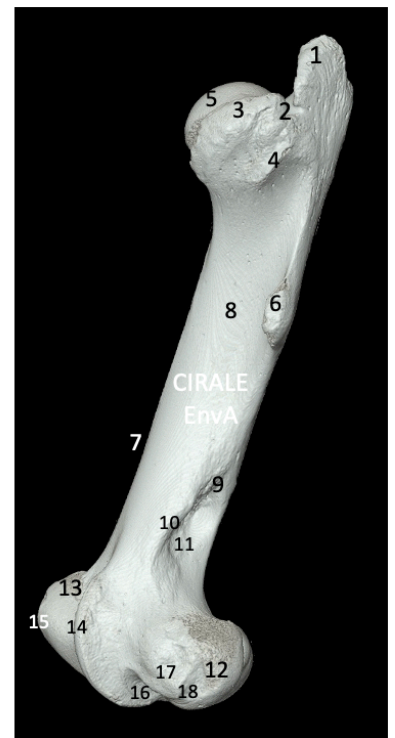
Le fémur est un os long, asymétrique et pair. Il s'articule en partie proximale à l'acétabulum de l'os coxal et en partie distale à la patella et au tibia. Le fémur possède un corps, un bord latéral, un bord médial, une extrémité proximale avec la tête du fémur, le grand trochanter, le petit trochanter et la fosse trochantérique ainsi qu'une extrémité distale avec des condyles (médial et latéral : plus gros) et la trochlée du fémur. Le cheval possède un fémur court et épais. La face caudale présente au tiers proximal et en latéral la tubérosité du muscle biceps. Le bord latéral contient le troisième trochanter : ce dernier étant très proéminent. Le bord médial débute au petit trochanter et présente ensuite l'insertion du muscle pectiné. Le grand trochanter est volumineux et très saillant : il contient un sommet, une convexité ainsi qu'une crête. La trochlée possède des lèvres inégales avec une lèvre médiale plus volumineuse et qui remonte plus haut pour se terminer par un tubercule. A l'extrémité caudale, la fossette du muscle poplité ainsi que la fosse de l'extenseur sont très bien définies.

Les éléments anatomiques décrits précédemment sont présentés sur les figures 22, 23, 24, 25 et 26.

**Figure 22: Vue latérale du fémur gauche (CIRALE)**

1. Sommet du grand trochanter
2. Incisure trochantérique
3. Convexité du grand trochanter
4. Crête du grand trochanter
5. Tête du fémur
6. Troisième trochanter
7. Bord crânial
8. Face latérale
9. Empreinte des vaisseaux fémoraux
10. Tubérosité supracondyloire latérale
11. Fosse supracondyloire
12. Condyle latéral
13. Tubercule de la trochlée
14. Lèvre latérale de la trochlée
15. Lèvre médiale de la trochlée
16. Fosse de l'extenseur
17. Fossette du muscle poplité
18. Fossette d'insertion ligamentaire

**VUE LATÉRALE**



**Figure 23: Vue médiale du fémur gauche (CIRALE)**

1. Sommet du grand trochanter
2. Incisure trochantérique
3. Tête du fémur
4. Fovea capitis
5. Crête intertrochantérique
6. Fosse trochantérique
7. Petit trochanter
8. Face caudale
9. Foramen nourricier
10. Empreinte des vaisseaux fémoraux
11. Tubérosité supracondyloire médiale
12. Condyle médial
13. Epicondyle médial
14. Lèvre médiale de la trochlée
15. Tubercule de la trochlée

**VUE MÉDIALE**

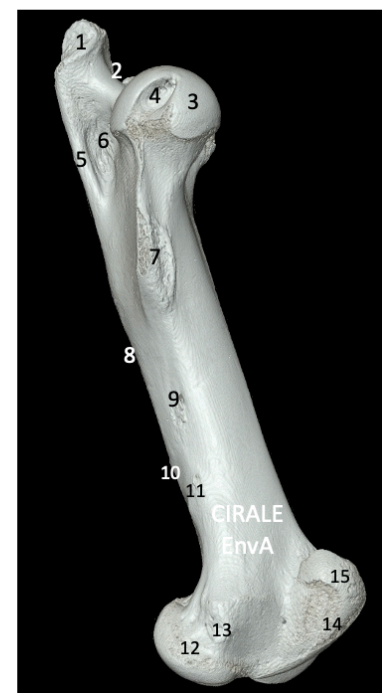


Figure 24: Vue crâniale du fémur gauche (CIRALE)

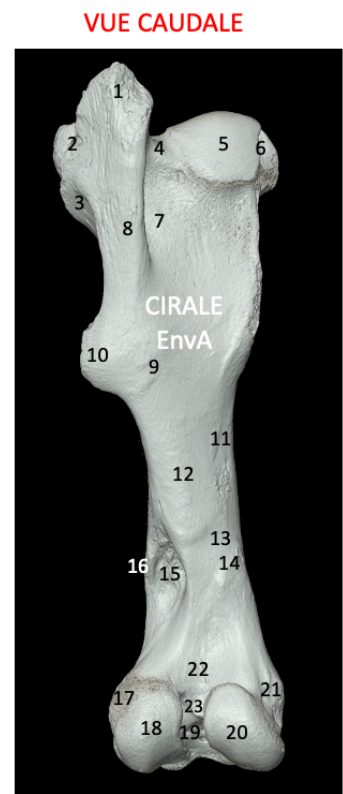
1. Sommet du grand trochanter
2. Convexité du grand trochanter
3. Crête du grand trochanter
4. Col du fémur
5. Tête du fémur
6. Ligne intertrochantérique
7. Petit trochanter
8. Troisième trochanter
9. Face médiale
10. Bord crânial
11. Épicondyle médial
12. Condyle médial
13. Tubercule de la trochlée
14. Lèvre médiale de la trochlée
15. Gorge de la trochlée
16. Lèvre latérale de la trochlée
17. Condyle latéral
18. Épicondyle latéral

VUE CRANIALE



**Figure 25: Vue caudale du fémur gauche (CIRALE)**

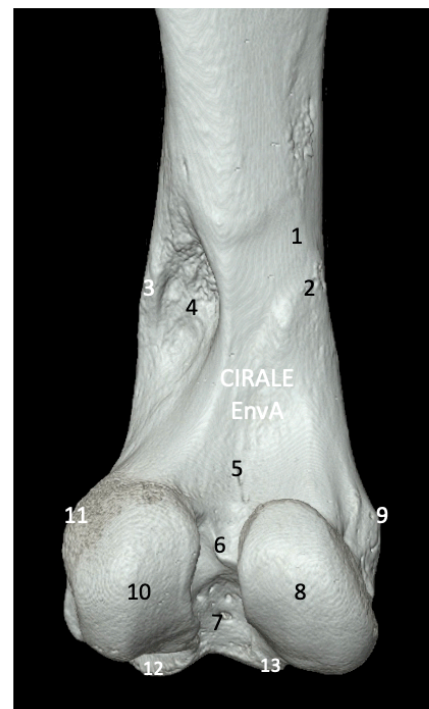
1. Sommet du grand trochanter
2. Convexité du grand trochanter
3. Crête du grand trochanter
4. Col du fémur
5. Tête du fémur
6. Fovea capitis
7. Fosse trochantérique
8. Crête intertrochantérique
9. Tubérosité du muscle biceps
10. Troisième trochanter
11. Face médiale
12. Face caudale
13. Empreinte des vaisseaux fémoraux
14. Tubérosité supracondyloire médiale
15. Fosse supracondyloire
16. Tubérosité supracondyloire latérale
17. Epicondyle latéral
18. Condyle latéral
19. Fosse intercondyloire
20. Condyle médial
21. Epicondyle médial
22. Surface poplitée
23. Ligne intercondyloire



**Figure 26: Vue caudale distale du fémur gauche (CIRALE)**

1. Empreinte des vaisseaux fémoraux
2. Tubérosité supracondyloire médiale
3. Tubérosité supracondyloire latérale
4. Fosse supracondyloire
5. Surface poplitée
6. Ligne intercondyloire
7. Fosse intercondyloire
8. Condyle médial
9. Epicondyle médial
10. Condyle latéral
11. Epicondyle latéral
12. Lèvre latérale de la trochlée fémorale (partie distale)
13. Lèvre médiale de la trochlée fémorale (partie distale)

VUE CAUDALE BASSE



### **E. Patella**

La patella est un os court. Elle s'articule au fémur au niveau de la trochlée fémorale. Elle contient une base et un apex qui se mettent en rapport avec les lèvres de la trochlée fémorale. Elle a une forme triangulaire avec un sommet distal.

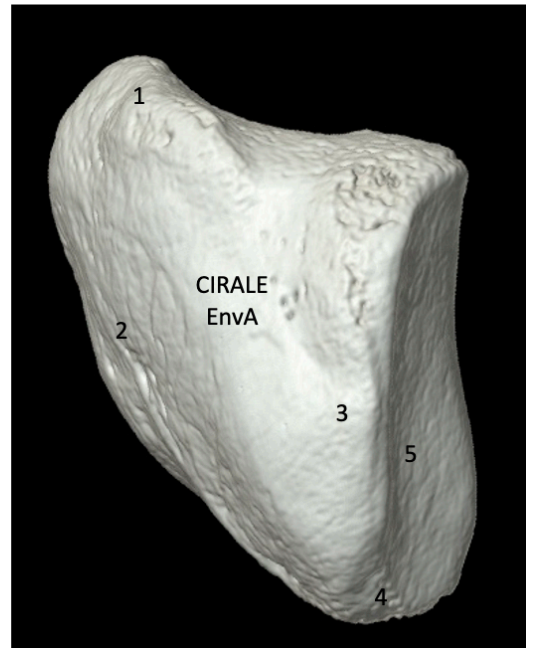
Chez le cheval, la patella est large. L'angle médial est plus développé que l'angle latéral.

Les éléments anatomiques décrits précédemment sont présentés sur les figures 27, 28, 29 et 30.

**Figure 27: Vue latérale de la rotule gauche (CIRALE)**

- 1. Base
- 2. Face crâniale
- 3. Angle latéral
- 4. Apex
- 5. Surface articulaire latérale

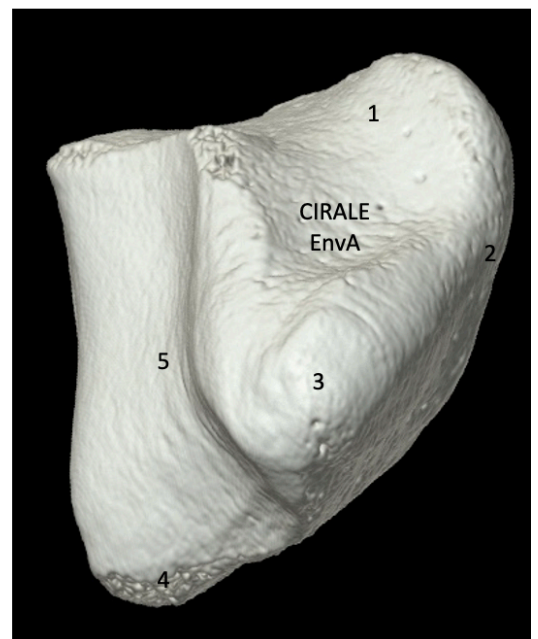
**VUE LATERALE**



**Figure 28: Vue médiale de la rotule gauche**

- 1. Base
- 2. Face crâniale
- 3. Angle médial
- 4. Apex
- 5. Surface articulaire médiale

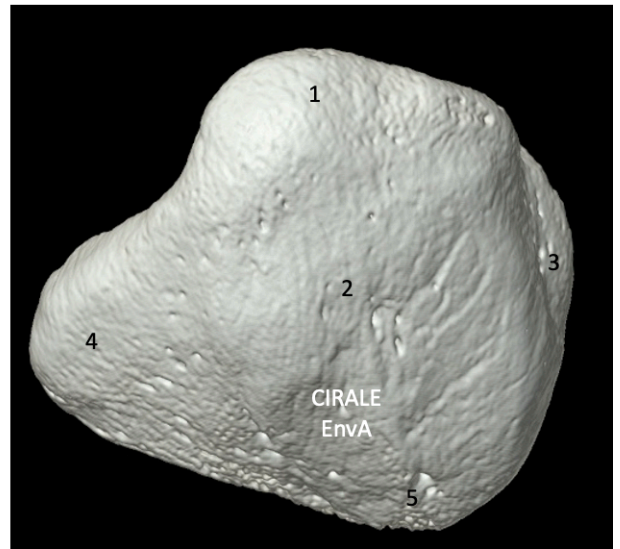
**VUE MEDIALE**



**Figure 29: Vue crâniale de la rotule gauche**

- 1. Base
- 2. Face crâniale
- 3. Angle latéral
- 4. Angle médial
- 5. Apex

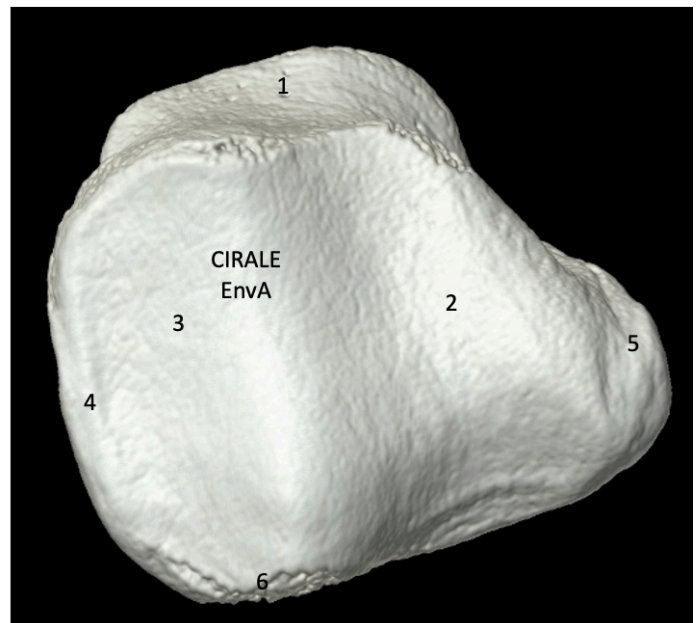
**VUE CRANIALE**



**Figure 30: Vue caudale de la rotule gauche (CIRALE)**

- 1. Base
- 2. Surface articulaire (partie médiale)
- 3. Surface articulaire (partie latérale)
- 4. Angle latéral
- 5. Angle médial
- 6. Apex

**VUE CAUDALE**





## **F. Tibia**

Le tibia est un os long, pair, qui s'articule avec les condyles du fémur proximale, avec la fibula latéralement et avec le talus distalement. Il est oblique en direction disto-caudale. Il possède un corps et deux extrémités. L'extrémité proximale contient la tubérosité du tibia, la tubérosité latérale, la tubérosité médiale et la surface articulaire proximale (plateau du tibia) avec les aires intercondylaires et l'éminence intercondyloire. L'extrémité distale contient une surface articulaire distale avec deux gorges séparées par un tenon : la cochlée tibiale. Cette dernière est très prononcée chez le cheval. Ses gorges sont obliques en direction crânio-latérale. Le tibia possède une malléole médiale plus volumineuse et une malléole latérale : presque aussi grande que la médiale chez le cheval.

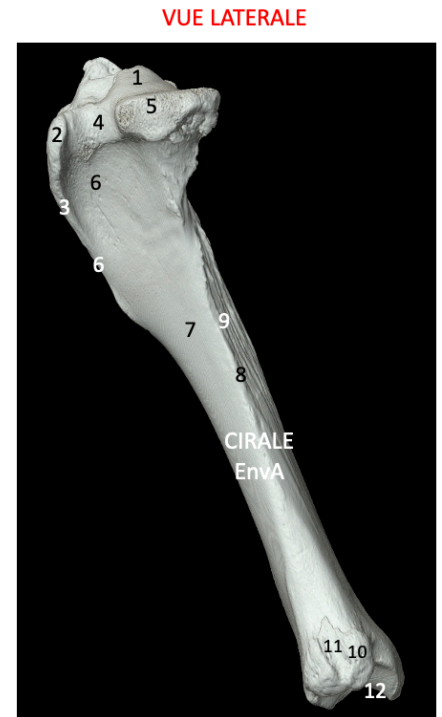
Le sillon de l'extenseur est large et profond chez le cheval.

Chez les équidés, la plus grande partie de la fibula est grêle. L'extrémité proximale est libre. L'extrémité distale est complètement soudée au tibia et rejoint la malléole latérale.

Les éléments anatomiques décrits précédemment sont présentés sur les figures 31, 32, 33, 34 et 35.

**Figure 31: Vue latérale du tibia gauche (CIRALE)**

1. Eminence intercondyloire (tubercule intercondyloire latéral)
2. Tubérosité du tibia
3. Crête tibiale
4. Sillon de l'extenseur
5. Condyle latéral
6. Fosse du tibia
7. Face latérale
8. Bord latéral
9. Crête d'insertion du muscle fléchisseur latéral du doigt
10. Malléole latérale
11. Sillon malléolaire (fibulaire)
12. Cochlée tibiale



**Figure 32: Vue médiale du tibia gauche (CIRALE)**

1. Aire intercondyloire centrale
2. Eminence intercondyloire (tubercule intercondyloire médial)
3. Plateau tibial (surface articulaire médiale)
4. Tubérosité du tibia
5. Crête tibiale
6. Condyle latéral
7. Condyle médial
8. Incisure poplitée
9. Surface d'insertion du muscle poplitée
10. Crêtes d'insertion du muscle fléchisseur latéral du doigt
11. Face caudale
12. Malléole médiale
13. Sillon malléolaire (tibial)
14. Cochlée tibiale

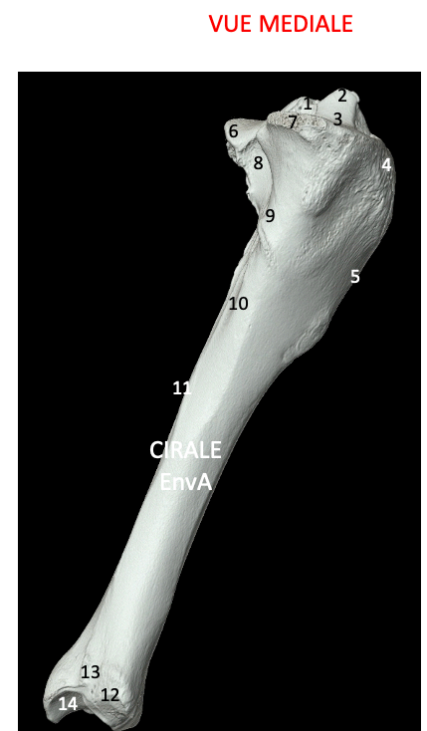


Figure 33: Vue crâniale du tibia gauche (CIRALE)

1. Eminence intercondyloire
2. Condyle médial
3. Tubérosité du tibia
  - 3.1. Branche latérale
  - 3.2. Sillon
  - 3.3. Branche médiale
4. Crête tibiale
5. Condyle latéral
6. Face médiale
7. Bord crânial
8. Malléole médiale
9. Malléole latérale
10. Cochlée tibiale

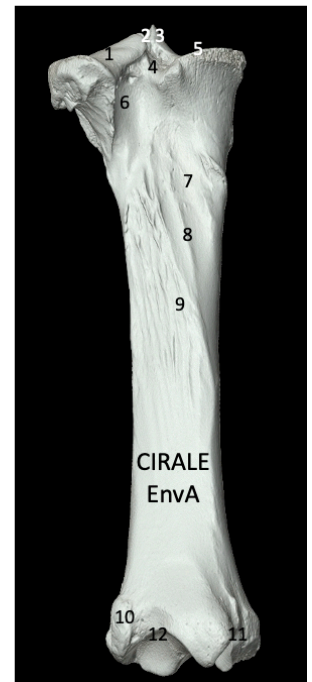
VUE CRANIALE



**Figure 34: Vue caudale du tibia gauche (CIRALE)**

1. Plateau tibial (surface articulaire latérale)
2. Aire intercondyloire centrale
3. Eminence intercondyloire
4. Aire intercondyloire caudale
5. Plateau tibial (surface articulaire médiale)
6. Incisure poplitée
7. Surface d'insertion du muscle poplité
8. Ligne poplitée
9. Crêtes d'insertion du muscle fléchisseur latéral du doigt
10. Malléole latérale
11. Malléole médiale
12. Cochlée tibiale

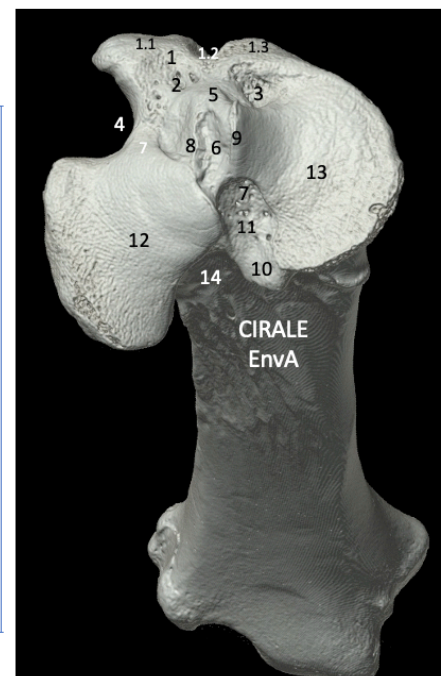
VUE CAUDALE



**Figure 35: Vue proximale du tibia gauche (CIRALE)**

1. Tubérosité du tibia
  - 1.1. Branche latérale
  - 1.2. Sillon
  - 1.3. Branche médiale
2. Foramens vasculaires
3. Surface d'insertion du ménisque médial (lig. ménisco-tibial crânio-médial)
4. Sillon de l'extenseur
5. Aire intercondyloire crâniale
6. Aire intercondyloire centrale
7. Aire intercondyloire caudale
8. Eminence intercondyloire (tubercule intercondyloire latéral)
9. Eminence intercondyloire (tubercule intercondyloire médial)
10. Tubercule d'insertion du ligament croisé caudal
11. Surface d'insertion du ménisque médial (lig. ménisco-tibial caudo-médial)
12. Surface articulaire latérale (condyle latéral)
13. Surface articulaire latérale (condyle médial)
14. Incisure poplitée

VUE PROXIMALE



## **G. Jarret**

Le tarse ou jarret contient une partie proximale avec deux os : un médial plutôt articulé au tibia : le talus, et un os latéral : le calcanéus. Le tarse contient ensuite une partie distale : proximale aux os métatarsiens, avec l'os central du tarse du côté médial et l'os tarsal IV latéralement. La rangée distale est constituée des os tarsaux : de I à IV du côté tibial au côté fibulaire. Les os tarsaux I, II, III s'articulent à l'os central proximale. L'os tarsal IV s'étend quant à lui du calcanéus jusqu'à la région distale du tarse.

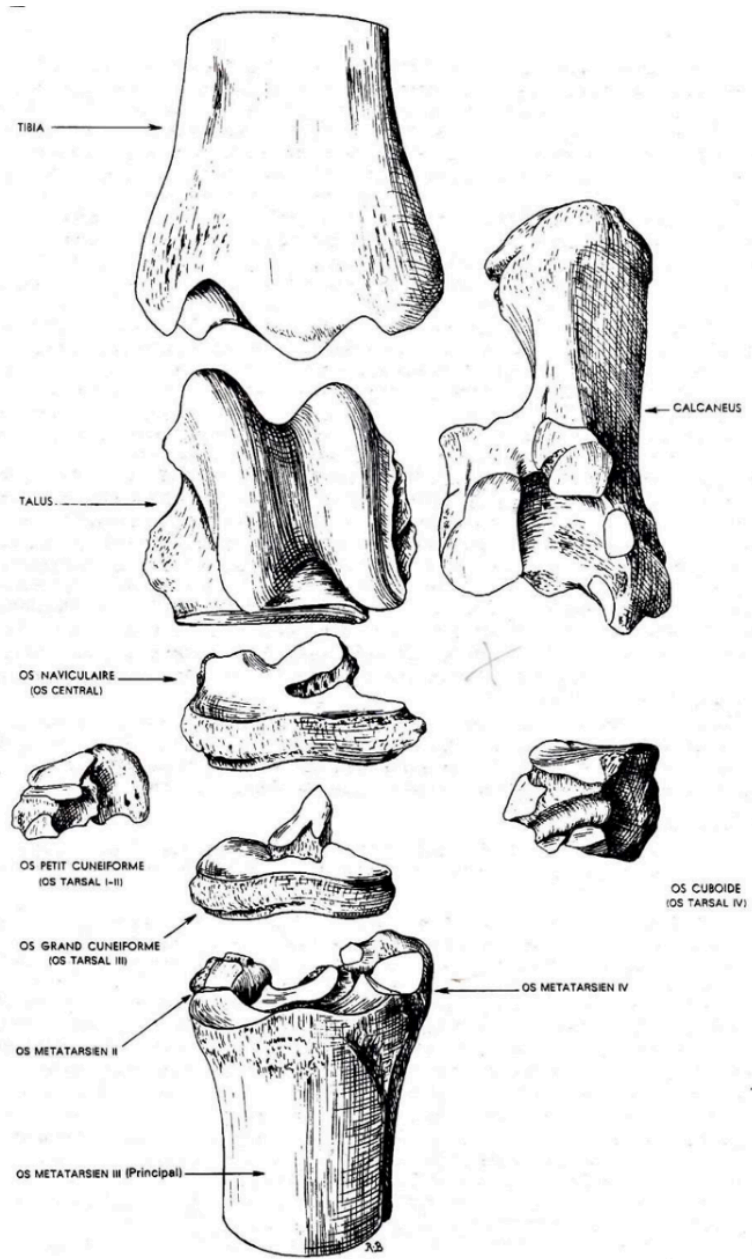
Chez le cheval, le talus est massif. Il s'articule au tibia avec une trochlée avec une gorge marquée et des lèvres latérale et médiale de même taille.

Le calcanéus est assez court et massif. Son tuber calcanei est élargi du côté plantaire et son processus coracoïde est développé et saillant.

L'os central du tarse est plat et allongé. Les os tarsaux I et II sont soudés.

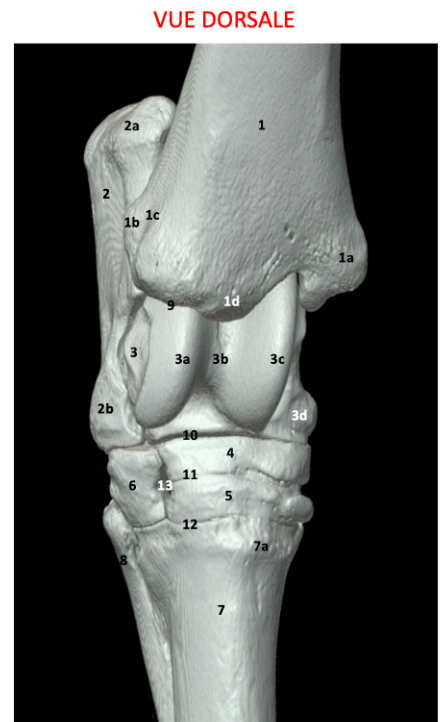
Les éléments anatomiques décrits précédemment sont présentés sur les figures 36, 37, 38, 39 et 40 pour un jarret droit.

Figure 36: Os du tarse du cheval, os disjoints, tarse gauche (Barone 1986)



**Figure 37: Vue dorsale du jarret droit (CIRALE)**

1. Tibia
  - 1.a. Malléole médiale
  - 1.b. Malléole latérale
  - 1.c. Sillon malléolaire (sillon pour le tendon extenseur latéral du doigt)
  - 1.d. Relief intermédiaire de la cochlée tibiale
2. Calcanéus
  - 2.a. Tuber calcanei
  - 2.b. Tubérosité d'insertion (ligament collatéral latéral)
3. Talus
  - 3.a. Lèvre latérale de la trochlée
  - 3.b. Gorge latérale de la trochlée
  - 3.c. Lèvre médiale de la trochlée
  - 3.d. Tubercule distal du talus
4. Os central du tarse
5. Os tarsal III
6. Os tarsal IV
7. Os métatarsien III
8. Os métatarsien I
9. Articulation tibio-tarsienne
10. Articulation intertarsienne proximale
11. Articulation intertarsienne distale
12. Articulation tarso-métatarsienne
13. Canal perforant du tarse



**Figure 38: Vue caudo-latérale du jarret droit (CIRALE)**

1. Tibia
  - 1.a. Malléole latérale
  - 1.b. Sillon malléolaire (sillon pour l'extenseur latéral du doigt)
2. Calcanéus
  - 2.a. Tuber calcanei (lobe dorsal)
  - 2.b. Tuber calcanei (lobe plantaire)
  - 2.c. Processus coracoïde
  - 2.d. Tubérosité d'insertion (ligament collatéral latéral)
  - 2.e. Bord plantaire
3. Talus
  - 3.a. Lèvre latérale
  - 3.b. Surface d'insertion ligamentaire
4. Os tarsal IV
5. Os central du tarse
6. Os tarsal III
7. Os métatarsien III
8. Os métatarsien IV
9. Articulation tibio-tarsienne
10. Articulation intertarsienne proximale
11. Articulation intertarsienne distale
12. Articulation tarso-métatarsienne
13. Articulation talo-calcanéenne
14. Canal perforant du tarse

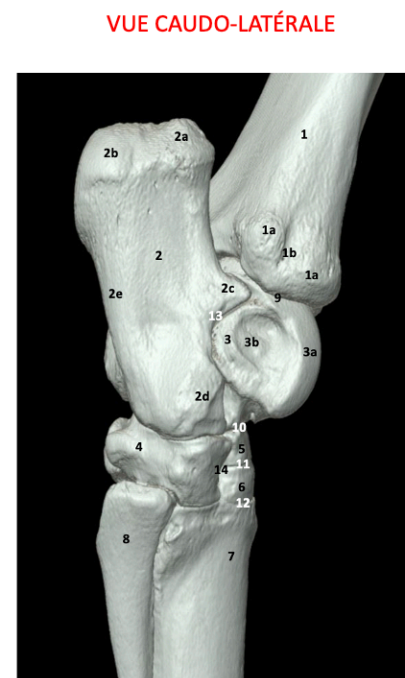


Figure 39: Vue médiale du jarret droit (CIRALE)

1. Tibia
  - 1.a. Malléole médiale
  - 1.b. Cochlée tibiale
2. Calcaneus
  - 2.a. Tuber calcanei
  - 2.b. Sustentaculum tali
3. Talus
  - 3.a. Lèvre médiale de la trochlée
  - 3.b. Tubercule proximal du talus
  - 3.c. Tubercule distal du talus
4. Os central du tarse
5. Os tarsal III
6. Os tarsal I + II
7. Os tarsal IV
8. Os métatarsien III
9. Os métatarsien II
10. Os métatarsien IV
11. Articulation tibio-tarsienne
12. Articulation talo-calcaneenne

VUE MÉDIALE

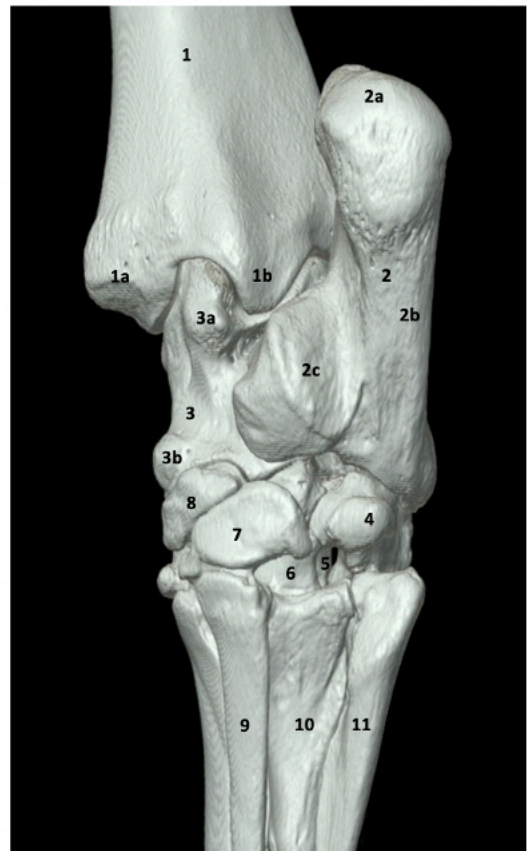




Figure 40: Vue caudale du jarret droit (CIRALE)

VUE CAUDALE

1. Tibia
  - 1.a. Malléole latérale
  - 1.b. Cochlée tibiale
2. Calcaneus
  - 2.a. Tuber calcanei
  - 2.b. Bord plantaire
  - 2.c. Sustentaculum tali
3. Talus
  - 3.a. Tubercule proximal du talus
  - 3.b. Tubercule distal du talus
4. Os tarsal IV
5. Canal perforant du tarse
6. Os tarsal III
7. Os tarsal I + II
8. Os central du tarse
9. Os métatarsien II
10. Os métatarsien III
11. Os métatarsien IV



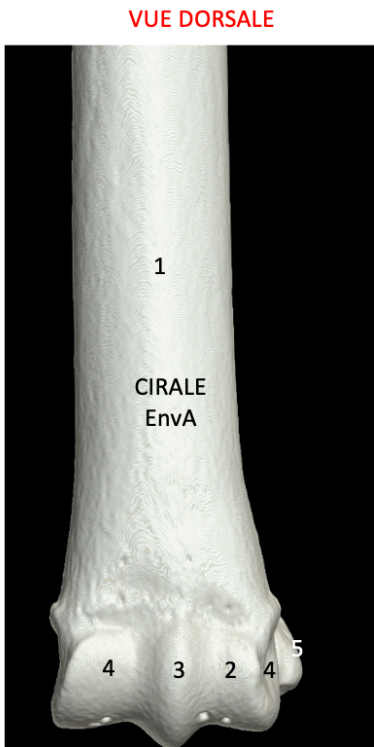
#### H. Os métatarsiens

Ils sont formés par les trois os métatarsiens : II, III et IV. Chez le cheval, l'os métatarsien III est le principal et les métatarsiens II et IV sont rudimentaires. L'os métatarsien rudimentaire latéral est beaucoup plus volumineux et plus long que l'os métatarsien rudimentaire médial. L'os métatarsien III est cylindroïde sur les deux tiers proximaux et un peu plus aplati dorso-plantairement à son extrémité distale.

Les éléments anatomiques décrits précédemment sont présentés sur les figures 41, 42, 43 et 44.

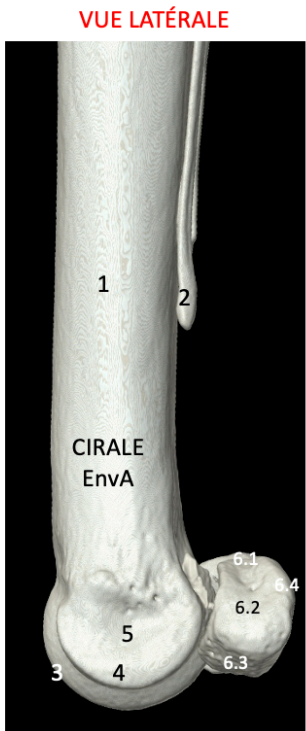
**Figure 41: Vue dorsale de l'os métatarsien III gauche (CIRALE)**

1. Os métatarsien III
2. Partie latérale du condyle métatarsien
3. Relief sagittal du condyle métatarsien
4. Partie médiale du condyle métatarsien
5. Os séamoïde proximal latéral



**Figure 42: Vue latérale des os métatarsiens et des os séamoïdes gauches (CIRALE)**

1. Os métatarsien III
2. Os métatarsien IV
3. Relief sagittal du condyle métatarsien
4. Partie latérale du condyle métatarsien
5. Fosse d'insertion ligamentaire
6. Os séamoïde proximal médial
  - 6.1. Apex
  - 6.2. Corps
  - 6.3. Base
  - 6.4. Bord palmaire



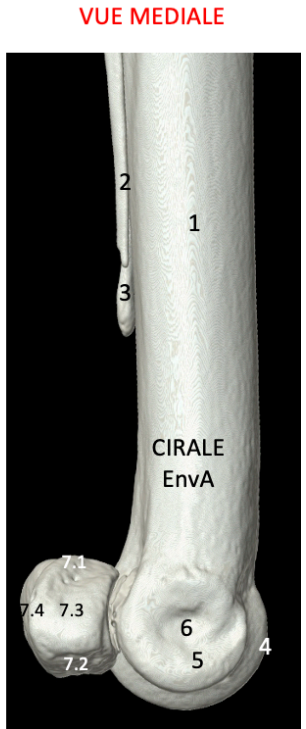
**Figure 43: Vue plantaire des os métatarsiens et des os sésamoïdes proximaux gauches (CIRALE)**

1. Os métatarsien III
2. Os métatarsien IV (bouton terminal)
3. Os métatarsien II
4. Os sésamoïde proximal latéral
5. Os sésamoïde proximal médial
6. Relief sagittal du condyle métatarsien



**Figure 44: Vue médiale des os métatarsiens et des os sésamoïdes proximaux gauches (CIRALE)**

1. Os métatarsien III
2. Os métatarsien II
3. Os métatarsien IV
4. Relief intermédiaire
5. Partie médiale du condyle métatarsien
6. Fosse d'insertion ligamentaire
7. Os sésamoïde proximal médial
  - 7.1. Apex
  - 7.2. Corps
  - 7.3. Base
  - 7.4. Bord palmaire



## **I. Phalanges**

L'articulation métatarso-phalangienne correspond au boulet.

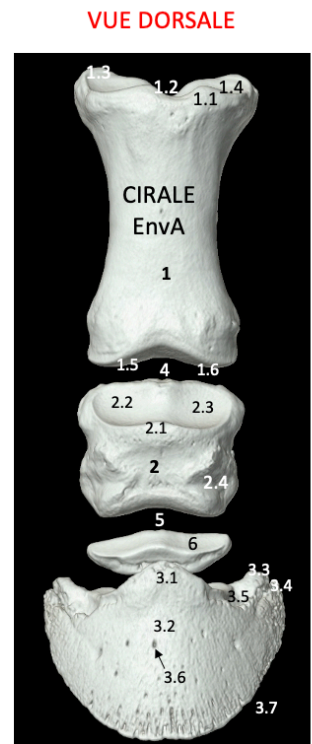
Les phalanges sont au nombre de trois. Chez les équidés, la phalange proximale (P1) et la phalange moyenne (P2) sont rétrécies en leurs milieux. P1 est plus développée en sa partie proximale et plus rétrécie en son milieu. Les phalanges proximale et moyenne correspondent à la région du paturon. La phalange distale (P3), située entièrement dans le sabot est excavée à sa face solaire. Son bord solaire est parabolique, et à la forme d'un V avec des branches arrondies.

Deux os sésamoïdes proximaux sont présents en partie proximale de P1. Un os sésamoïde distal (os naviculaire) est présent en face plantaire de P2 et P3.

Les éléments anatomiques décrits précédemment sont présentés sur les figures 45, 46 et 47.

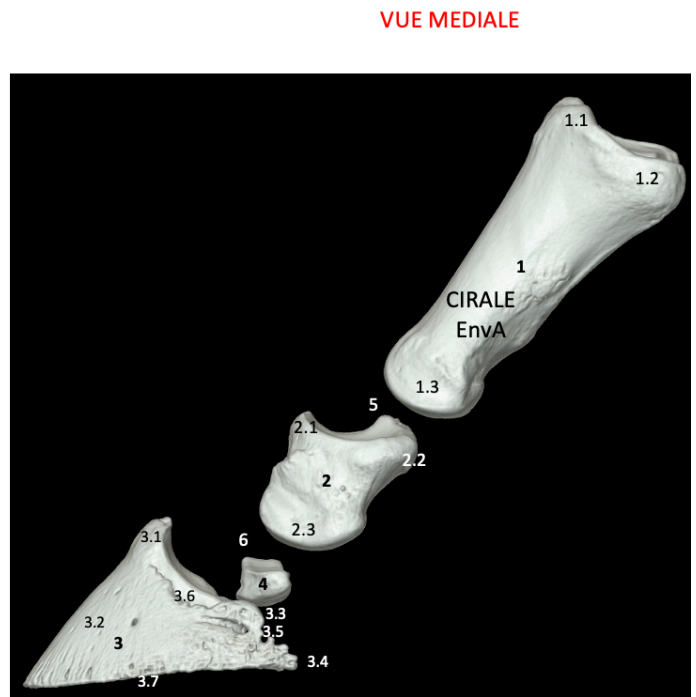
**Figure 45: Vue dorsale des phalanges gauches (CIRALE)**

1. Phalange proximale
  - 1.1. Bord dorsal
  - 1.2. Gorge sagittale proximale
  - 1.3. Eminence plantaire médiale
  - 1.4. Cavité glénoïdale latérale
  - 1.5. Partie latérale du condyle
  - 1.6. Partie médiale du condyle
2. Phalange moyenne
  - 2.1. Processus extensorius
  - 2.2. Cavités glénoïdale latérale
  - 2.3. Cavité glénoïdale médiale
  - 2.4. Fosse d'insertion ligamentaire
3. Phalange distale
  - 3.1. Processus extensorius
  - 3.2. Corps (Face pariétale)
  - 3.3. Partie proximale du processus palmaire
  - 3.4. Partie distale du processus palmaire
  - 3.5. Fosse d'insertion ligamentaire
  - 3.6. Foramens vasculaires
  - 3.7. Bord solaire
4. Articulation interphalangienne proximale (IPP)
5. Articulation interphalangienne distale (IPD)
6. Os sésamoïde distal (Face articulaire)



**Figure 46: Vue médiale des phalanges gauches (CIRALE)**

1. Phalange proximale
  - 1.1. Bord dorsal
  - 1.2. Eminence plantaire médiale
  - 1.3. Partie médiale du condyle
2. Phalange moyenne
  - 2.1. Processus extensorius
  - 2.2. Tubérosité du fléchisseur
  - 2.3. Partie médiale du condyle
3. Phalange distale
  - 3.1. Processus extensorius
  - 3.2. Corps (Face pariétale)
  - 3.3. Partie proximale du processus palmaire
  - 3.4. Partie distale du processus palmaire
  - 3.5. Incisure vasculaire du processus palmaire
  - 3.6. Fosse d'insertion ligamentaire
  - 3.7. Bord solaire
4. Os sésamoïde distal
5. Articulation interphalangienne proximale (IPP)
6. Articulation interphalangienne distale (IPD)



**Figure 47: Vue plantaire des phalanges gauches (CIRALE)**

1. Phalange proximale
  - 1.1. Gorge sagittale
  - 1.2. Eminence plantaire latérale
  - 1.3. Partie latérale du condyle
2. Phalange moyenne
  - 2.1. Tubérosité du fléchisseur
  - 2.2. Partie latérale du condyle
3. Phalange distale
  - 3.1. Partie distale du processus palmaire
  - 3.2. Surface d'insertion (Facies flexoria)
  - 3.3. Ligne semi-lunaire
  - 3.4. Foramen solaire
  - 3.5. Face solaire
4. Os sésamoïde distal (facies flexoria)
  - 4.1. Bord proximal
  - 4.2. Facies flexoria (Relief sagittal)
  - 4.3. Angle médial
5. Articulation interphalangienne proximale (IPP)
6. Articulation interphalangienne distale (IPD)

VUE PLANTAIRE



## 2. Movies

Des vidéos ont été construites à partir des clichés pris lors des acquisitions scanner. Il s'agit de réaliser en fonction des os des rotations à 360° et parfois des vues proximales et distales.

Il est alors plus facile de se représenter les os en 3D sur ces movies.

Pour y accéder, il faut suivre le chemin suivant sur Eve :

Formation initiale > Thèse d'exercice vétérinaire > Thèses multimédias > Le scanner : un outil d'enseignement de l'ostéologie du membre pelvien. On retrouve ensuite une catégorie pour chaque os, chaque catégorie contenant les movies des os correspondants.

## 3. Support pédagogique pour l'enseignement d'anatomie

Concernant le support pédagogique, les étudiants trouveront les diaporamas avec les images légendées présentées ci-dessus, des quizz en ligne, des vidéos ainsi que des vidéos interactives sur la plateforme Eve.

Les quizz sont regroupés en deux niveaux : des questions pour les étudiants de la première à la cinquième année puis des questions pour les étudiants de la sixième année spécialité équine et les internes.

La correction avec la réponse juste et parfois d'autres commentaires sont disponibles directement après chaque question.


Les questions sont sous formes multiples : réponse courte, question à choix multiple, curseurs ou légendes à positionner directement sur une image.

Les figures 48 à 103 ci-dessous sont des captures d'écran de la plateforme Eve avec les différentes questions. La réponse est présentée à la suite de chaque question.

**Figure 48: question 1 quizz tronc commun L6**

Question 1 Pas encore répondu Noté sur 1,00 Marquer la question Modifier la question

VUE CRANIALE



Légender cette vertèbre L6 de cheval

- ✓ Choisir...
- Processus articulaire crânial
- Canal vertébral
- Synostose intertransversaire L5-L6
- 4. Choisir...

Réponse : 3 : Processus articulaire crânial, 4 : Canal vertébral, 6 : Synostose intertransversaire L5-L6.

## Figure 49: question 2 quizz tronc commun L6

### Question 2

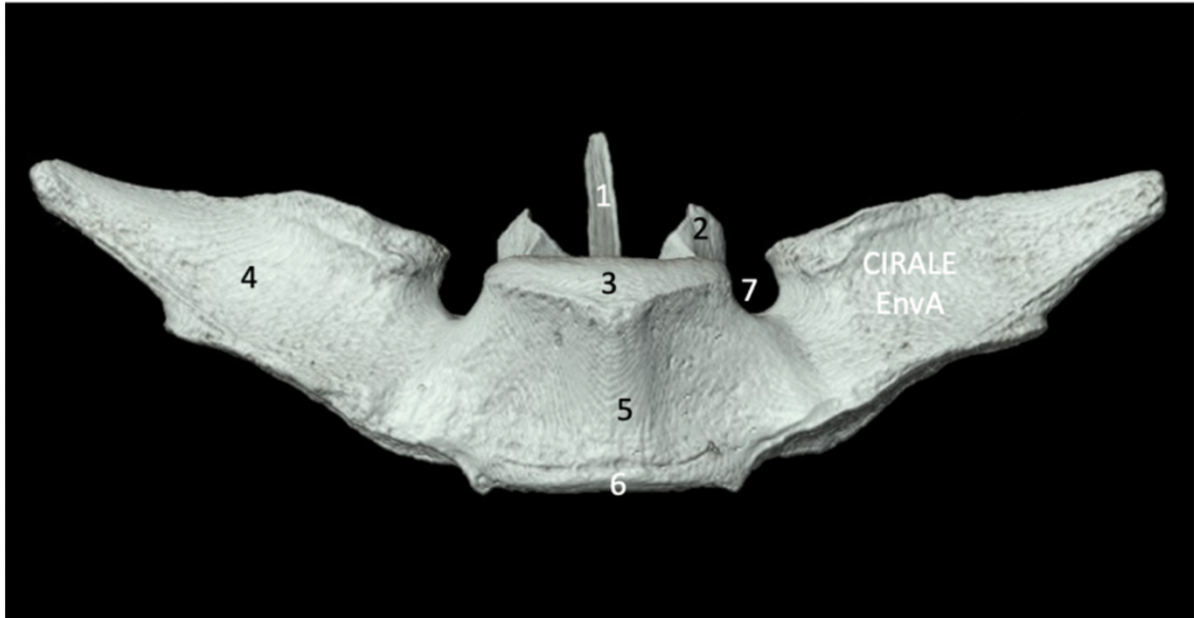
Pas encore répondu Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

Quelle est le nom de la formation anatomique 5?

### VUE VENTRALE



- La fosse de la vertèbre
- Processus mamillaire
- La tête de la vertèbre
- Processus épineux
- Crête ventrale du corps

Réponse : Crête ventrale du corps.



## Figure 50: question 3 quizz tronc commun L6

### Question 3

Pas encore répondu

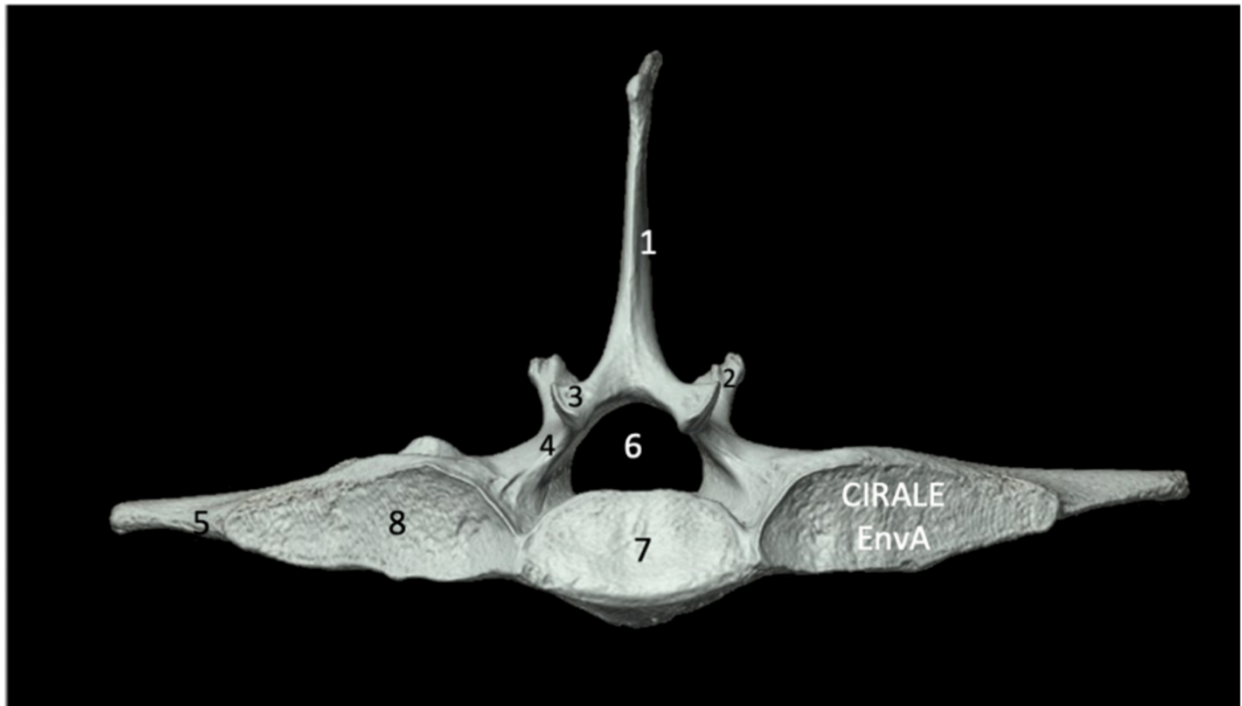
Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

Légender la vertèbre L6 de cheval suivante.

### VUE CAUDALE



4. Choisir...

7. Fosse vertébrale

7. Incisure vertébrale caudale

8. Articularion intertransversaire lombo-sacrale

8. Choisir...

Réponse : 4 : Incisure vertébrale caudale, 7 : Fosse vertébrale, 8 : Articularion intertransversaire lombo-sacrale (surface articularia transversaire pour le sacrum)

Figure 51: Question 1 quizz A6 et plus L6

Question 1

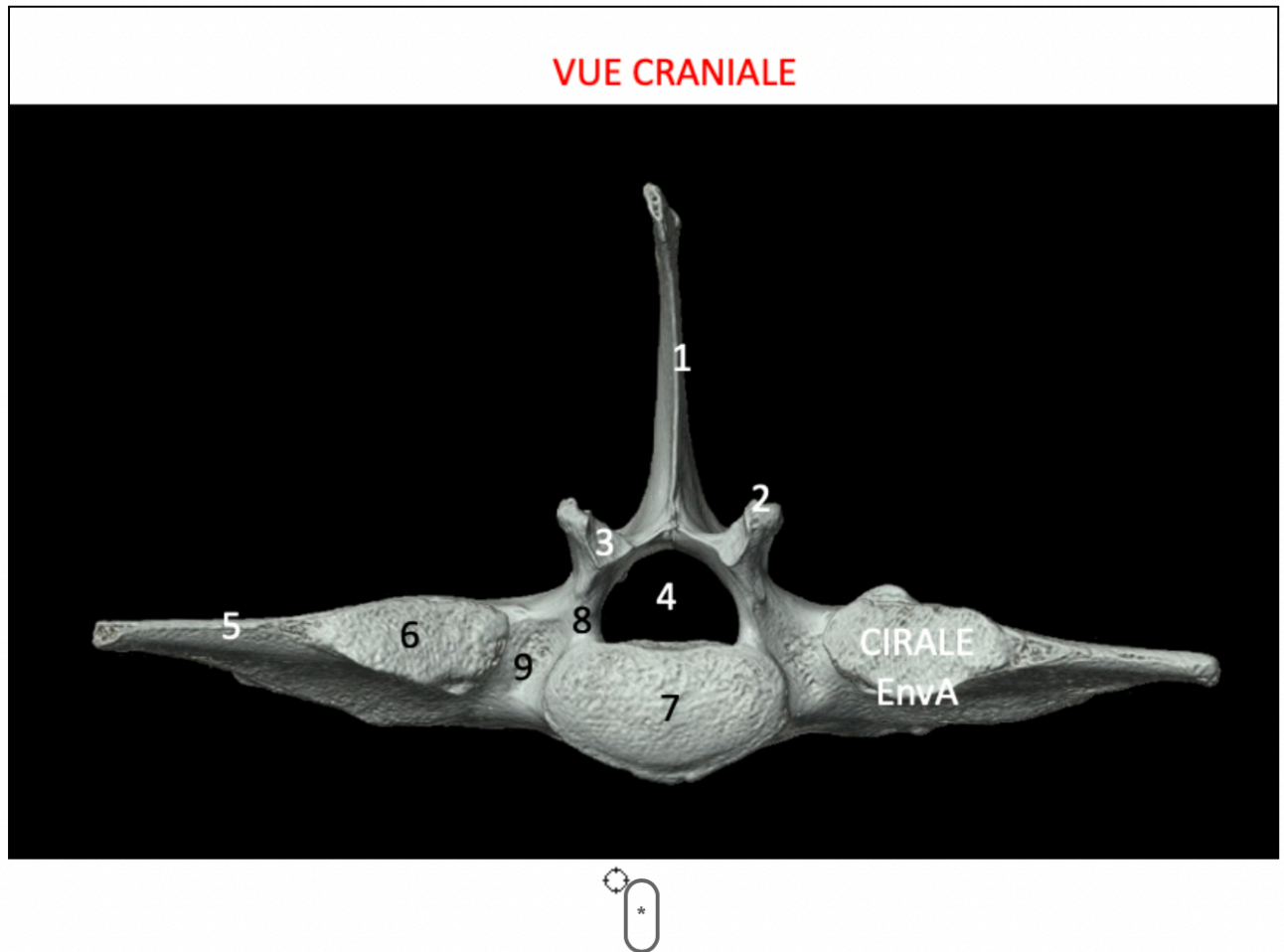
Pas encore répondu

Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

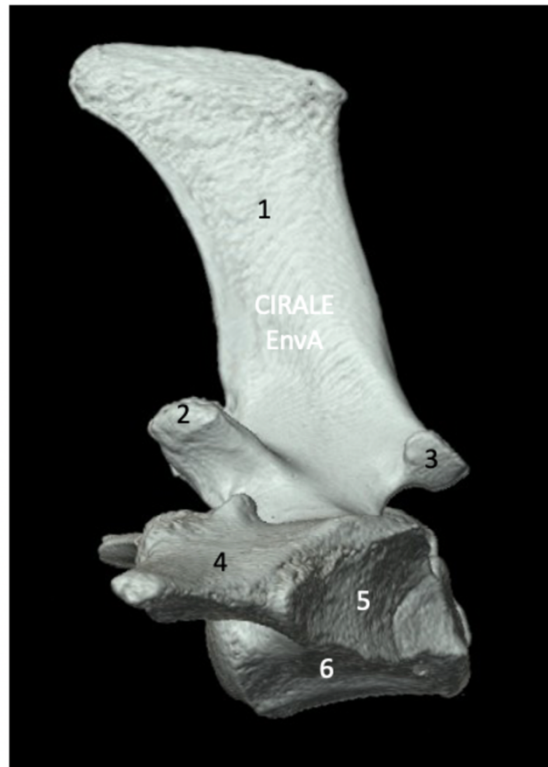
Déposer le marqueur au niveau du foramen intervertébral lombaire ventral.



Réponse : Il s'agit de déposer le marqueur au niveau du numéro 9.

Figure 52: Question 2 quizz A6 et plus L6

VUE LATÉRALE GAUCHE



Quel muscle s'insère en 1?

- Le muscle grand dorsal
- Le muscle erector spinae
- Le muscle transverse de l'abdomen
- Le muscle petit psoas

Réponse : Le muscle erector spinae.

### Figure 53: Question 1 quizz tronc commun sacrum

#### Question 1

Pas encore répondu

Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

Légènder le sacrum de cheval suivant.

#### VUE LATÉRALE GAUCHE



- 9. ✓ Choisir...
- 6. Aile du sacrum
- 6. Foramen intervertébral sacral ventral
- 6. Processus articulaire crânial
- 7. Choisir...

Réponse : 6 : Processus articulaire crânial, 7 : Aile du sacrum (1<sup>er</sup> processus transverse sacral), 9 : Foramen intervertébral sacral ventral

## Figure 54: Question 2 quizz tronc commun sacrum

Question 2

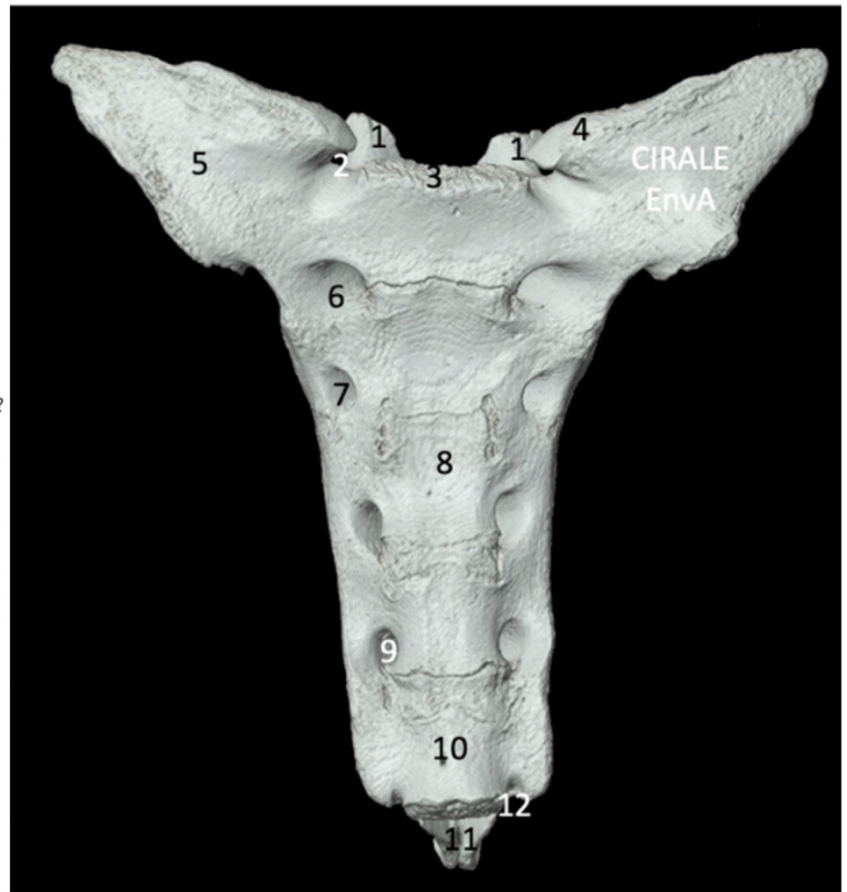
Pas encore répondu

Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

### VUE VENTRALE



Quel est le nom de la formation anatomique 5?

- Le processus articulaire crânial
- La ligne transverse
- L'aile du sacrum

Réponse : L'aile du sacrum

Figure 55: Question 3 quizz tronc commun sacrum

Question 3

Pas encore répondu

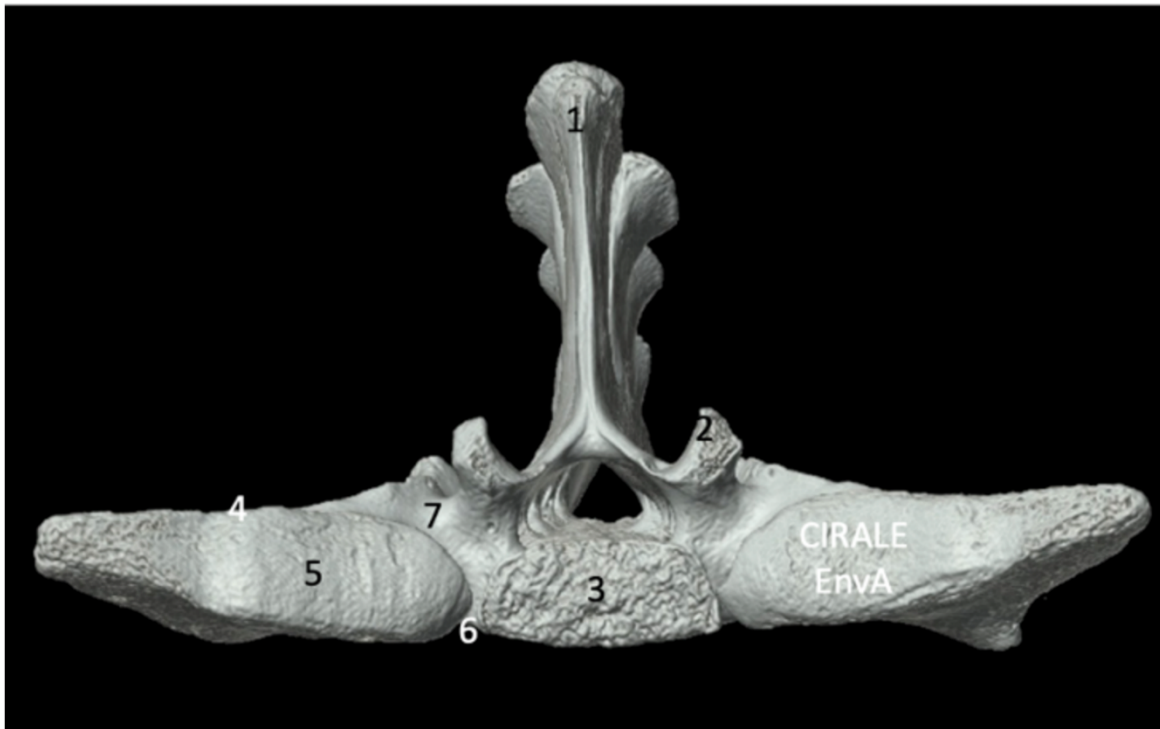
Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

Quelle est le nom de la structure anatomique 2?

VUE CRANIALE



Réponse :

Réponse : Processus articulaire crânial

Figure 56: Question 1 du quizz A6 et plus sacrum

Question 1

Pas encore répondu

Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

Déposer le marqueur au niveau de la surface d'insertion du ligament interosseux sacro-iliaque.



Réponse : Il faut faire glisser le marqueur au niveau du numéro 7.2.

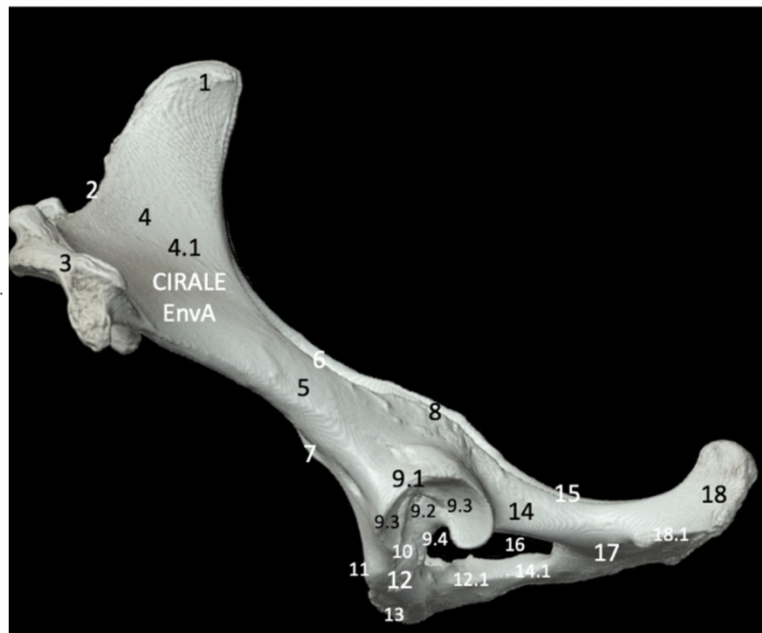
## Figure 57: Question 1 du quizz tronc commun os coxaux

Question 1

Pas encore répondu Noté sur 1,00

VUE LATÉRALE GAUCHE

Légènder les os coxaux de cheval suivant.



9. ✓ Choisir...  
Tuber coxae  
1. Tuber sacrale  
Foramen obturé  
3. Tubérosité ischiatique  
Aile de l'ilium  
18. ▼

Réponse : 1 : Tuber sacrale (angle de la croupe ou épine iliaque dorso-crâniale),  
3 : Tuber coxae (angle de la hanche ou épine iliaque ventro-crâniale), 4 : Aile de l'ilium (face glutéale), 9 : Acétabulum, 18 : Tubérosité ischiatique




## Figure 58: Question 2 du quizz tronc commun os coxaux

### Question 2

Pas encore répondu

Noté sur 1,00

 Marquer la question

 Modifier la question

Le muscle oblique interne de l'abdomen prend origine au niveau de l'épine iliaque ventro-crâniale, en profondeur du muscle oblique externe de l'abdomen.

Veillez choisir une réponse.

- Vrai
- Faux

Réponse : vrai

### Figure 59: Question 3 du quizz tronc commun os coxaux

Question 3

Pas encore répondu

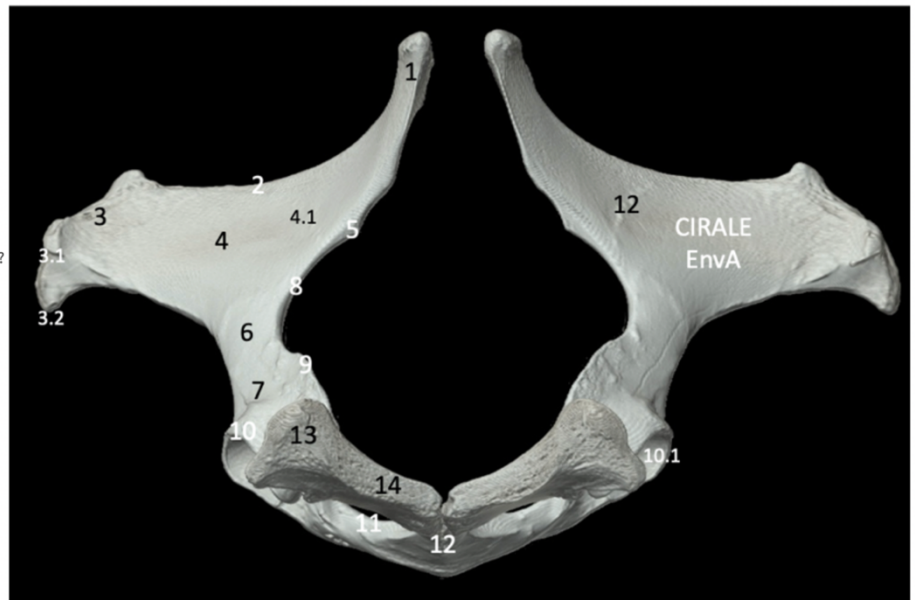
Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

VUE CAUDALE

Quel est le nom de la formation anatomique 11?



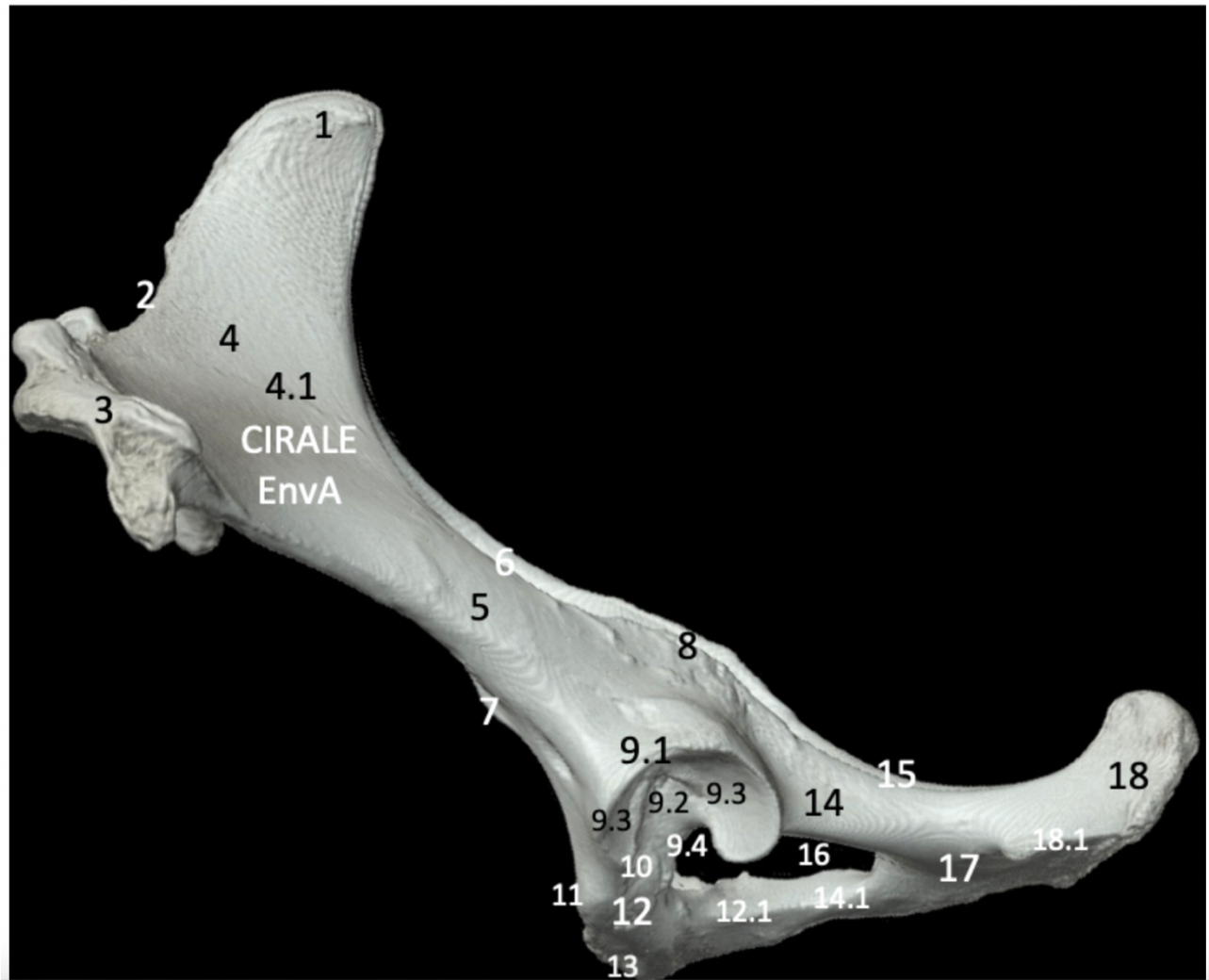
Réponse :

Réponse : Le foramen obturé

Figure 60: Question 1 du quizz A6 et plus os coxaux

Légènder les coxaux de cheval suivants.

### VUE LATÉRALE GAUCHE



6.  Choisir...  
Grande échancrure sciatique
8.  Petite échancrure sciatique  
 Branche caudale du pubis
12.  Épine sciatique
15.  Choisir... ▼

Réponse : 6 : Grande échancrure sciatique, 8 : Épine sciatique, 12.1 : Branche caudale du pubis, 15 : Petite échancrure sciatique

## Figure 61: Question 2 du quizz A6 et plus os coxaux

### Question 2

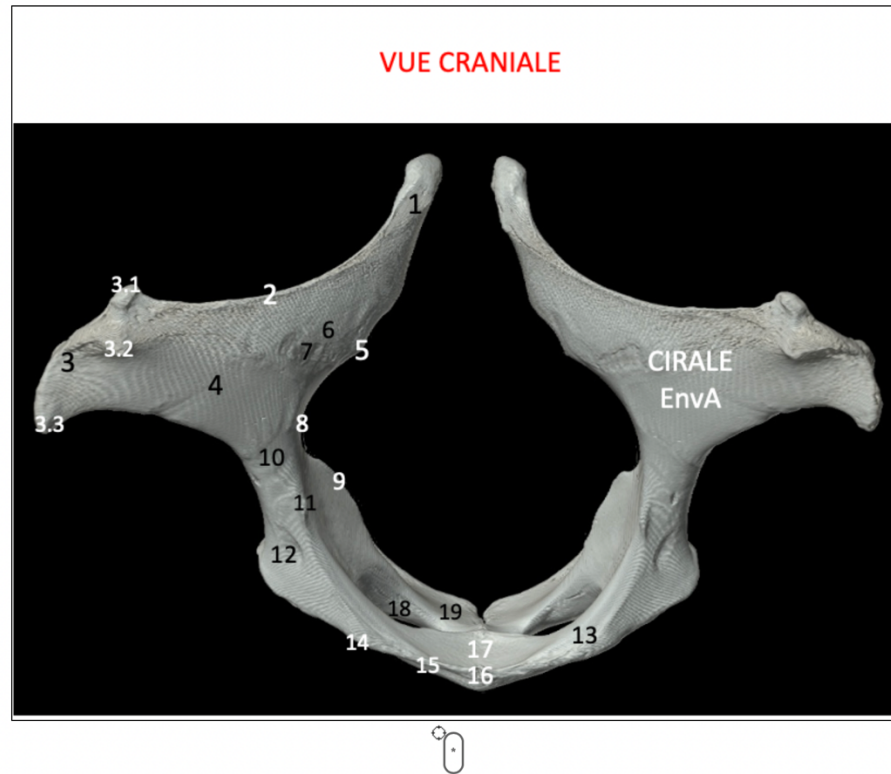
Pas encore répondu

Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

Déposer le marqueur au niveau de la cuspidé ventro-crâniale du tuber coxae.

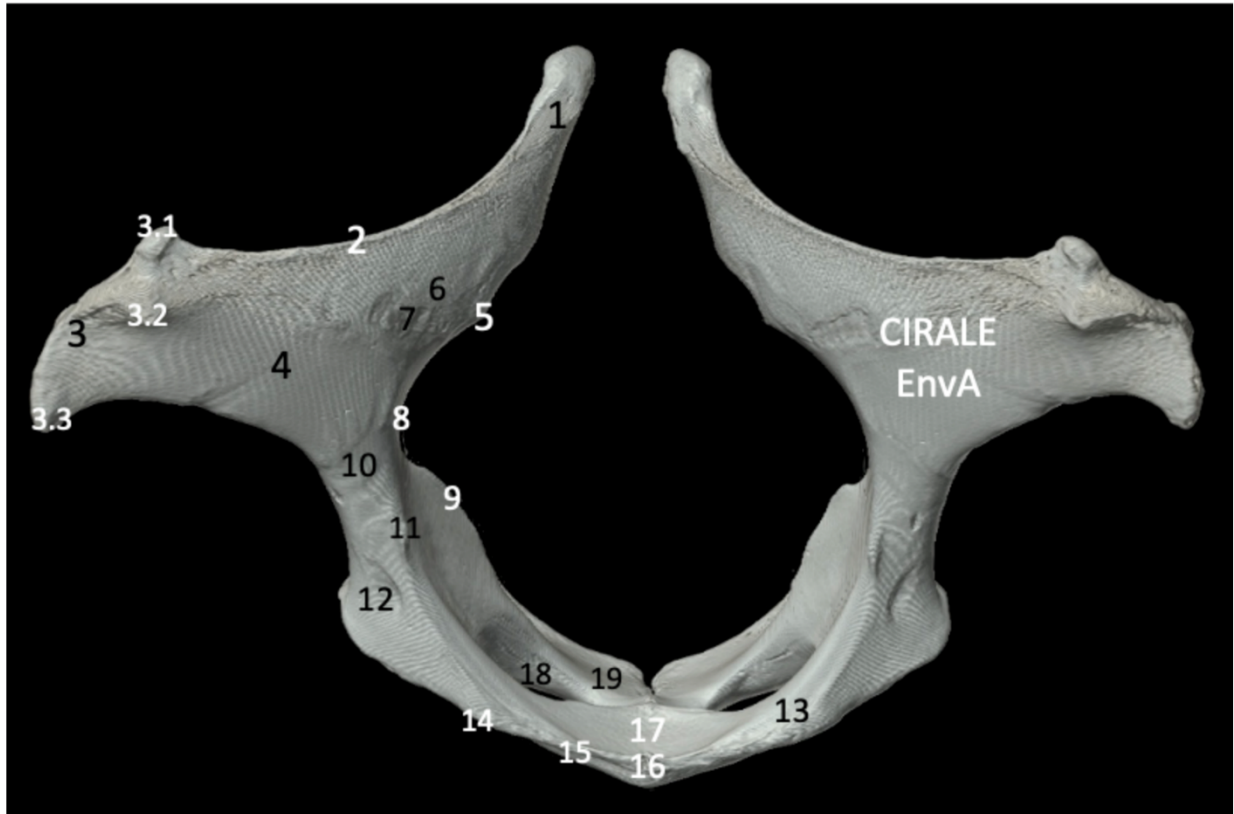


Réponse : Il faut placer le marqueur sur le numéro 3.2.

**Figure 62: Question 3 du quizz A6 et plus os coxaux**

Quel muscle s'insère au niveau de la fosse "12"?

**VUE CRANIALE**



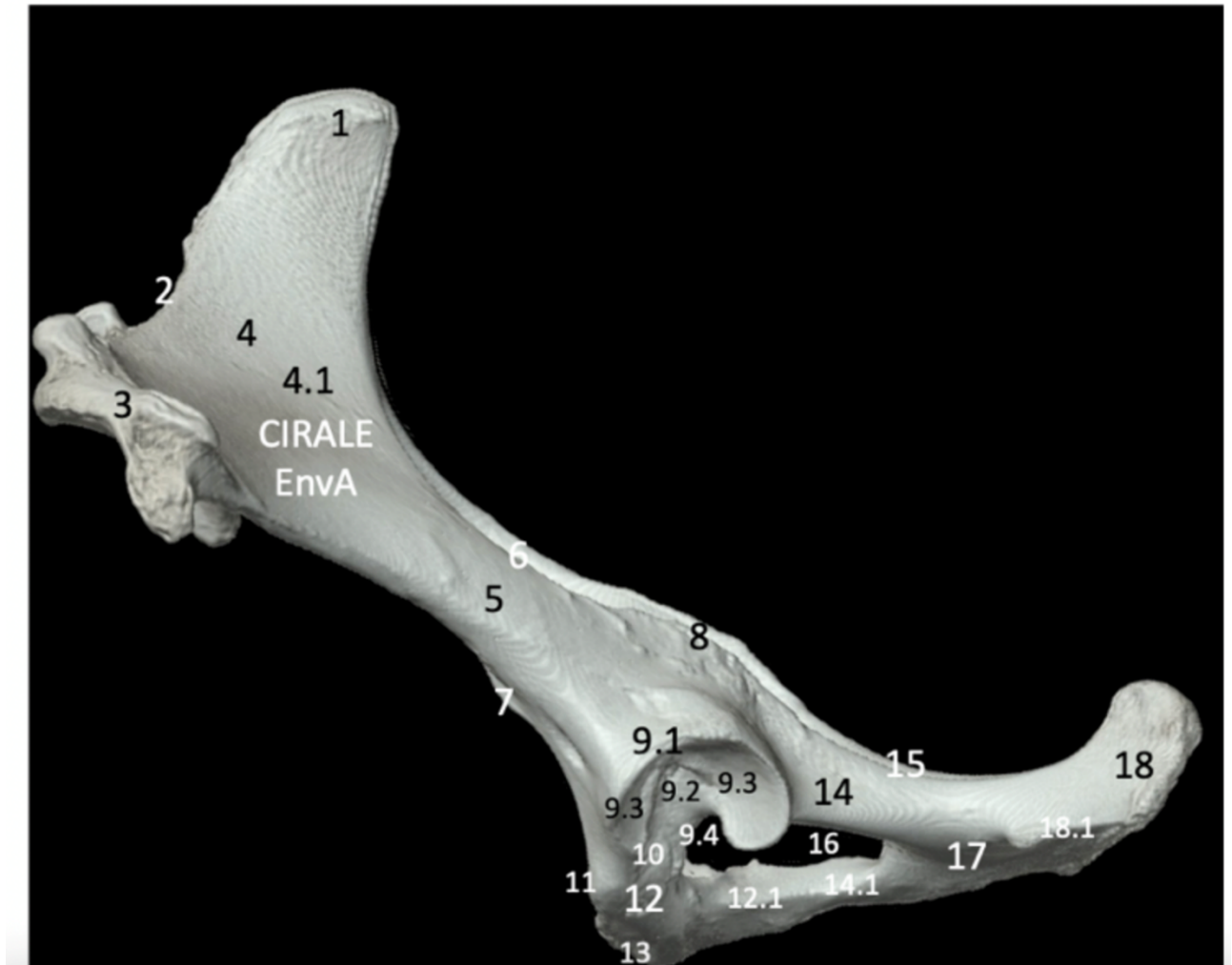
Réponse :

Réponse : Le muscle droit de la cuisse.

Figure 63: Question 4 du quizz A6 et plus os coxaux

Quel muscle s'insère sur la formation anatomique 7?

VUE LATÉRALE GAUCHE

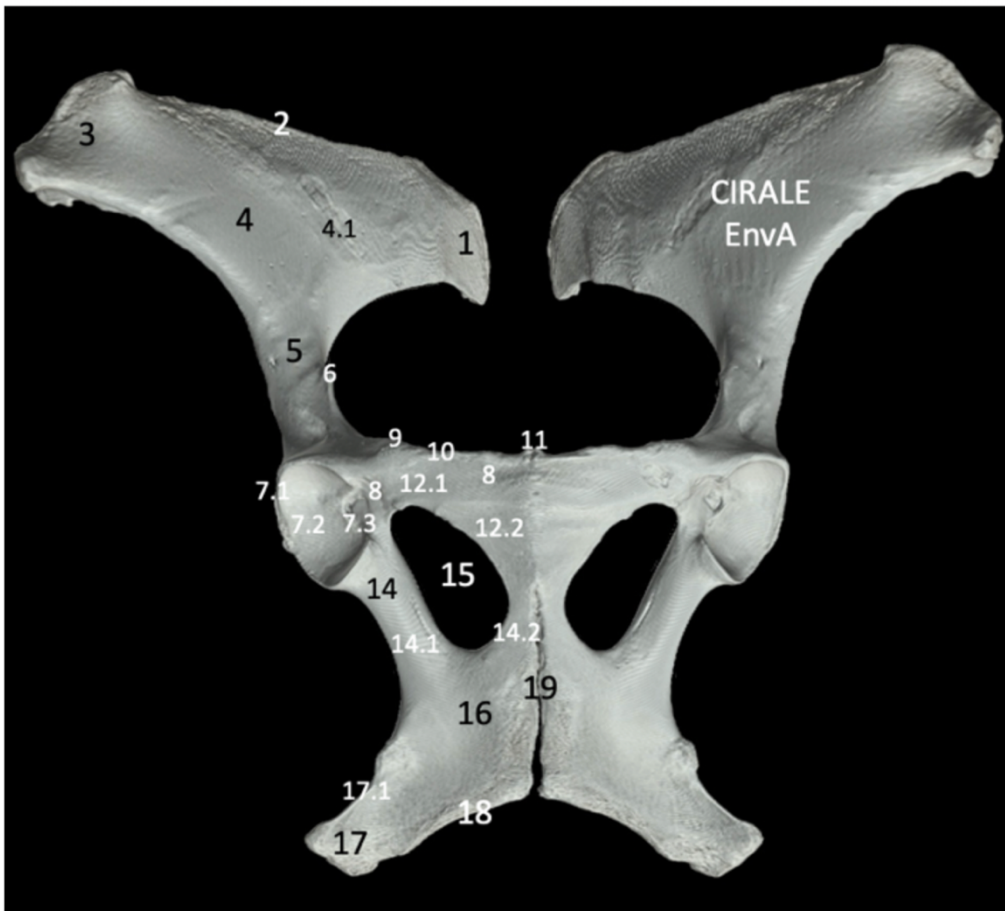


Réponse : le muscle petit psoas.

## Figure 64: Question 5 du quizz A6 et plus os coxaux

Quel muscle s'insère au niveau de la formation anatomique 17?

### VUE VENTRALE



- Le muscle semi-membraneux
- Le muscle glutéo-biceps
- Le muscle carré des lombes
- Le muscle erector spinae
- Le muscle droit de la cuisse
- Le muscle tenseur du fascia lata

Réponse : le muscle semi-membraneux.

Figure 65: Question 1 du quizz tronc commun fémur

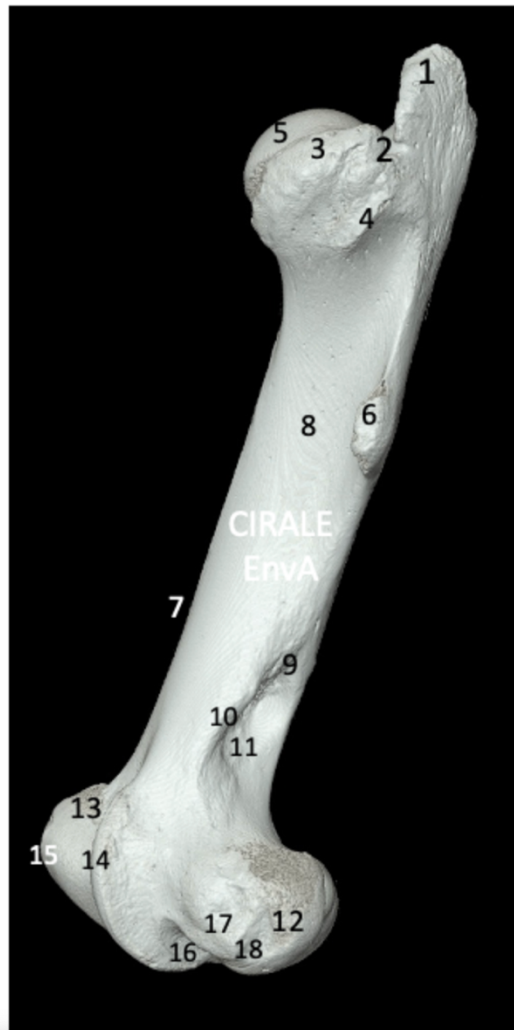
Question 1

Pas encore répondu

Noté sur 1,00

VUE LATÉRALE

Légènder le fémur de cheval suivant.



- ✓ Choisir...
- 6. Fosse de l'extenseur
- Lèvre médiale de la trochlée fémorale
- 16. Sommet du grand trochanter
- 15. Troisième trochanter

Réponse : 1 : Sommet du grand trochanter, 6 : Troisième trochanter, 15 : Lèvre médiale de la trochlée fémorale, 16 : Fosse de l'extenseur



## Figure 66: Question 4 du quizz tronc commun fémur

### Question 2

Pas encore répondu

Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

Le muscle fessier moyen se termine par un puissant tendon sur le sommet du grand trochanter.

Veillez choisir une réponse.

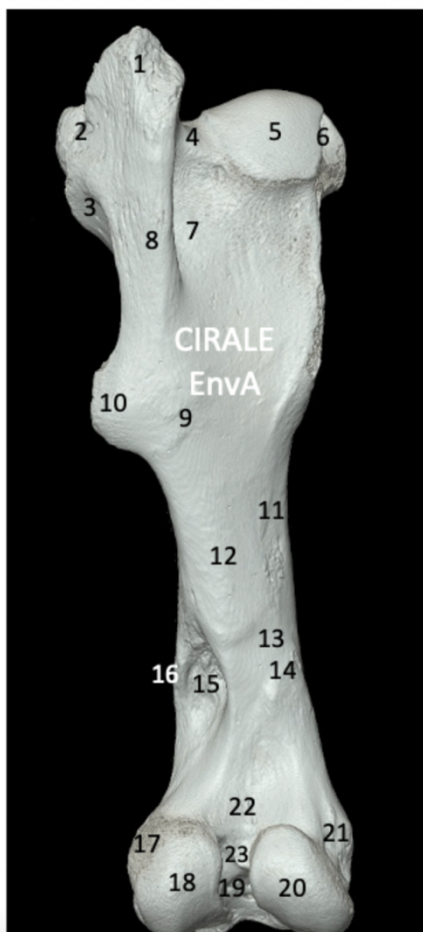
- Vrai
- Faux

Réponse : vrai.

## Figure 67: Question 3 du quizz tronc commun fémur

Comment s'appelle la formation anatomique 15?

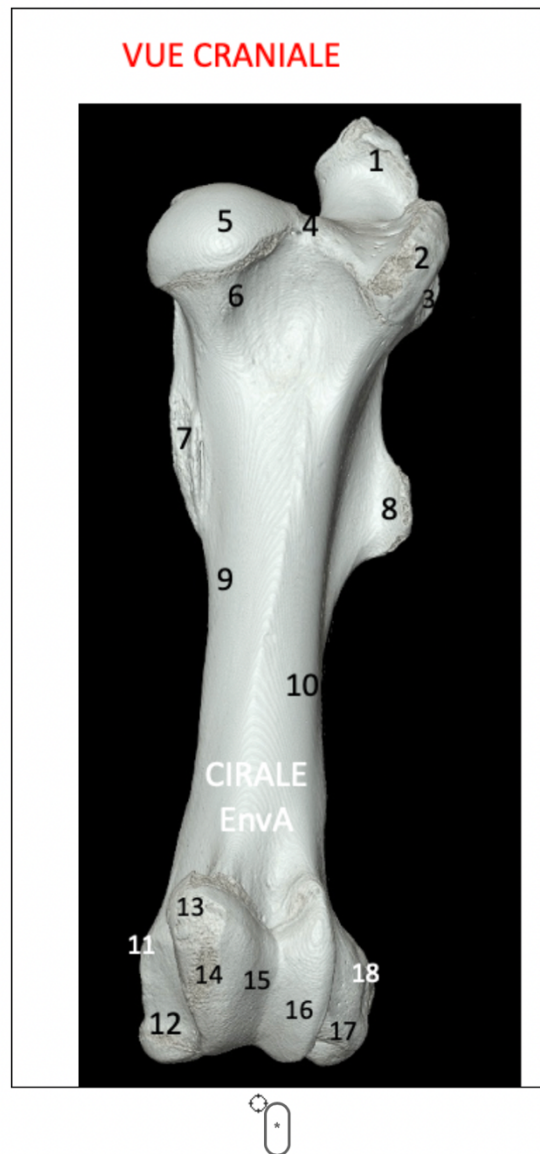
### VUE CAUDALE



Réponse : Fosse supracondyloire

**Figure 68: Question 4 du quizz tronc commun fémur**

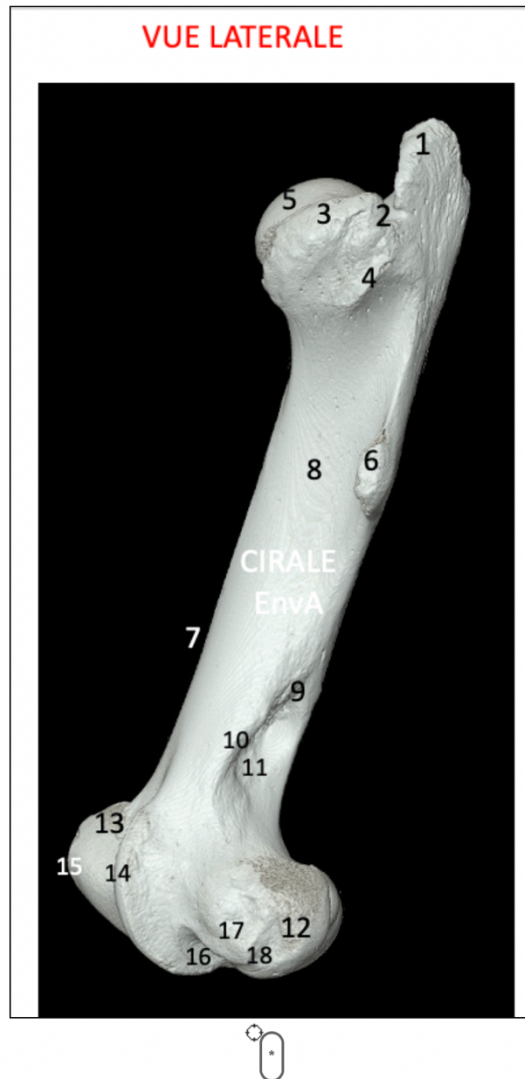
Déplacer le marqueur au niveau du petit trochanter.



Réponse : Il faut placer le marqueur au niveau du marqueur 7.

## Figure 69: Question 1 du quizz A6 et plus fémur

Faire glisser le marqueur au niveau de la fossette du muscle poplité.



Réponse : Il faut placer le marqueur au niveau du numéro 17.

## Figure 70: Question 2 du quizz A6 et plus fémur

Question 2

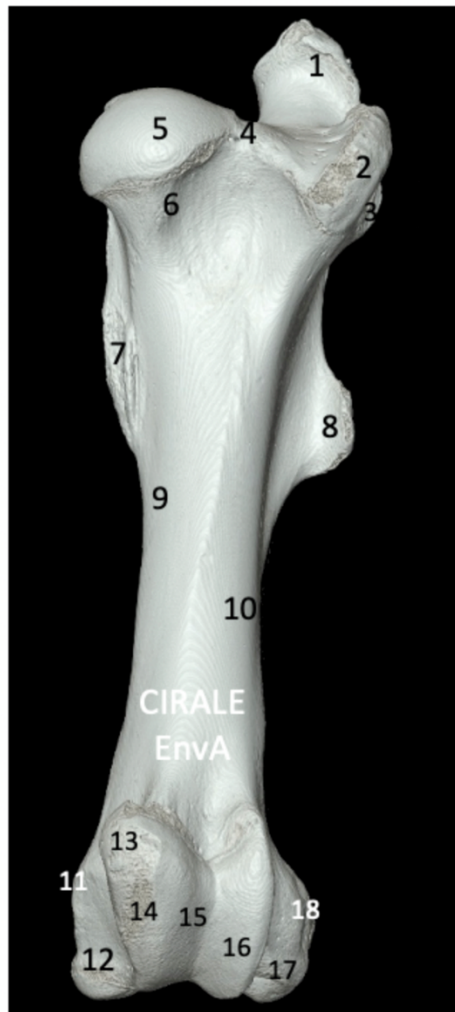
Pas encore répondu

Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

### VUE CRANIALE



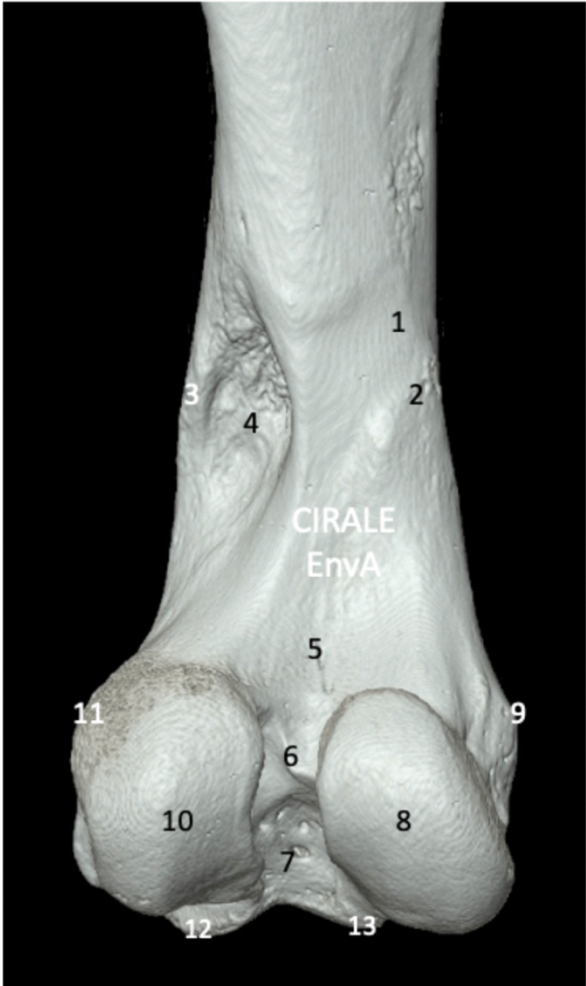
Comment s'appelle le relief anatomique 16?

Réponse : La lèvre latérale de la trochlée fémorale

Figure 71: Question 3 du quizz A6 et plus fémur

Question 3 Pas encore répondu Noté sur 1,00 Marquer la question Modifier la question

VUE CAUDALE BASSE



Comment s'appelle la région 7?

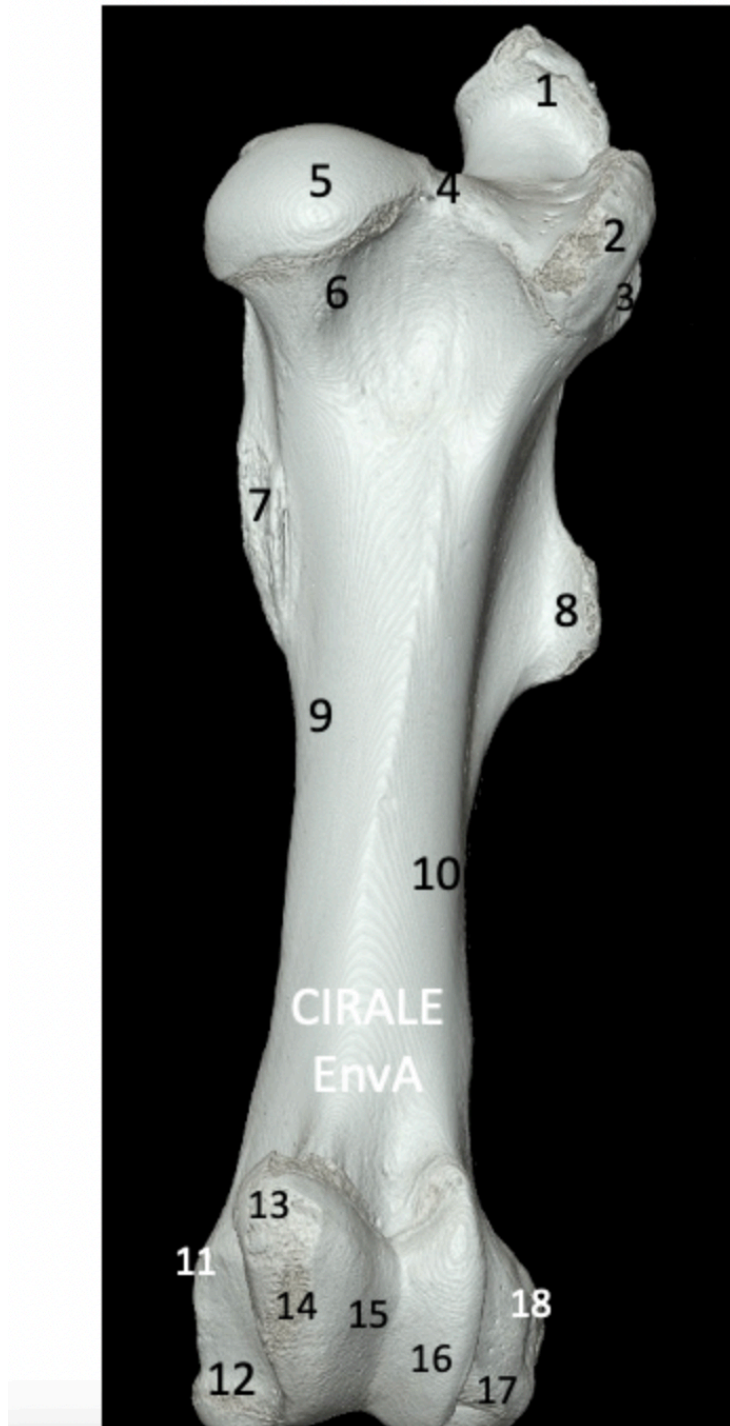
Réponse :

Réponse : La fosse intercondyalaire

**Figure 72: Question 4 du quizz A6 et plus fémur**

Quel muscle s'insère sur la formation anatomique 8?

**VUE CRANIALE**



Réponse : Le muscle fessier superficiel

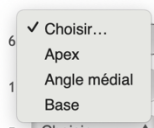
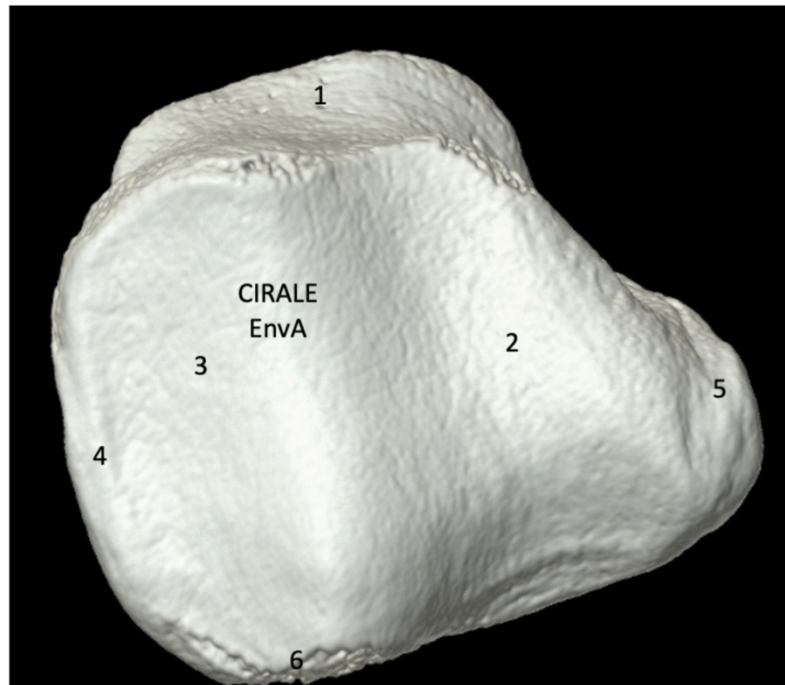
## Figure 73: Question 1 du quizz tronc commun patella

Question 1

Pas encore répondu Noté sur 1,00

VUE CAUDALE

Légender la rotule de cheval suivante.



Réponse : 1 : Base, 5 : Angle médial, 6 : Apex

### Figure 74: Question 3 du quizz tronc commun patella

#### Question 2

Pas encore répondu

Noté sur 1,00

🚩 Marquer la question

⚙️ Modifier la question

Quel muscle s'attache sur la partie proximale de la rotule?

Réponse :

Réponse : Le muscle quadriceps fémoral

### Figure 75: Question 1 du quizz A6 et plus patella

#### Question 1

Pas encore répondu

Noté sur 1,00

La fracture la plus fréquente de la rotule se situe au niveau de son angle médial.

Veillez choisir une réponse.

- Vrai
- Faux

Réponse : Vrai





## Figure 76: Question 2 quizz A6 et plus patella

### Question 2

Pas encore répondu

Noté sur 1,00

 Marquer la question

 Modifier la question

Quel ligament s'insère sur l'angle médial de la rotule?

Réponse :

Réponse : Le ligament patellaire médial (par l'intermédiaire du fibrocartilage parapatellaire)

## Figure 77: Question 1 du quizz tronc commun tibia

Question 1

Pas encore répondu

Noté sur 1,00

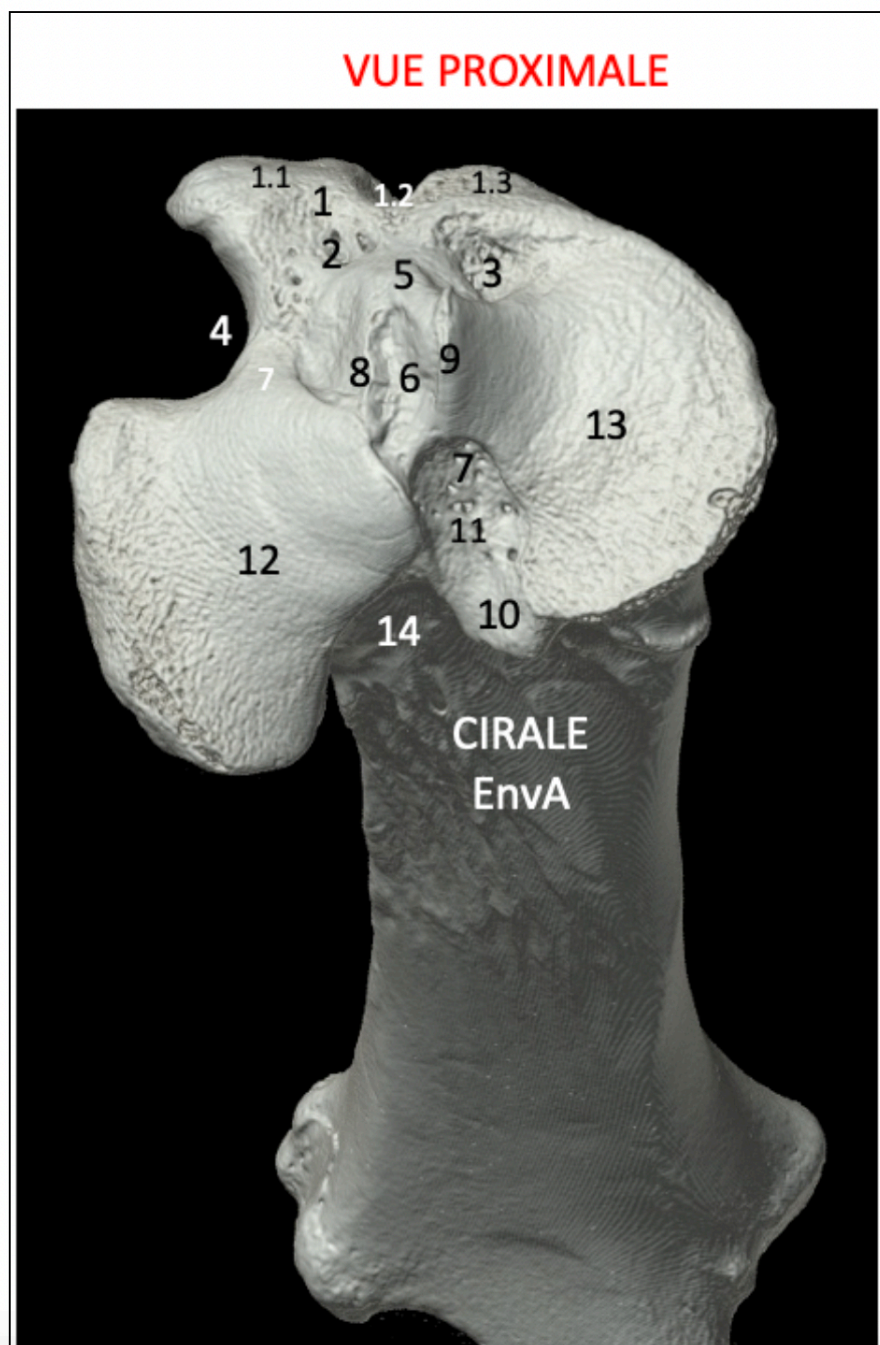
VUE LATÉRALE



Réponse : 1 : Éminence intercondyloire (tubercule intercondyloire latéral), 2 : Tubérosité du tibia, 4 : Sillon de l'extenseur, 5 : Condyle latéral, 10 : Malléole latérale

**Figure 78: Question 2 du quizz tronc commun tibia**

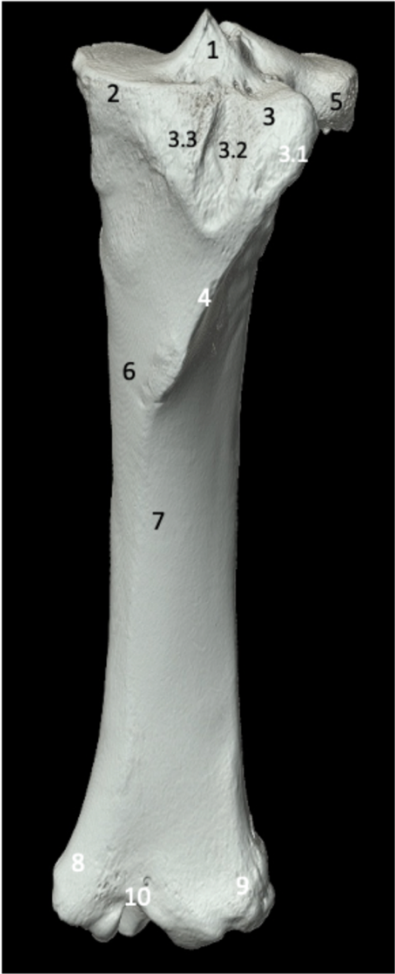
Déplacer le marqueur au niveau du tubercule d'insertion du ligament croisé caudal.



Réponse : Il faut déplacer le marqueur au niveau du numéro 10.

Figure 79: Question 4 du quizz tronc commun tibia

VUE CRANIALE



Nommer la formation anatomique numéro 1.

Réponse :

Réponse : L'éminence intercondyalaire

## Figure 80: Question 1 du quizz A6 et plus tibia

Les crêtes d'insertion représentées par le numéro 9 représentent les crêtes pour l'insertion du muscle fléchisseur latéral du doigt.

### VUE CAUDALE

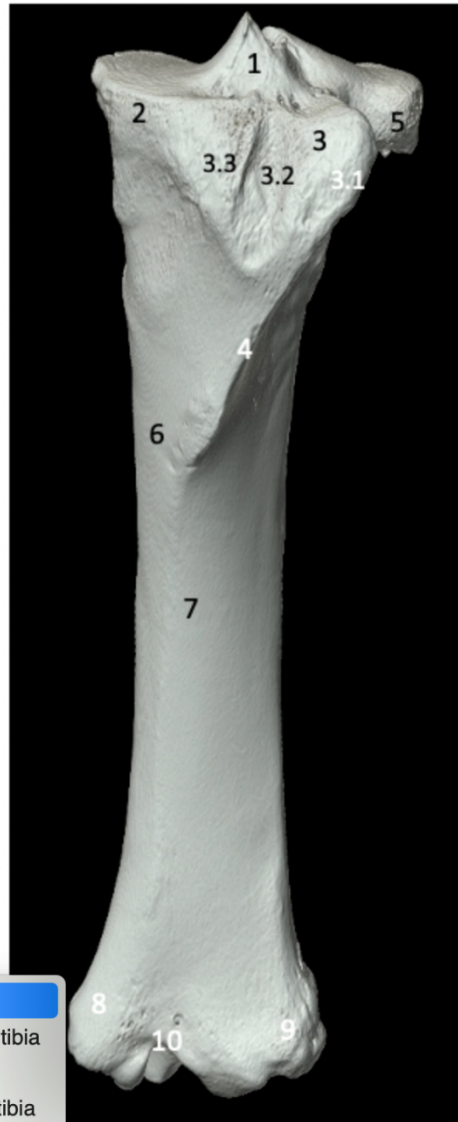


Réponse : Vrai.

Feedback : Oui, ces crêtes sont normales et visibles en radiographie. Elles ne doivent pas être confondues avec des lésions.

Figure 81: Question 2 du quizz A6 et plus tibia

VUE CRANIALE



Légender le tibia de cheval suivant.

- ✓ Choisir...
- Branche médiale de la tubérosité du tibia
- Condyle médial
- Branche latérale de la tubérosité du tibia
- Sillon de la tubérosité du tibia

3.2 Choisir...

3.1 Choisir...

Réponse : 2 : Condyle médial, 3.1 : Branche latérale de la tubérosité du tibia, 3.2 : Sillon de la tubérosité du tibia, 3.3 : Branche médiale de la tubérosité du tibia

## Figure 82: Question 3 du quizz A6 et plus tibia

Placer le marqueur au niveau de la malléole tibiale la plus touchée par les lésions d'ostéochondrose.



Réponse : il faut placer le marqueur au niveau du numéro 8 : la malléole médiale.

Figure 83: Question 1 quizz tronc commun jarret

VUE MÉDIALE



Légendez le jarret du cheval suivant.

9.  Choisir...

2a.  Os métatarsien II

3a.  Malléole médiale

4.  Tuber calcanei

2b.  Os central du tarse

1a.  Lèvre médiale de la trochlée

Sustentaculum tali

Choisir...

Choisir...

Réponse : 1a : Malléole médiale, 2a : Tuber calcanei, 2b : Sustentaculum tali, 3a : Lèvre médiale de la trochlée, 4 : Os central du tarse, 9 : Os métatarsien II



**Figure 84: Question 2 quizz tronc commun jarret**

Le relief intermédiaire de la cochlée tibiale est le principal site d'ostéochondrose au niveau du tibia?

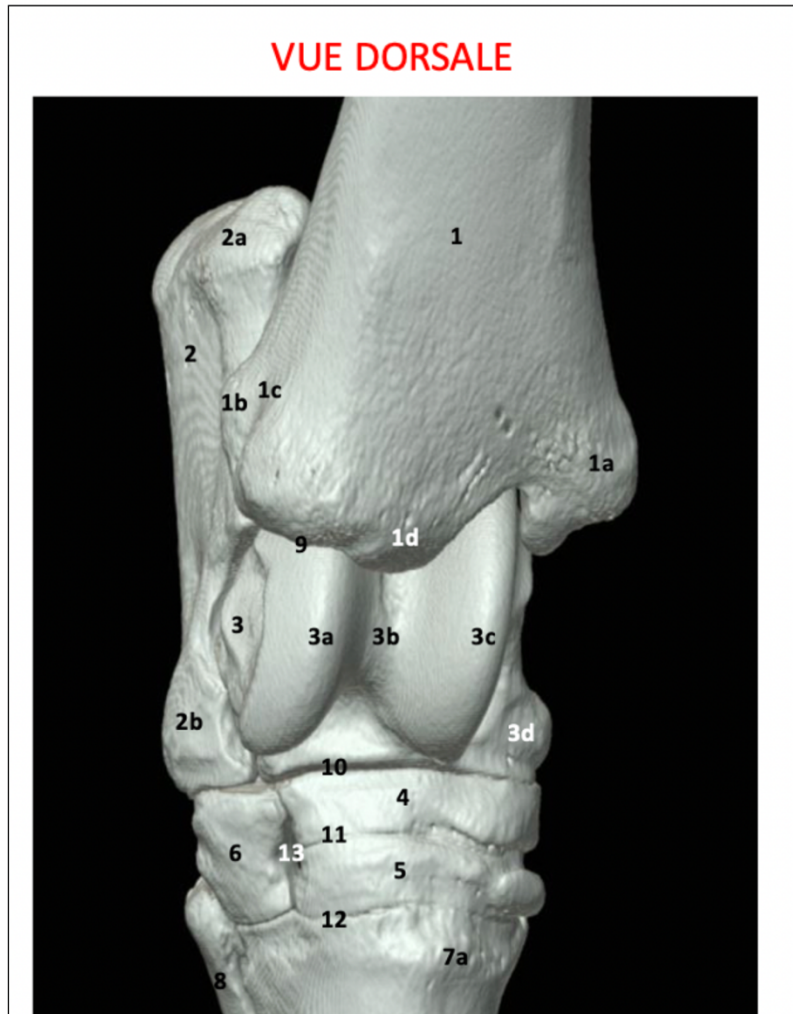
Veillez choisir une réponse.

- Vrai
- Faux

Réponse : Vrai

### Figure 85: Question 3 quizz tronc commun jarret

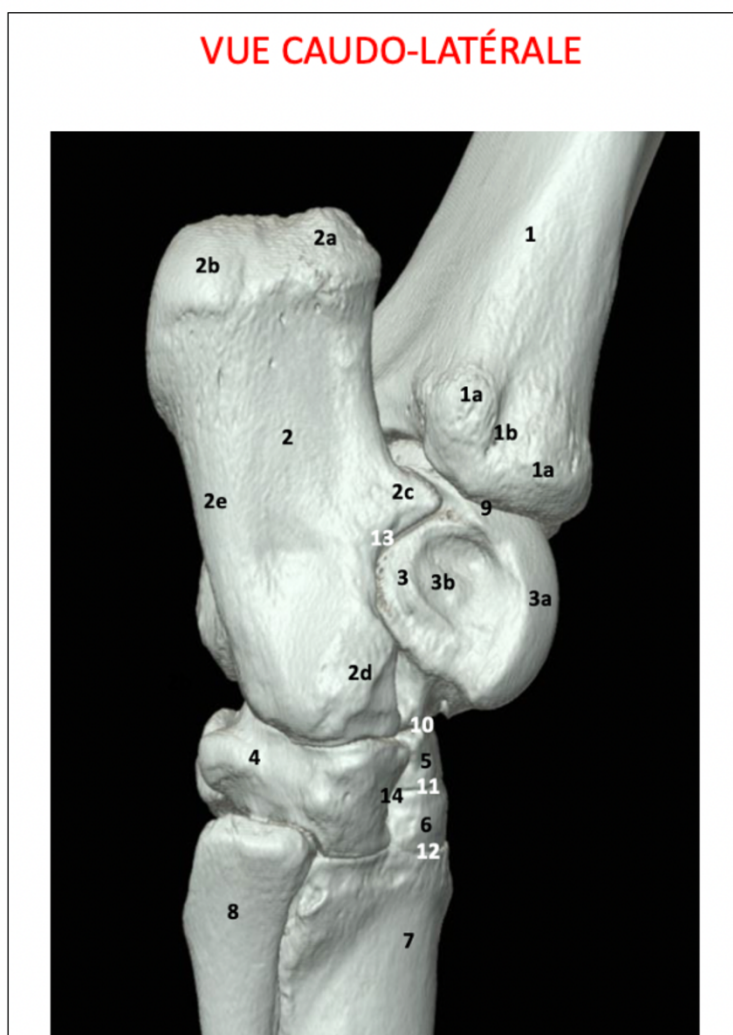
Déplacer le marqueur au niveau du relief intermédiaire de la cochlée tibiale.



Réponse : il faut placer le marqueur au niveau du numéro 1d

### Figure 86: Question 4 quizz tronc commun jarret

Positionner le marqueur au niveau de la zone d'insertion distale du tendon du muscle gastrocnémien.



Réponse : Il faut placer le marqueur au niveau du numéro « 2b ».

Figure 87: Question 5 quizz tronc commun jarret

Nommer la formation anatomique 1a.

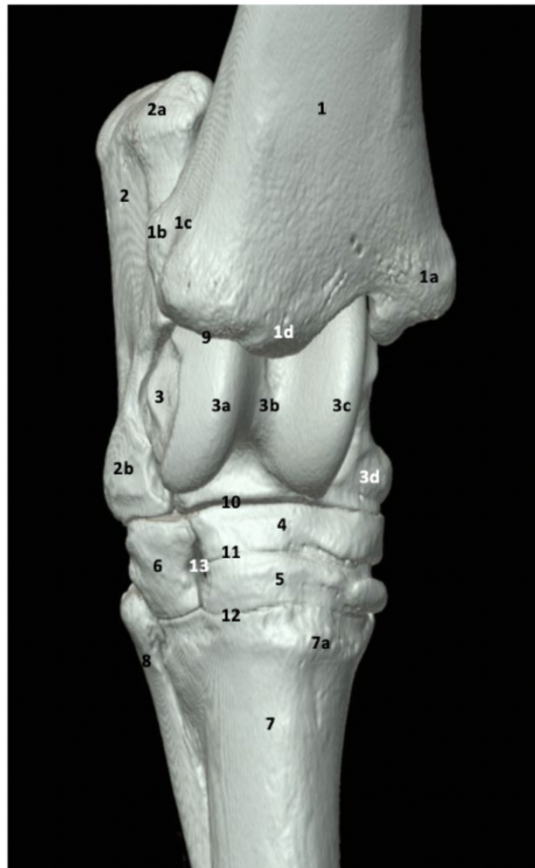
## VUE MÉDIALE



Réponse : Malléole médiale du tibia

Figure 88: Question 6 quizz tronc commun jarret

VUE DORSALE



Le jarret représenté est un jarret gauche.

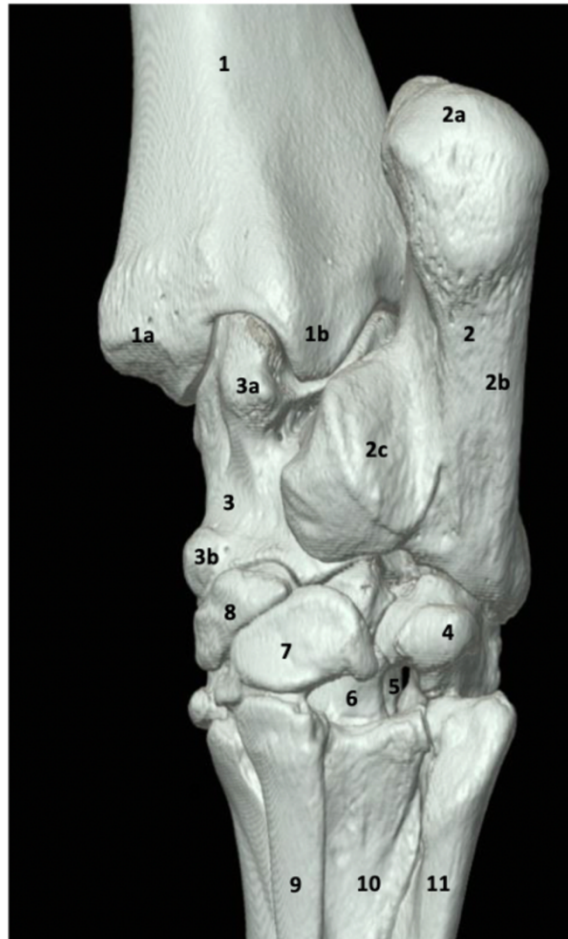
Veillez choisir une réponse.

- Vrai
- Faux

Réponse : Faux. Le calcaneus est en position latérale sur le jarret.

Figure 89: Question 7 quizz tronc commun jarret

VUE CAUDALE



Légender le jarret de cheval suivant.

2a.  Choisir...  
Tuber calcanei

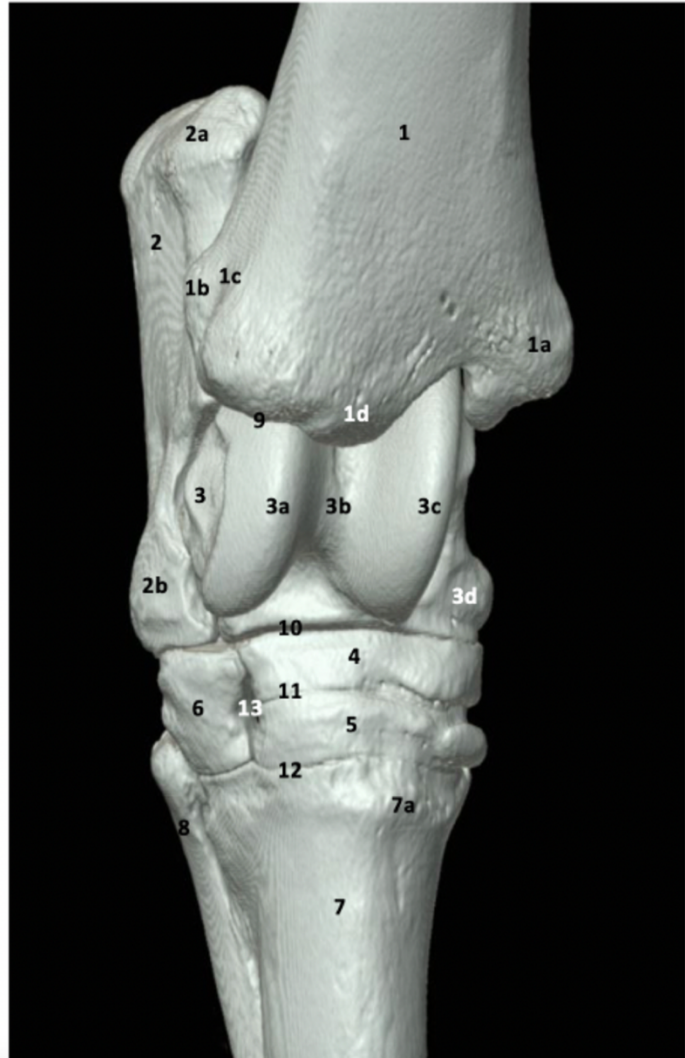
2c.  Sustentaculum tali  
 Os tarsal IV

4.  Choisir...

Réponse : 2a : Tuber calcanei, 2c : Sustentaculum tali, 4 : Os tarsal IV

Figure 90: Question 1 du quizz A6 et plus jarret

VUE DORSALE

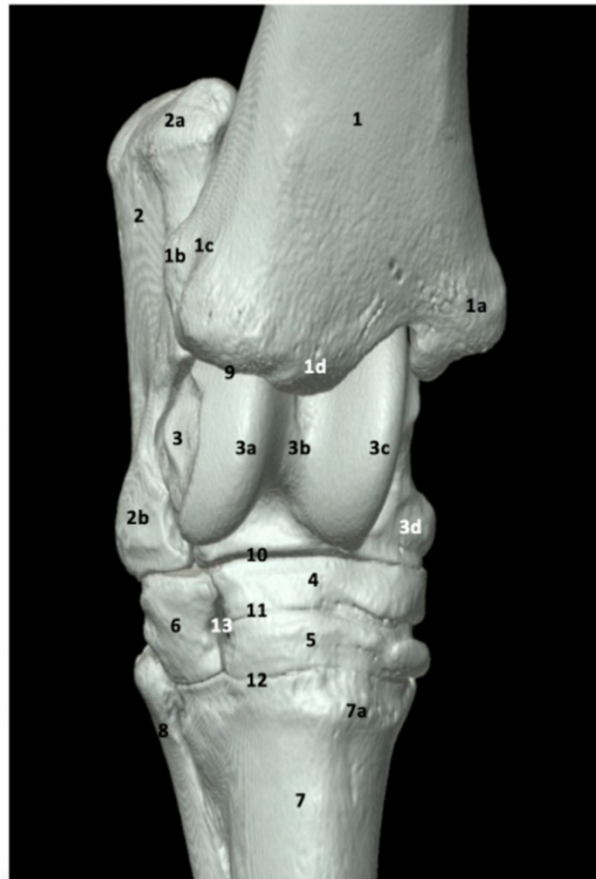


Quel tendon passe au niveau du sillon malléolaire 1.c?

Réponse : Le tendon extenseur latéral du doigt.

Figure 91: Question 2 du quizz A6 et plus jarret

VUE DORSALE



Donner le nom des articulations 10, 11 et 12. (Donner la réponse sans article, en séparant les réponses par une virgule).

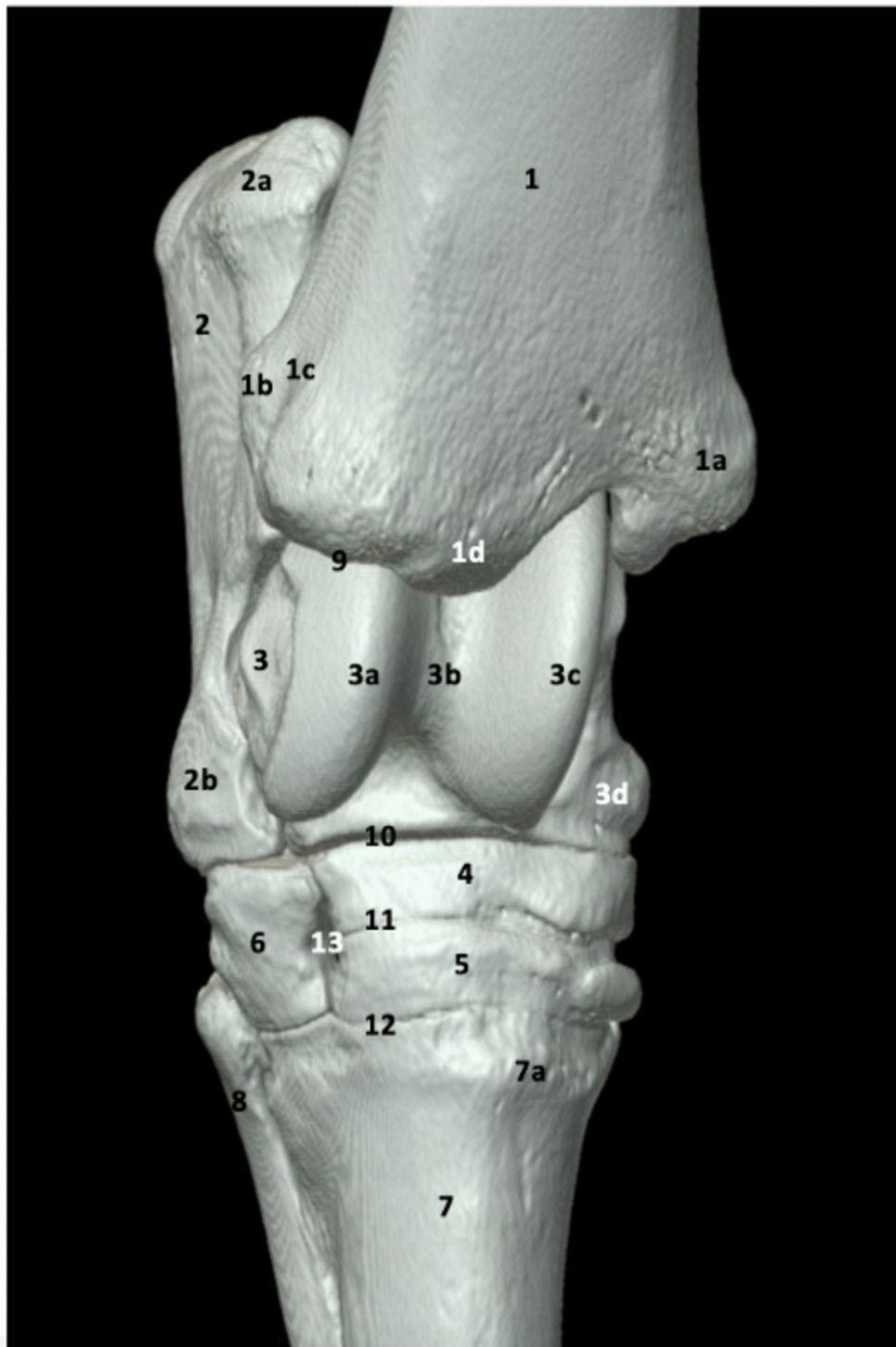
Réponse : articulation intertarsienne proximale, articulation intertarsienne distale, articulation tarsométatarsienne.



Figure 92: Question 3 du quizz A6 et plus jarret

L'élément anatomique 13 représente le canal perforant du tarse.

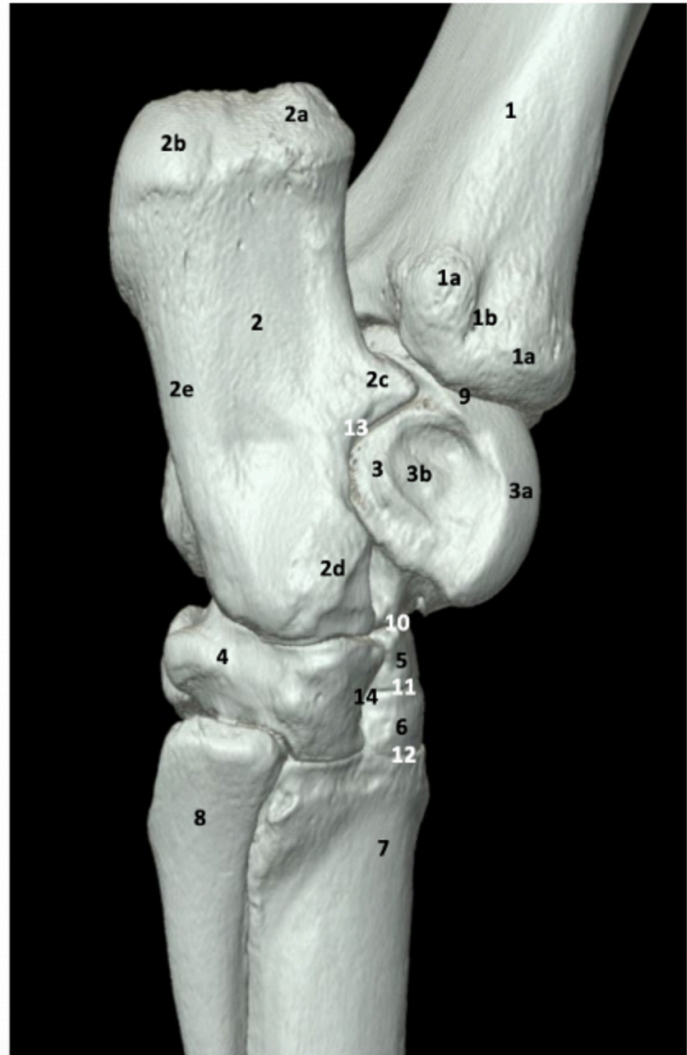
## VUE DORSALE



Réponse : Vrai

Figure 93: Question 4 du quizz A6 et plus jarret

## VUE CAUDO-LATÉRALE



Comment se nomme l'élément anatomique 2.c?

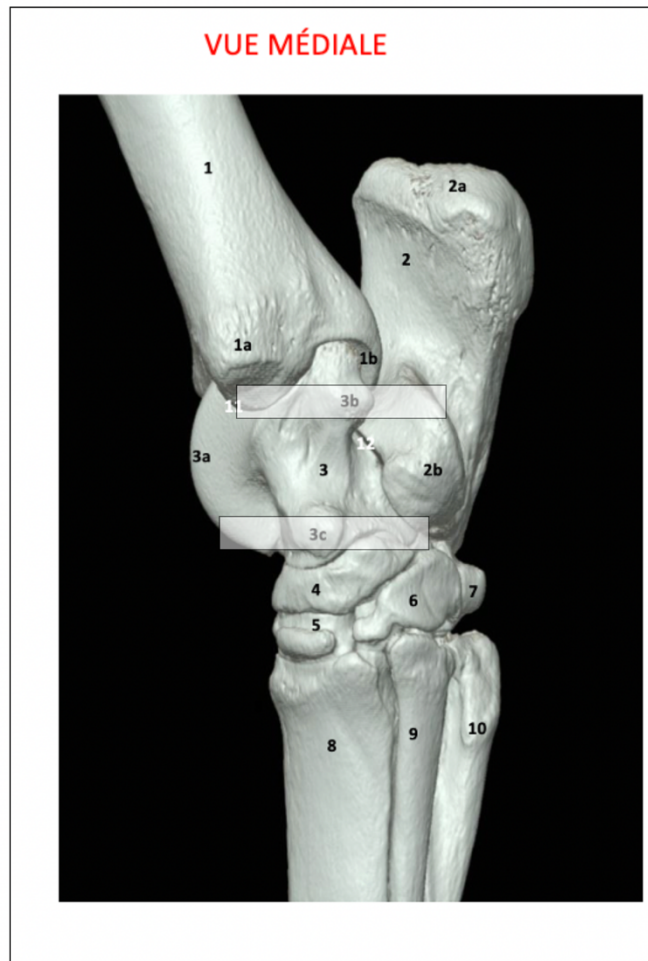
- La tubérosité d'insertion du ligament collatéral médial
- Le processus coracoïde
- Le lobe plantaire du tuber calcanei
- Le sustentaculum tali

Réponse : Le processus coracoïde.

## Figure 94: Question 5 du quizz A6 et plus jarret

Question 1 Pas encore répondu Noté sur 1,00

Faire glisser les étiquettes (tubercule proximal du talus, tubercule distal du talus) sur les éléments anatomiques correspondants.



Tubercule proximal du talus

Tubercule distal du talus

Réponse :

## VUE MÉDIALE

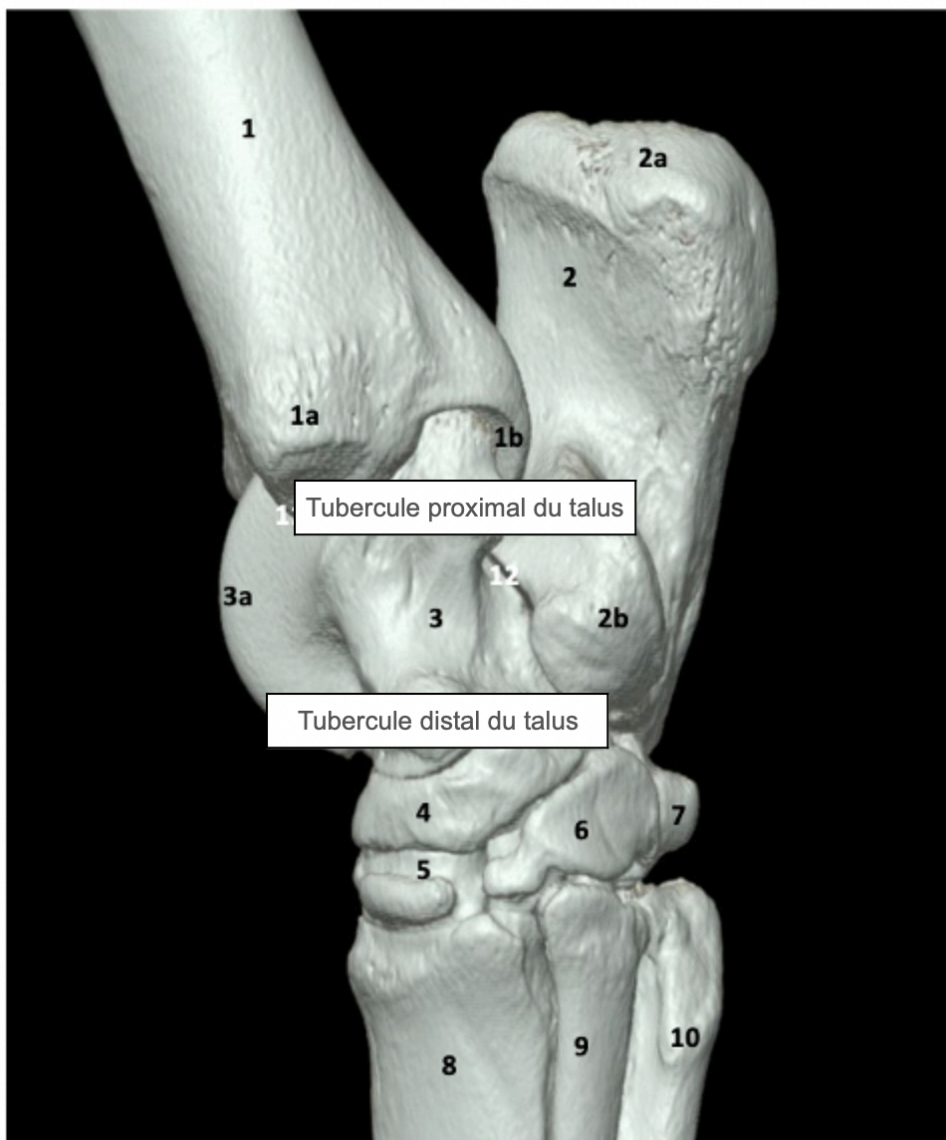
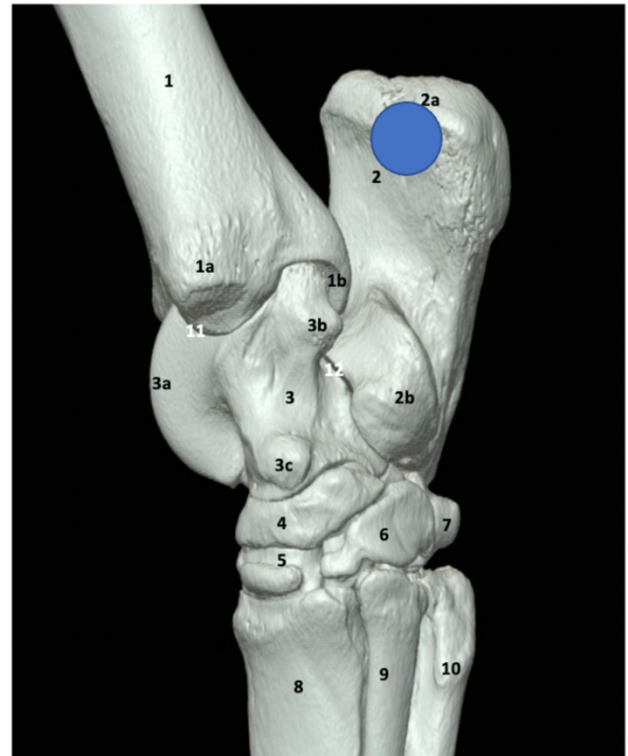


Figure 95: Question 6 quizz A6 et plus jarret

VUE MÉDIALE



La calotte calcanéenne du fléchisseur superficiel du doigt se situe au niveau du cercle bleu.

Réponse : Vrai

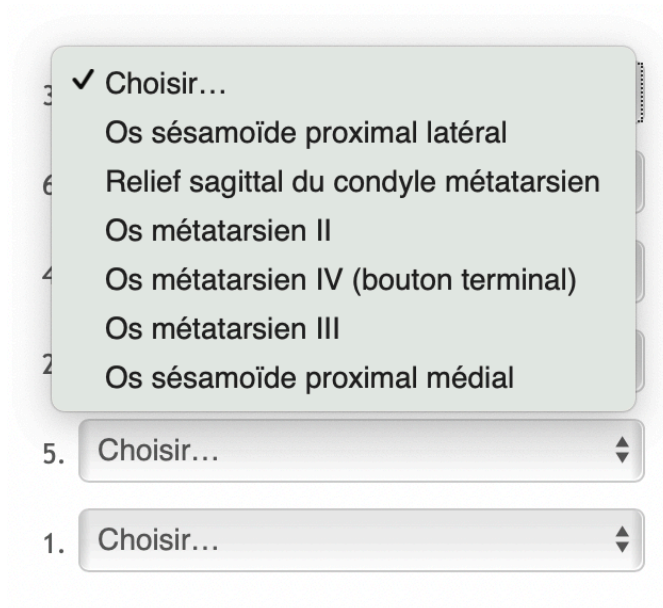
Figure 96: Question 1 du quizz tronc commun métatarse

Question 1 Pas encore répondu Noté sur 1,00

VUE PLANTAIRE



Légender cette région métatarsienne gauche.

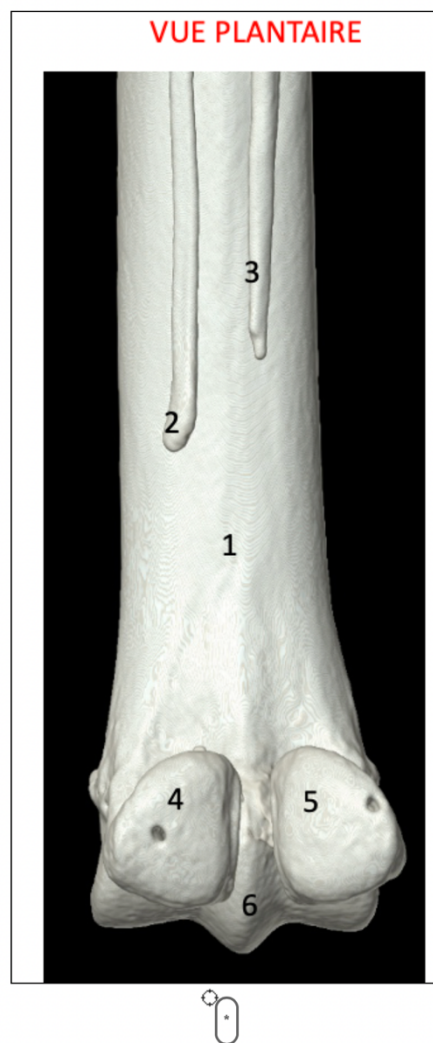


Réponse :

1. Os métatarsien III
1. Os métatarsien IV (bouton terminal)
2. Os métatarsien II
3. Os sésamoïde proximal latéral
4. Os sésamoïde proximal médial
5. Relief sagittal du condyle métatarsien

**Figure 97: Question 2 du quizz tronc commun métatarse**

Déplacer le marqueur sur l'os sésamoïde proximal latéral de ce membre postérieur gauche.



Réponse : Il faut faire glisser le marqueur au niveau du numéro 4.



## Figure 98: Question 1 du quizz A6 et plus métatarse

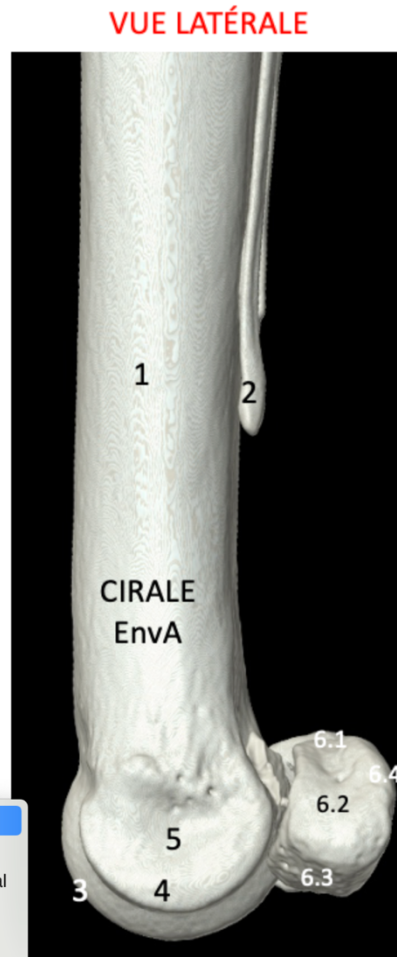
### Question 1

Pas encore répondu Noté sur 1,00

Légender le métatarse gauche de cheval suivant.

- ✓ Choisir...
- Relief sagittal du condyle métatarsien
- Bord palmaire de de l'os sésamoïde proximal médial
- Corps de l'os sésamoïde proximal médial
- Base de de l'os sésamoïde proximal médial
- Apex de l'os sésamoïde proximal médial

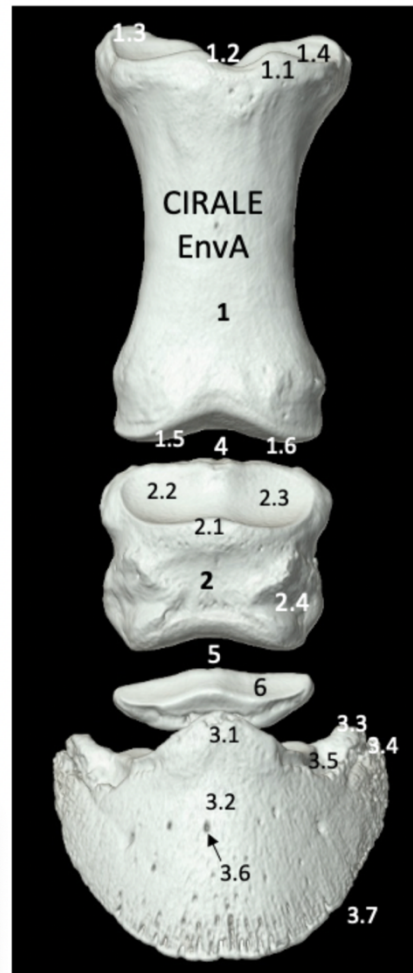
6.2 Choisir...



**Réponse :** 3 : Relief sagittal du condyle métatarsien, 6.1 : Apex de l'os sésamoïde proximal médial, 6.2 : Corps de l'os sésamoïde proximal médial, 6.3 : Base de de l'os sésamoïde proximal médial, 6.4 : Bord palmaire de de l'os sésamoïde proximal médial

Figure 99: Question 1 du quizz tronc commun pied

VUE DORSALE



Légènder le pied gauche de cheval suivant.

- ✓ Choisir...
- Éminence plantaire médiale
- Os sésamoïde distal (Face articulaire)
- Processus extensorius
- Cavité glénoïdale latérale
- Gorge sagittale proximale

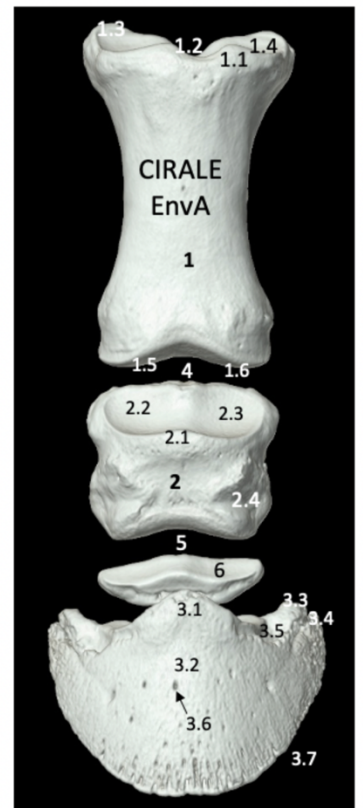
3.1 Choisir...

6. Choisir...

Réponse : 1.2 : Gorge sagittale proximale, 1.3 : Éminence plantaire médiale, 2.2 : Cavité glénoïdale latérale, 3.1 : Processus extensorius, 6 : Os sésamoïde distal (Face articulaire)

**Figure 100: Question 2 du quizz tronc commun pied**

**VUE DORSALE**



Le tendon extenseur dorsal du doigt vient s'insérer sur le processus extensorius de la phalange distale (élément anatomique 3.1.).

Veillez choisir une réponse.

- Vrai
- Faux

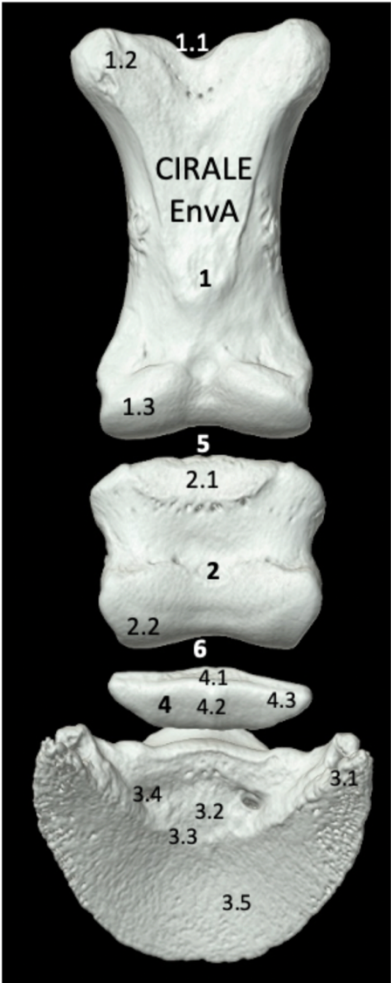
Réponse : Vrai

Figure 101: Question 3 du quizz tronc commun pied

Nommer la surface de glissement qui se trouve à la face plantaire de l'os sésamoïde distal.(4)

Réponse :

VUE PLANTAIRE



Réponse : Facies flexoria.

Figure 102: Question 1 du quizz A6 et plus pied

**VUE PLANTAIRE**

Légender le pied gauche de cheval suivant.

- ✓ Choisir...
- Bord proximal de l'os sésamoïde distal
- Eminence plantaire latérale
- Partie distale du processus palmaire
- Facies flexoria (Relief sagittal)
- Angle médial de l'os sésamoïde distal

3.1 Choisir...

4.3 Choisir...

**Réponse :** 1.2 : Éminence plantaire latérale, 3.1 : Partie distale du processus palmaire, 4.1 : Bord proximal de l'os sésamoïde distal, 4.2 : Facies flexoria (Relief sagittal), 4.3 : Angle médial de l'os sésamoïde distal

## Figure 103: Question 2 du quizz A6 et plus pied

### Question 2

Pas encore répondu

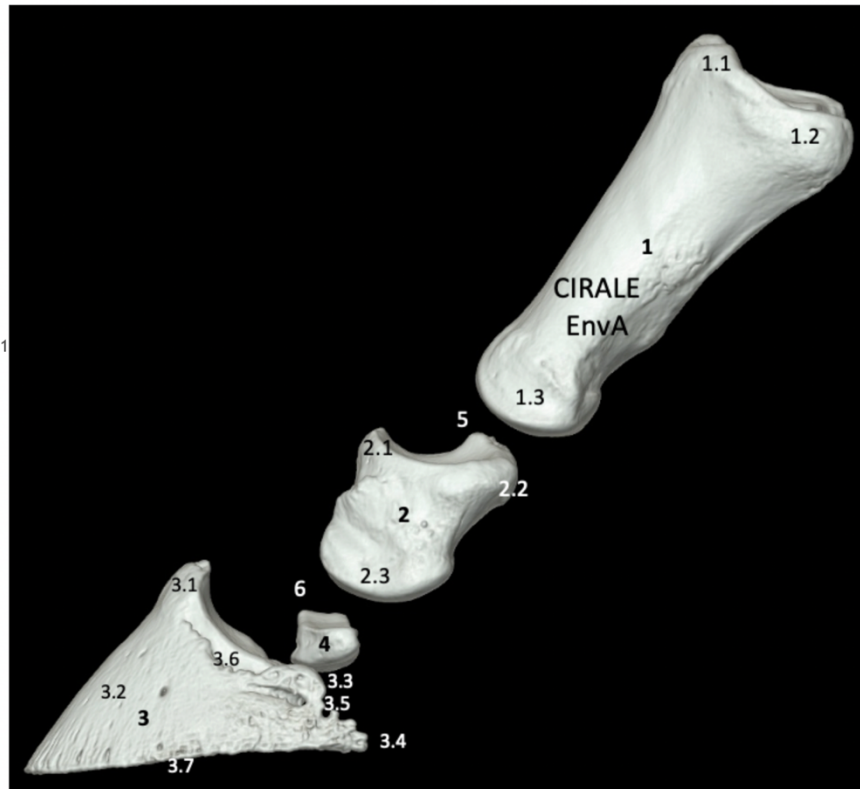
Noté sur 1,00

Marquer la question

Modifier la question

### VUE MEDIALE

Comment se nomme l'élément anatomique 3.1

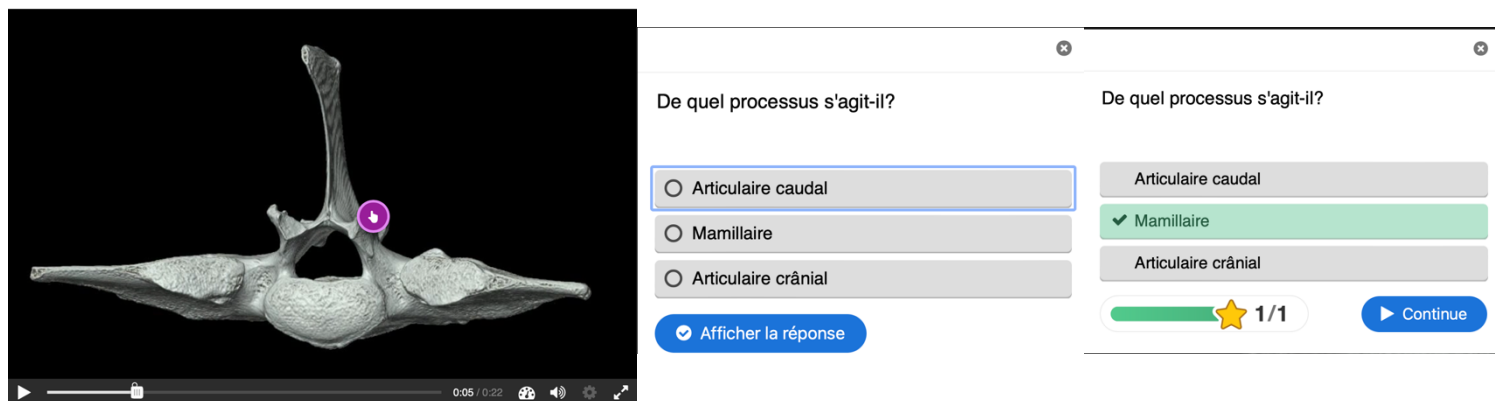


Réponse : Processus extensorius de la phalange distale.

Des vidéos interactives sont ensuite réalisées avec une ou deux questions par vidéo.

Les figures 104 à 118 ci-dessous sont des captures d'écran de la plateforme Eve avec les différentes questions sur les vidéos interactives.

**Figure 104: Question vidéo interactive tronc commun L6**



**Figure 105: Question vidéo interactive L6 A6 et plus**

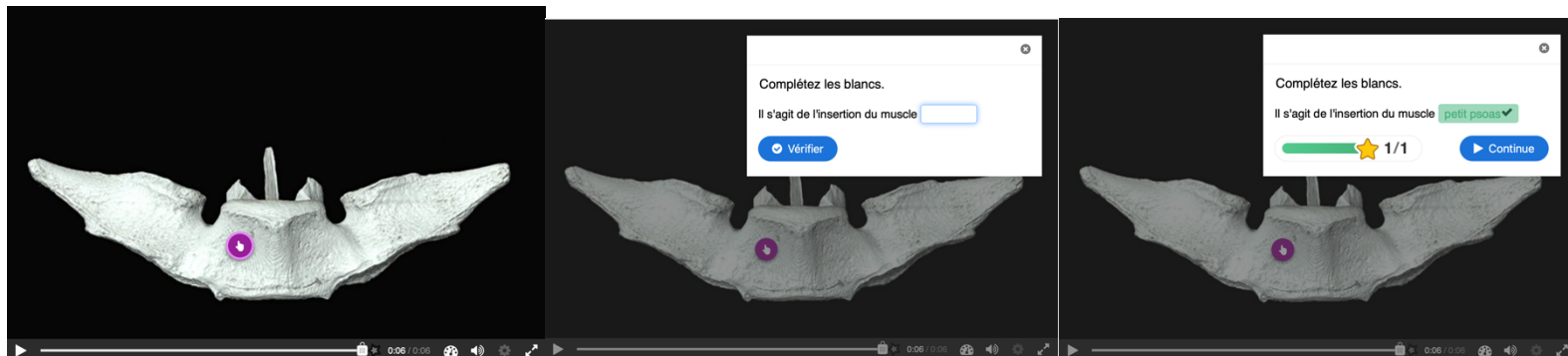
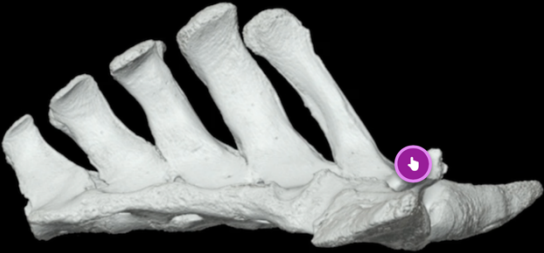


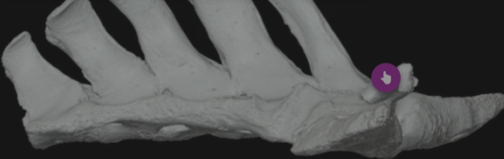
Figure 106: Question vidéo interactive tronc commun sacrum



L'élément anatomique désigné est le processus artulaire caudal.

Vrai  Faux

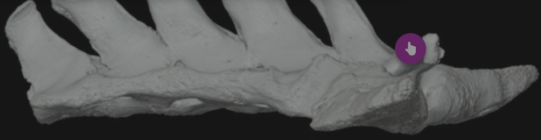
Vérifier



L'élément anatomique désigné est le processus artulaire caudal.

Vrai  Faux

Vérifier

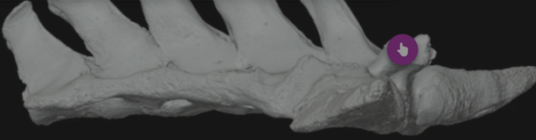


L'élément anatomique désigné est le processus artulaire caudal.

Vrai  Faux ✓

En effet, il s'agit du processus artulaire crânial.

1/1 Continue



L'élément anatomique désigné est le processus artulaire caudal.


Vrai ✗  Faux

Non, il s'agit du processus artulaire crânial.

0/1



Figure 107: Question vidéo interactive sacrum A6 et plus



Complétez les blancs. (3 mots attendus pour chaque blanc)

Quel est le nom de la formation anatomique désignée par la flèche?

Avec quelle formation anatomique s'articule-t-elle?

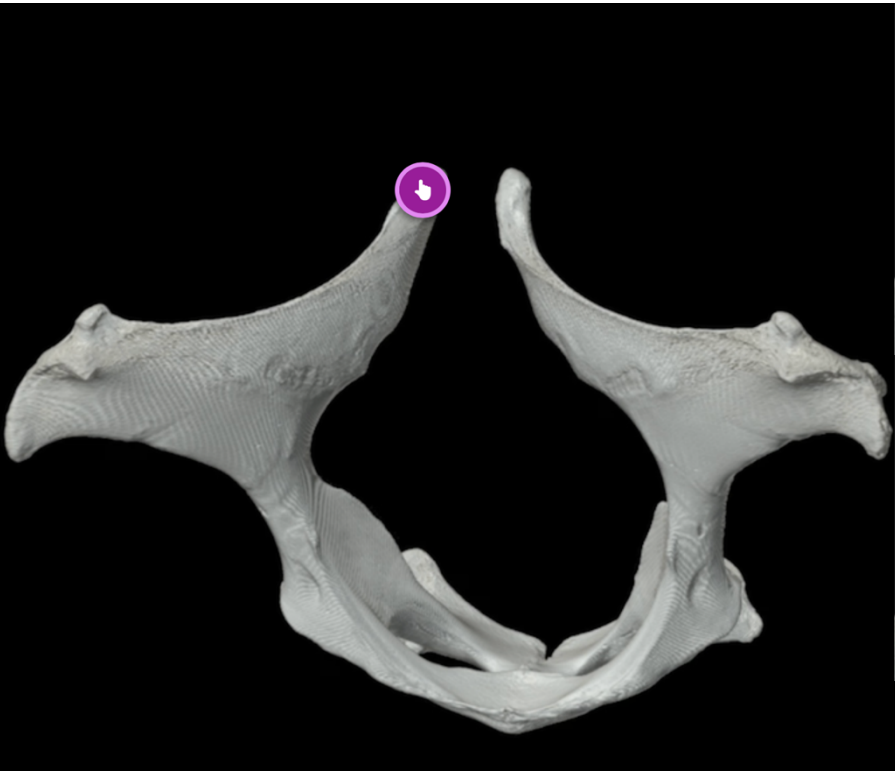
Complétez les blancs. (3 mots attendus pour chaque blanc)

Quel est le nom de la formation anatomique désignée par la flèche?

Avec quelle formation anatomique s'articule-t-elle?

★ 2/2

Figure 108: Question vidéo interactive tronc commun os coxal



Complétez les blancs.

Il s'agit de l'angle de la

[Vérifier](#)

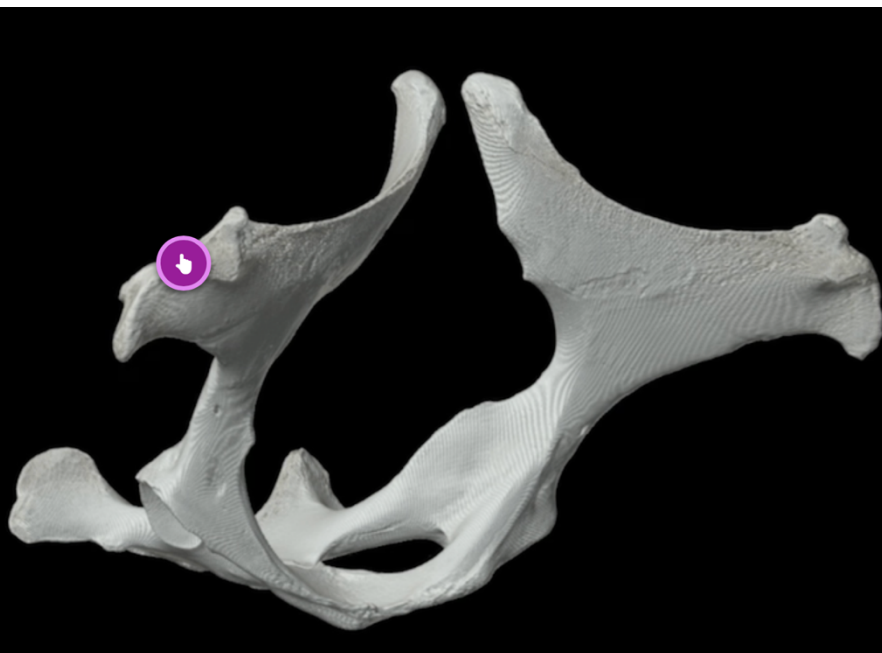
Complétez les blancs.

Il s'agit de l'angle de la .

[Continue](#)

1/1

Figure 109: Question vidéo interactive os coxal A6 et plus



Complétez les blancs.


Lors de fracture de ce relief, le tuber , on parle de hanche . Il s'agit le plus souvent de fracture de type .

Complétez les blancs.

Lors de fracture de ce relief, le tuber , on parle de hanche . Il s'agit le plus souvent de fracture de type .

3/3

Figure 110: Question vidéo interactive tronc commun fémur



Complétez les blancs en écrivant en toute lettre.


Cette formation anatomique représente le

Le muscle fessier  s'y insère.

Complétez les blancs en écrivant en toute lettre.

Cette formation anatomique représente le . Le muscle fessier  s'y insère.

Figure 111: Questions vidéo interactive fémur A6 et plus



Complétez les blancs.

Ce relief représente la lèvre  du fémur, les lésions d'OCD y sont  fréquentes par rapport à la lèvre médiale du fémur.

Vérifier

Complétez les blancs.

Ce relief représente la lèvre  du fémur, les lésions d'OCD y sont  fréquentes par rapport à la lèvre médiale du fémur.

2/2



Complétez les blancs.

Cet élément anatomique représente le condyle  du fémur, les kystes osseux sous-chondraux y sont  fréquents par rapport au condyle latéral du fémur.

Vérifier

Complétez les blancs.

Cet élément anatomique représente le condyle  du fémur, les kystes osseux sous-chondraux y sont  fréquents par rapport au condyle latéral du fémur.

2/2

Figure 112: Question vidéo interactive tronc commun rotule



Le muscle quadriceps fémoral s'insère sur cette partie de la rotule (partie proximale).

Vrai  Faux

Vérier


Le muscle quadriceps fémoral s'insère sur cette partie de la rotule (partie proximale).

Vrai  Faux

Vous avez obtenu 1 points sur un total de 1

1/1 Continue

Figure 113: Question vidéo interactive A6 et plus rotule



De quel angle de la rotule s'agit-il?

Latéral

Médial ✓

Qu'est-ce qui s'insère à cet endroit?

Le ligament fémoro-tibial médial

Le ligament patellaire médial (par l'intermédiaire du fibrocartilage parapatellaire) ✓

Figure 114: Questions vidéo interactive tronc commun tibia



Il s'agit de l'insertion du ligament croisé crânial?

Vrai  Faux

Vrai  Faux ✓

**Effectivement, il s'agit de l'insertion du ligament croisé caudal.**

✓ Vérifier

★ 1/1

▶ Continue

Figure 115: Question vidéo interactive tibia A6 et plus



Complétez les blancs (1 mot puis 2 mots).

La formation anatomique désignée est la  tibiale. Les lésions d'ostéochondrose du jarret sont plus fréquentes au niveau du  de la cochlée tibiale.

Complétez les blancs (1 mot puis 2 mots).

La formation anatomique désignée est la  tibiale. Les lésions d'ostéochondrose du jarret sont plus fréquentes au niveau du  de la cochlée tibiale.



Figure 116: Questions vidéo interactive jarret A6 et plus



Complétez les blancs.

L'éparvin touche principalement deux articulations du jarret: l'articulation  et l'articulation .

✓ Vérifier

Complétez les blancs.

L'éparvin touche principalement deux articulations du jarret: l'articulation  et l'articulation .

★ 2/2

▶ Continue

Choisissez l'affirmation exacte.

✓ Progression : 0/1

Les lésions d'éparvin sont souvent bilatérales et sont dorsales/dorso-médiales. Elles sont fréquentes chez le cheval de sport. La gestion thérapeutique passe par des biphosphonates par voie générale, des injections intra-articulaires et une gestion de l'activité (limiter le travail en cercle, proscrire les sols durs et limiter le poids). Une ferrure avec un fer asymétrique (branche interne biseauté/étroite et branche externe large) est aussi utilisée.

Les lésions d'éparvin sont souvent bilatérales et sont dorsales/dorso-médiales. Elles sont fréquentes chez le cheval de sport. La gestion thérapeutique passe par des biphosphonates par voie générale, des injections intra-articulaires et une gestion de l'activité (limiter le travail en cercle, proscrire les sols durs et limiter le poids). Une ferrure avec un fer asymétrique (branche interne biseauté/étroite et branche externe large) est aussi utilisée.

Les lésions d'éparvin sont souvent bilatérales et sont dorsales/dorso-latérales. Elles sont fréquentes chez le cheval de course. La gestion thérapeutique passe par des biphosphonates par voie générale, des injections intra-articulaires et une gestion de l'activité (limiter le travail en cercle, proscrire les sols mous et limiter le poids). Une ferrure avec un fer asymétrique (branche externe biseauté/étroite et branche interne large) est aussi utilisée.

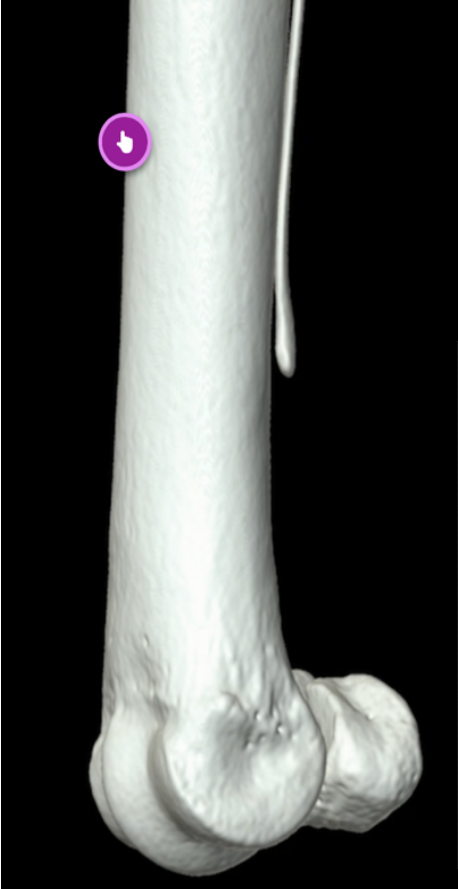
Votre résultat :

✓ Progression : 1/1

★ 1/1

▶ Continue

Figure 117: Question vidéo interactive métatarse A6 et plus



La face dorsale du canon peut présenter des "sore shine" chez de jeunes chevaux?

Vrai  Faux

Vérier

La face dorsale du canon peut présenter des "sore shine" chez de jeunes chevaux?

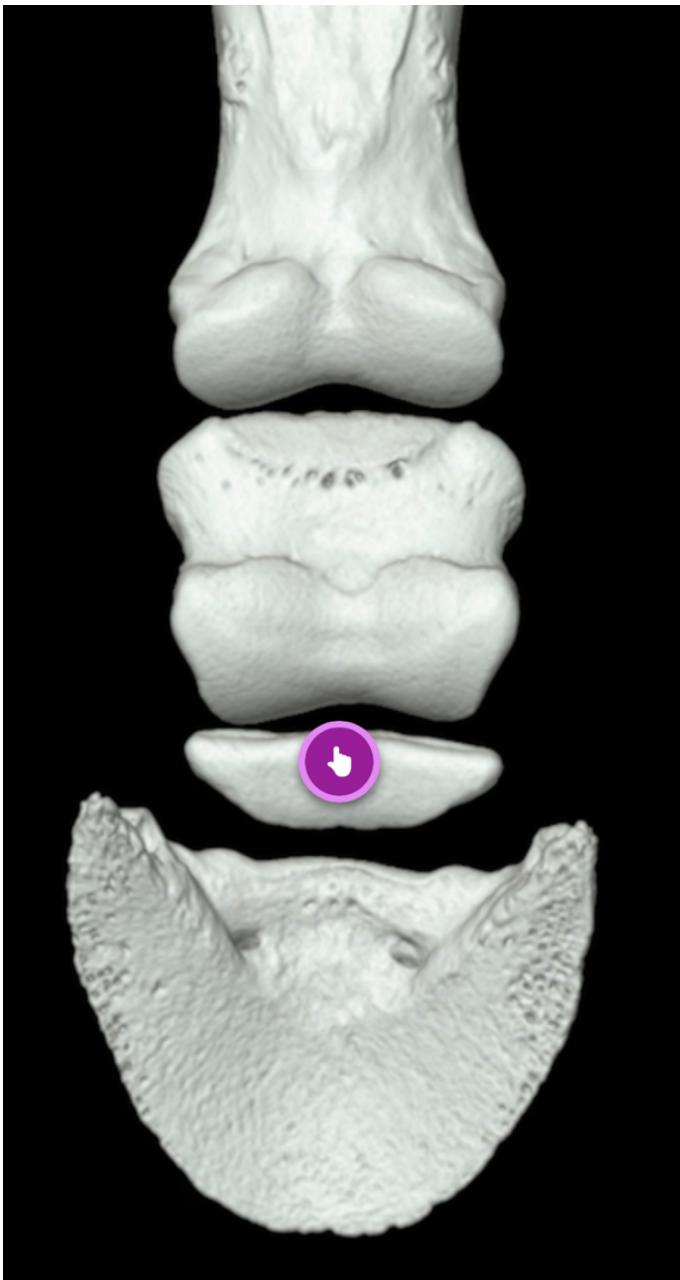
Vrai  Faux

**Lésions sur les jeunes Purs Sangs à l'entraînement dues à un stress chronique et des micro-fêlures du canon dorsal.**

1/1

Continue

Figure 118: Question vidéo interactive tronc commun pied



Complétez les blancs.

La formation anatomique suivante est la facies . Si elle est ulcérée, elle peut provoquer un syndrome  chez le cheval.

✓ Vérifier

Complétez les blancs.

La formation anatomique suivante est la facies . Si elle est ulcérée, elle peut provoquer un syndrome  chez le cheval.

✓  ✓  2/2

▶ Continue

# Quatrième partie: discussion

---

## 1. Analyse critique du travail effectué

Les images scanner ont été réalisées sur des os isolés et non sur un cheval vivant, ce qui peut légèrement modifier l'image obtenue par rapport à la réalité notamment en lien avec des irrégularités et usures de ces pièces isolées. De plus, certains os présentaient des anomalies ostéo-articulaires ou des variantes anatomiques comme le sacrum qui possède des processus articulaires à droite et à gauche non soudés par exemple.

Concernant l'interface utilisée sur Eve, j'ai rencontré quelques difficultés au départ à comprendre tous les outils disponibles, mais une fois que toutes les options ont été appréhendées, il a été assez simple d'utiliser la plateforme.

L'ostéologie équine est un prérequis essentiel afin de pouvoir interpréter les examens complémentaires effectués sur les chevaux (radiographie, échographie, scanner et IRM). La représentation 3D des os du membre, obtenue grâce au scanner est très intéressante d'un point de vue pédagogique, l'étudiant peut alors analyser l'os comme il le souhaite et en avoir une représentation précise.

Les quizz permettent de tester les connaissances acquises et poussent les étudiants à réellement apprendre l'ostéologie du membre pelvien.

À terme, les images obtenues permettront sûrement de remplacer les TD en présentiel avec les pièces osseuses et permettront aux étudiants de pouvoir étudier l'ostéologie du membre pelvien autant de temps qu'ils le souhaitent.

## 2. Application clinique du scanner à l'exploration du membre pelvien du cheval

Dans cette partie, nous allons nous intéresser à des lésions osseuses du membre pelvien dans lesquelles l'examen scanner a su se montrer utile dans leur exploration.

En effet, les affections osseuses du membre pelvien sont très fréquentes chez le cheval athlète, il est donc important de bien savoir les diagnostiquer afin de les traiter au mieux.

L'examen scanner permet de mettre en évidence précisément les fractures osseuses, les zones de sclérose osseuse et d'ostéolyse.

### A. Utilisation de l'examen scanner dans le diagnostic d'une fracture de l'acétabulum

Nous allons illustrer l'intérêt du scanner dans le diagnostic d'une fracture de l'acétabulum à travers deux cas dans l'étude de *Trump et al, 2011* : le cas 1 d'une pouliche Pur-Sang d'un an et le cas 2 d'une pouliche Pur-Sang de 6 mois.

En effet, les fractures de la hanche qui impliquent l'acétabulum sont assez fréquentes chez les chevaux qui glissent et tombent sur le côté. Cela cause souvent une boiterie du membre postérieur, pas toujours directement visible après le trauma. Ces chevaux se fracturent le col ou la tête du

fémur, l'acétabulum et la fracture peut s'étendre au pubis, à l'ilium ou encore à l'ischium. Une asymétrie de la région de la croupe peut être visible, ainsi que des crépitations à la manipulation de la hanche ou un gonflement, mais ces signes ne sont pas toujours présents. Le diagnostic n'est alors pas toujours aisé et requiert des examens complémentaires. Pour le diagnostic final, plusieurs examens sont utilisables : les anesthésies de l'articulation coxo-fémorale en combinaison avec des radiographies (sur cheval couché ou debout), des échographies ou un examen scintigraphique. L'examen scanner peut alors une meilleure résolution pour le diagnostic ainsi que le pronostic.

Dans l'étude de *Trump et al (2011) I*, les deux pouliches ont été référées pour l'investigation d'une boiterie sévère du postérieur gauche. Les deux pouliches sont en pâtures et ont sûrement chuté dans ces dernières. La boiterie du cas 1 évolue depuis 2 semaines.

L'examen physique statique est normal, elles ne présentent pas de gonflement ou d'asymétrie au niveau de la croupe. La phase antérieure de la foulée du postérieur gauche est réduite, et elles présentent une boiterie de grade 3 à 4/5 du postérieur gauche au trot. Un inconfort est présent lors de la palpation du tuber coxae. L'abduction du postérieur gauche provoque une légère douleur pour le cas 2 mais pas pour le cas 1. Les deux pouliches sont trop petites pour réaliser un examen transrectal en sécurité.

Des anesthésies diagnostiques sont tout d'abord réalisées. L'injection de 15 ml de mépivacaine est réalisée dans l'articulation coxo-fémorale des deux pouliches. Pour le cas 1, cela permet de passer à une boiterie de grade 2/5 et pour le cas 2, on a une résolution presque totale de la boiterie.

L'examen échographique de la hanche n'a pas révélé d'anomalie.

Un examen radiographique sur cheval debout est ensuite effectué. Pour le cas 1, il n'y avait pas de mise en évidence d'une fracture impliquant d'acétabulum. Pour le cas 2, une fracture a été montrée, avec un déplacement du corps de l'ilium à gauche avec une communication articulaire possible mais non démontrée.

Un examen radiographique sur cheval couché est ensuite réalisé. Dans le cas 1, la flèche noire sur la figure 119 suivante montre une ligne radio transparente au niveau de l'acétabulum qui se prolonge dans le bord crânial du pubis (flèche blanche).



**Figure 119: Radiographie en décubitus dorsal, cas 1, Trump et al. 2011**

Dans le cas 2, une ligne radio transparente est mise en évidence sur la figure 120 au niveau du corps de l'ilium gauche avec un petit déplacement. Une implication de l'acétabulum et donc une fracture articulaire est suspectée.



**Figure 120: Radiographie en décubitus dorsal, cas 2, Trump et al. 2011**

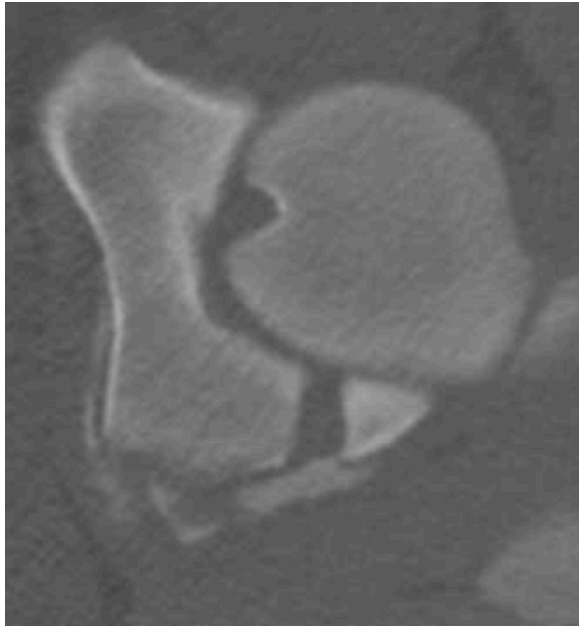
L'examen radiographique n'a donc pas permis dans ces deux cas de donner avec certitude un diagnostic définitif, notamment de préciser clairement l'orientation des fractures et leur caractère comminutif ou non.

L'anesthésie utilisée pour les radiographies a ensuite été maintenue afin de réaliser un examen scanner. Les postérieurs sont étendus caudalement comme montré sur la figure 121 ci-dessous.



**Figure 121: Examen scanner d'une hanche d'un cheval en décubitus dorsal, Trump et al. 2011**

Pour le cas 1, une fracture évidente de l'acétabulum gauche est visible avec un fragment libre de la partie dorsale de l'acétabulum qui est identifié. Il y a de plus un cal en formation autour du site de fracture. La congruence de l'acétabulum est compromise ce qui conduit à un espace plus important au niveau de l'articulation coxo-fémorale. Plusieurs autres petits fragments sont identifiés (figure 122).



**Figure 122: Examen scanner en décubitus dorsal, cas 1, Trump et al. 2011**

(Image montrant une fracture évidente de l'acétabulum gauche avec un fragment libre provenant du rebord acétabulaire dorsal).

Quant au cas 2, une ligne de fissure est identifiée sur le corps de l'ilium à gauche, avec une extension à l'acétabulum confirmant le caractère articulaire de cette fracture et le faible déplacement des formations anatomiques osseuses (figure 123).



**Figure 123: Examen scanner en décubitus dorsal, cas 2, Trump et al. 2011**

Les deux pouliches ont été renvoyées chez elles et traitées de manière conservatrice avec un confinement strict au box pendant 2 mois. Pour le cas 1, deux mois après la fracture, la phase antérieure de la foulée au trot était encore un peu réduite, sans asymétrie musculaire au niveau de la croupe. Pour le cas 2, une asymétrie musculaire était présente mais s'est résolue par la suite. Six mois plus tard, les deux pouliches étaient de retour en pâture sans signes de boiterie. Un test de flexion du postérieur lésé était négatif pour le cas 1.

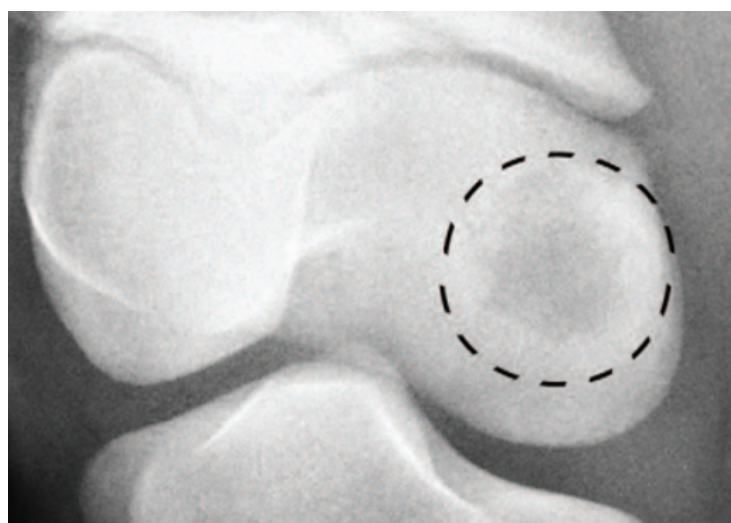
L'examen scanner se révèle donc être un outil précieux pour le diagnostic des fractures de la hanche qui impliquent l'acétabulum. En effet, l'examen radiographique n'est pas assez sensible pour identifier les fractures avec déplacements légers et pour voir si la fracture est articulaire ou non. Dans le cas 2, la quantité de tissu mou était plus petite ce qui a permis tout de même d'améliorer la qualité de la radiographie. Concernant l'examen radiographique debout, la qualité des images est diminuée à cause des petits mouvements du cheval ainsi que du temps d'exposition qui est long. La quantité élevée de tissu mou au niveau de la hanche dégrade également l'image avec une dispersion du faisceau plus élevée. Avec l'examen radiographique, plusieurs choses n'ont pas pu être évaluées avec certitude : la partie exacte fracturée de la hanche, le degré de déplacement, la présence ou non de fragments ainsi que la communication articulaire ou non. L'examen scanner par sa capacité diagnostique élevée et son aspect 3D permet d'établir un diagnostic de certitude offrant ainsi la possibilité d'émettre un pronostic plus précis et pertinent.

Cependant la limite de cette technique est la réalisation d'une anesthésie générale chez des chevaux présentant une fracture du bassin avec un risque non négligeable d'aggravation des lésions au réveil. De plus, le coût est élevé mais cela peut valoir la peine en fonction des cas au vu de la qualité du résultat. La taille du cheval peut également être un facteur limitant notamment sur des scanners de dimension conventionnelle.

### **B. Utilisation de la microtomographie aux rayons X pour explorer l'étiologie les lésions kystiques juvéniles du condyle fémoral médial crânial**

L'étude de *Lemirre et al. (2021)* s'intéresse à l'étiologie des lésions kystiques du condyle fémoral crânial chez le jeune Pur-Sang. L'objectif de l'étude est de mieux comprendre l'étiopathogénie de ces lésions kystiques pour mieux les prendre en charge. Il est démontré *in fine* que ces lésions sont axiales chez les Pours-Sangs âgés de moins de 6 mois au cours de l'ossification endochondrale et centrales ensuite. Une étiologie traumatique est ensuite mise en évidence dans cette étude avec une absence de nécrose cartilagineuse et la présence de fibrine chez des individus présentant des lésions kystiques.

Cette étude est fortement liée à celle de *Denoix et al. (2013)* ; cependant, elle reste intéressante puisqu'elle utilise la microtomographie aux rayons X pour explorer des lésions kystiques comme celle illustrée dans la figure 124 ci-dessous.

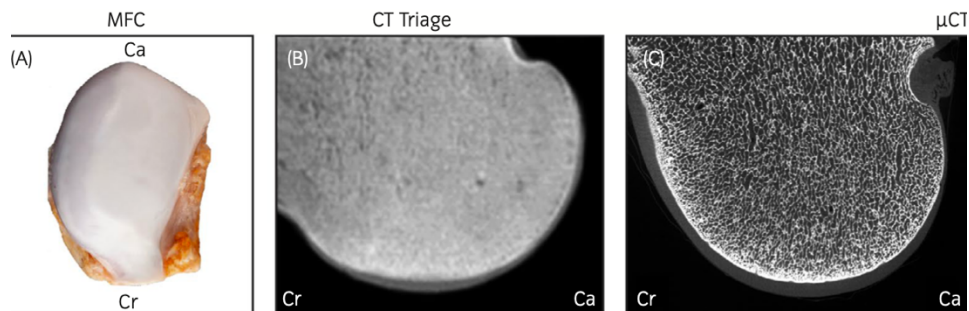


**Figure 124: Kyste osseux sous chondral du condyle fémoral médial d'un Pur-Sang de moins d'un an, Oldstad et al., 2011**



En effet, l'acquisition des images par microtomographie aux rayons X a permis de détecter des lésions kystiques du condyle fémoral médial crânial non identifiées à l'examen scanner conventionnel, de visualiser plus précisément les pertes de substance et les lésions d'indentations profondes : compatible avec une cicatrisation.

La précision obtenue avec la microtomographie aux rayons X est illustrée dans la figure 125 ci-dessous.

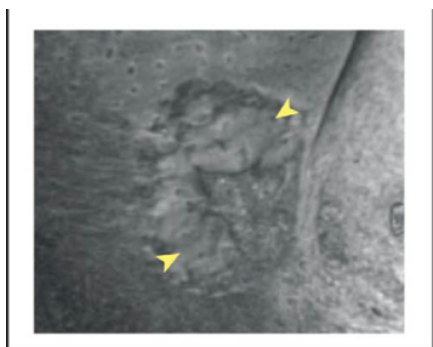


**Figure 125: Aspect macroscopique (A), scanner conventionnel (B), microtomographie aux rayons X (C), Lemirre et al. (2021)**

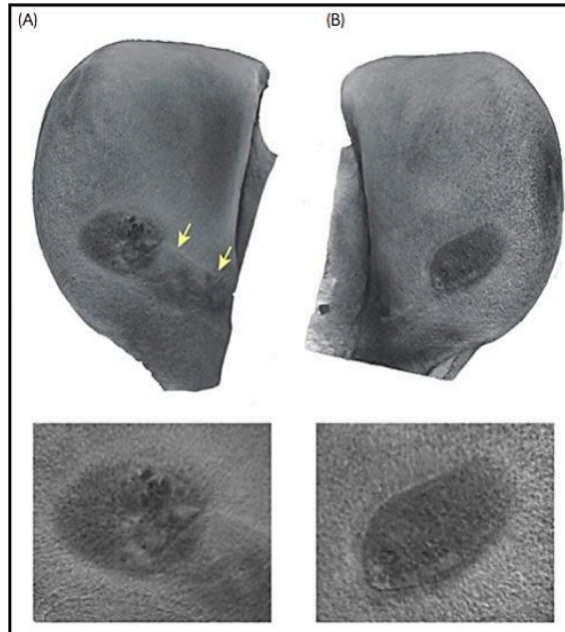
La figure 125 confirme que la microtomographie aux rayons X permet une évaluation très précise de la structure osseuse, elle permet une analyse 3D de la trabéculatation osseuse avec une résolution de l'ordre de 1 micromètre.

La figure 126 illustre la précision obtenue grâce à la microtomographie aux rayons X. La perte de substance ostéochondrale est visible et des indentations compatibles avec un processus d'ossification micro focale au cours de la cicatrisation.

**Figure 126: Lésion kystique du condyle fémoral médial crânial chez un poulain de 2 mois, microtomographie aux rayons X, Lemirre et al. (2021)**



La figure 127 obtenue chez un poulain de 6 à 8 mois révèle une absence de canaux vasculaires (aspect non poreux), deux lésions et une zone cicatricielle (flèches jaunes).



**Figure 127: Lésion kystique du condyle fémoral médial crânial chez un poulain de 6 à 8 mois, microtomographie aux rayons X, Lemirre et al. (2021)**

Les flèches jaunes représentent une zone cicatricielle.

En conclusion, cette étude est intéressante pour montrer que d'autres techniques d'imagerie peuvent se développer à partir de l'examen scanner afin d'avoir une précision très élevée de lésions osseuses. Néanmoins cette technique de microtomographie ne peut se réaliser que sur des fragments osseux isolés de taille faible.



# Conclusion

---

Les affections du membre pelvien chez le cheval représentent une partie considérable des affections locomotrices équine, aussi bien chez les chevaux de sport, que de course ou encore de loisir. L'utilisation de l'examen tomodensitométrique (scanner) permet d'établir un diagnostic très précis des lésions osseuses du membre pelvien et ainsi de pouvoir réaliser au mieux les traitements adéquats de ces affections.

L'examen tomodensitométrique est basé sur les mêmes principes physiques que la radiologie mais ce dernier permet d'avoir des coupes et offre une capacité 3D essentielle.

Avant de pouvoir diagnostiquer toutes ces entités pathologiques, une connaissance exacte de l'anatomie est requise, notamment de l'ostéologie. La réalisation d'un support pédagogique pour l'enseignement de l'ostéologie du membre pelvien en école vétérinaire a ainsi été effectué. Le but est d'optimiser l'enseignement, avec comme objectif de remplacer les cours d'ostéologie en présentiel. Des quizz pour l'enseignement commun et pour les étudiants ayant choisi la A6 équine ont également été déposés sur la plateforme d'apprentissage de l'école (Eve).

Ce travail à visée pédagogique pourrait être réalisé sur tout le squelette du cheval afin d'avoir un apprentissage complet de l'ostéologie équine.



# Liste des références bibliographiques

---

- BARONE R. (1986) Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1, Ostéologie, 4<sup>e</sup> ed. Paris, Vigot
- CEA (2014) Le fonctionnement d'un scanner X. *In Site du commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives*. [[http://www.cea.fr/multimedia/pages/videos/culture-scientifique/sante-sciences-du-vivant/fonctionnement-scanner-x.aspx?g\\_d9247c6c\\_33b2\\_47f0\\_8fb6\\_a52f1f0ef977=2](http://www.cea.fr/multimedia/pages/videos/culture-scientifique/sante-sciences-du-vivant/fonctionnement-scanner-x.aspx?g_d9247c6c_33b2_47f0_8fb6_a52f1f0ef977=2)] (consulté le 07/07/2020).
- CONTARDI L., MANCINI L., NESIMI L. (2019) Avec l'arrivée du scanner spectral, quels sont les changements dans la pratique quotidienne des TRM ? Travail de Bachelor. Haute Ecole de Santé, Genève
- DENOIX, J.-M., JEFFCOTT, L.B., MCILWRAITH, C.W., *et al.* (2013) A review of terminology for equine juvenile osteochondral conditions (JOCC) based on anatomical and functional considerations. *The Veterinary Journal* vol. 197, n° 1, p. 29-35. [<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.03.038>]
- KINNS J., MALINOWSKI R., MCEVOY F., *et al.* (2011) Special software applications. *In Veterinary Computed Tomography*. Chichester, John Wiley & Sons Ltd, p. 67-74
- LEMIRRE, T., SANTSCHI, E.M., GIRARD, C.A., *et al.* (2022) Microstructural features of subchondral radiolucent lesions in the medial femoral condyle of juvenile Thoroughbreds: A microcomputed tomography and histological analysis. *Equine Veterinary Journal* vol. 54, n° 3, p. 601-613. [<https://doi.org/10.1111/evj.13486>]
- OLSTAD, K., YTREHUS, B., EKMAN, S., *et al.* (2011) Early Lesions of Articular Osteochondrosis in the Distal Femur of Foals. *Veterinary Pathology* vol. 48, n° 6, p. 1165-1175. [<https://doi.org/10.1177/0300985811398250>]
- SAUNDERS J., OHLERTH S. (2011) CT physics and instrumentation – mechanical design. *In Veterinary Computed Tomography*. Chichester, John Wiley & Sons Ltd, p. 1-6
- SAUNDERS J., SCHWARZ T. (2011) Principles of CT image interpretation. *In Veterinary Computed Tomography*. Chichester, John Wiley & Sons Ltd, p. 29-34
- TRUMP, M., KIRCHER, P.R., FÜRST, A. (2011) The use of computed tomography in the diagnosis of pelvic fractures involving the acetabulum in two fillies. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* vol. 24, n° 01, p. 68-71. [<https://doi.org/10.3415/VCOT-10-04-0067>]



# **LE SCANNER : UN OUTIL DE L'ENSEIGNEMENT DE L'OSTÉOLOGIE ÉQUINE DU MEMBRE PELVIEN**

---

**AUTEUR : Camille GOSSELIN**

## **RÉSUMÉ :**

L'objectif final de cette thèse est la création d'un support pédagogique pour l'enseignement d'ostéologie vétérinaire équine, et plus particulièrement du membre pelvien du cheval. En effet, afin de pouvoir interpréter correctement les images obtenues lors des examens d'imagerie et diagnostiquer les lésions osseuses du membre pelvien, il faut d'abord maîtriser l'ostéologie. De plus, les affections osseuses du membre pelvien sont fréquemment observées chez les chevaux du fait des contraintes exercées lors des courses ou des compétitions ; il y a donc un intérêt profond à les étudier.

Afin d'étudier précisément l'ostéologie du membre pelvien, nous avons utilisé l'examen tomodensitométrique (scanner), basé sur mêmes principes que la radiologie conventionnelle mais qui offre un aspect sectionnel et 3D. Afin de réaliser les images d'ostéologie du membre pelvien de cette thèse, nous avons utilisé après l'acquisition des images le mode reconstruction en trois dimensions du scanner, la reconstruction multi-plans ainsi que le filtre osseux.

Les images ont ensuite été récupérées afin de créer le support pédagogique pour l'enseignement d'ostéologie équine sur la plateforme pédagogique Eve. Il s'agit d'une base d'images légendées, ainsi que deux quizz, l'un pour l'enseignement de tronc commun et l'autre pour les étudiants ayant choisi la dominante équine en sixième année et les internes. Enfin, des movies ont été créés à partir des images, avec des vidéos interactives pour les étudiants. Les images réalisées dans le cadre de cette thèse sont incluses dans le support écrit.

## **MOTS CLÉS :**

ANATOMIE, OSTÉOLOGIE, IMAGERIE, SCANNER, TOMODENSITOMÉTRIE, CHEVAL

## **JURY :**

Président : Pr Henry CHATEAU

Directeur de thèse : Pr Fabrice AUDIGIÉ

Examinatrice : Dr Céline MESPOULHÈS-RIVIÈRE



# THE SCANNER: A TOOL FOR TEACHING OSTÉOLOGY OF THE EQUINE PELVIC LIMB

---

**AUTHOR:** Camille GOSSELIN

## **SUMMARY:**

The final objective of this thesis is the creation of a pedagogical support for the teaching of equine veterinary osteology, and more particularly of the pelvic limb of the horse. Indeed, to be able to correctly interpret the images obtained during diagnostic imaging and detect the bone lesions of the pelvic limb, it is first necessary to master the osteology. In addition, bone disorders of the pelvic limb are frequently observed in horses due to strains gone through races or competitions; there is therefore a deep interest in studying them.

In order to accurately study the osteology of the pelvic limb, we have used computed tomography (scanner) examination, based on the same principles as conventional radiology but offering 3D and cross-sectional imaging capacities. With these images and for purposes of making osteological images of the pelvic limb, we used the three-dimensional reconstruction mode of the scanner, the multi-planar reconstruction mode as well as the bone filter.

Images were then retrieved for creating the pedagogical support for the teaching of equine osteology on the teaching platform Eve. It is a tool containing a data base of captioned images, as well as two quizzes, one for common core teaching and one for students who have chosen the dominant equine in the sixth year and the interns. Finally, movies were created from the images, with interactive videos for the students. All the images are included in the written support.

## **KEYWORDS:**

ANATOMY, OSTEOLOGY, DIAGNOSTIC IMAGING, SCANNER, COMPUTED TOMOGRAPHY, HORSE

## **JURY:**

Chairperson: Pr Henry CHATEAU

Thesis Director: Pr Fabrice AUDIGIÉ

Reviewer: Dr Céline MESPOULHÈS-RIVIÈRE