



Open Archive Toulouse Archive Ouverte

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/21276>

To cite this version:

Nesen, Isabelle. *Les fractures du bassin chez le cheval: état des lieux des méthodes diagnostiques, du pronostic et du traitement*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2018, 147 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

LES FRACTURES DU BASSIN CHEZ LE CHEVAL : ETAT DES LIEUX DES METHODES DIAGNOSTIQUES, DU PRONOSTIC ET DU TRAITEMENT

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

NESEN Isabelle

Née, le 30/07/1993 à TROYES (10)

Directeur de thèse : M. Gabriel CUEVAS RAMOS

JURY

PRESIDENT :

M. Pierre PAYOUX

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

M. Gabriel CUEVAS RAMOS

M. Claude PETIT

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation
ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Directrice : **Madame Isabelle CHMITELIN**

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction (en disponibilité)*
Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*
Mme **WARET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*
Mme **COSTES Laura**, *Hygiène et industrie des aliments*
M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Pierre PAYOUX

Professeur à l'Université Toulouse III Paul Sabatier

Praticien hospitalier

Médecine Nucléaire - Pôle imagerie médicale

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse.

Hommages respectueux.

A Monsieur le Docteur Gabriel CUEVAS RAMOS

Maitre de Conférences en Chirurgie des Equidés à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pour avoir accepté d'encadrer cette thèse et m'avoir guidée au cours de ce travail.

Merci de votre rapidité de réponse et disponibilité.

A Monsieur le Professeur Claude PETIT

Professeur en Pharmacie Toxicologie à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pour m'avoir fait l'honneur de participer à ce jury de thèse, veuillez accepter mes sincères remerciements.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ILLUSTRATIONS	11
INTRODUCTION	17
I. Anatomie et physiologie fonctionnelles du bassin du cheval	18
1. Anatomie du bassin du cheval.....	18
1.1. Architecture osseuse.....	18
1.2. Musculature du bassin.....	24
1.2.1. Les muscles de la région lombo-iliaque	24
1.2.2. Les muscles fessiers	25
1.2.3. Les muscles pelviens profonds.....	25
1.3. Réseaux artérioveineux, nerveux et lymphatique.....	33
2. Physiologie du bassin : relation structure fonction	37
II. Pathophysiologie des fractures du bassin chez le cheval	39
1. Les fractures d'origine traumatique	39
1.1. Fracture du tuber coxae	40
1.2. Fracture de l'ischium ou du tuber ischii.....	40
1.3. Fracture impliquant l'acétabulum	40
1.4. Fracture de l'ilium	41
1.5. Fracture du pubis.....	41
2. Les fractures de fatigue ou fractures de stress	41
3. Les fractures du bassin chez la jument poulinière	42
III. Diagnostic des fractures du bassin chez le cheval	43
1. Quand suspecter une fracture du bassin chez le cheval ?	44
1.1. Anamnèse et commémoratifs.....	44
1.2. Examen statique	45
1.2.1. Inspection.....	45
1.2.2. Palpation – pression.....	51
1.2.3. Mobilisation.....	52
1.3. Examen dynamique	54
1.3.1. Fracture du tuber coxae.....	55
1.3.2. Fracture de l'aile de de l'ilium	56
1.3.3. Fracture du col de l'ilium.....	56
1.3.4. Fracture de l'ischium	57
1.3.5. Fracture du pubis.....	57
1.3.6. Fracture acétabulaire	57
1.4. Palpation transrectale	57

1.5.	Anesthésies nerveuses tronculaires	58
2.	Les différentes techniques d'imagerie disponibles	62
2.1.	Examen radiographique	63
2.1.1.	Indications	63
2.1.2.	Préparation du patient	63
2.1.3.	Equipement	64
2.1.4.	Examen radiographique sur cheval debout	65
2.1.5.	Examen radiographique sous anesthésie générale	69
2.1.6.	Exemples de clichés radiographiques du bassin	73
2.2.	Examen échographique	84
2.2.1.	Intérêt de l'échographie dans le diagnostic des fractures du bassin	84
2.2.2.	Préparation du patient	85
2.2.3.	Technique échographique du bassin	86
2.2.3.1.	Echographie transcutanée	86
2.2.3.2.	Echographie transrectale	95
2.3.	Gamma scintigraphie	99
2.3.1.	Principe	99
2.3.2.	Procédure	100
2.3.3.	Acquisition d'image du pelvis	100
2.3.4.	Anomalies scintigraphiques du pelvis chez le cheval	102
2.4.	Imagerie par Résonance Magnétique ou IRM	107
2.5.	Scanner ou tomодensitométrie	108
2.6.	Thermographie	109
3.	Une combinaison de techniques pour améliorer la sensibilité et la spécificité de l'examen	110
4.	Conduite à tenir en pratique	113
5.	Diagnostic différentiel	113
IV.	Pronostic et traitement des fractures du pelvis chez le cheval	116
1.	Pronostic sportif et reproducteur	116
1.1.	Fractures de l'aile ou du col de l'ilium	117
1.2.	Fractures du tuber coxae	118
1.3.	Fractures impliquant l'acétabulum	119
1.4.	Fracture de l'ischium ou de la tubérosité ischiatique	120
1.5.	Fracture du pubis et fractures multiples	120
2.	Traitement	121
2.1.	Fracture du tuber coxae	122

2.1.1.	Prise en charge hygiénique.....	122
2.1.2.	Prise en charge médicale	123
2.1.3.	Parage et ferrure.....	123
2.1.4.	Activité.....	124
2.2.	Fracture du tuber sacrale	125
2.3.	Fracture de l'ischium et de la tubérosité ischiatique	125
2.4.	Fracture d'une aile ou du col de l'ilium.....	126
2.4.1.	Prise en charge hygiénique et retour au travail.....	126
2.4.2.	Prise en charge médicale	126
2.5.	Fracture de l'acétabulum.....	126
2.6.	Fracture sacro-iliaque	127
2.6.1.	Prise en charge hygiénique et médicale	127
2.6.2.	Thérapies adjuvantes.....	127
2.6.3.	Rééducation et retour à l'exercice.....	128
2.7.	Fractures du pubis	128
2.8.	Fractures multiples	128
V.	Les fractures du bassin chez le poulain	129
1.	Pathophysiologie.....	129
2.	Présentation clinique et diagnostic	130
3.	Traitement et pronostic.....	130
VI.	Etude comparative avec l'Homme	131
1.	Anatomie du bassin chez l'Homme (60).....	131
2.	Classification des fractures du bassin chez l'Homme	131
3.	Epidémiologie	133
4.	Présentation clinique	133
5.	Pathologie	133
6.	Diagnostic	134
7.	Prise en charge et pronostic comparés avec la médecine équine.....	134
	CONCLUSION.....	139
	BIBLIOGRAPHIE	141
	ANNEXES.....	146

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : bassin osseux de cheval (vue dorsale) d'après R. BARONE, 2010 (3).....	18
Figure 2 : bassin osseux de cheval (vue ventrale) d'après R. BARONE, 2010 (3).....	19
Figure 3 : bassin osseux de cheval (vue latérale gauche) d'après R. BARONE, 2010 (3).....	20
Figure 4 : os coxal gauche de cheval (vue médiale) d'après R. BARONE, 2010 (3).....	20
Figure 5 : bassin osseux de jument (vue crâniale) d'après R. BARONE, 2010 (3)	21
Figure 6 : bassin osseux de jument (vue caudale) d'après R. BARONE, 2010 (3)	21
Figure 7 : os coxal gauche de poulain (vue latérale) d'après R. BARONE, 2010 (3)	22
Figure 8 : Valeurs d'angles maximum d'extension et de flexion de hanche à différentes allures, les valeurs associées à une étoile (*) sont statistiquement significatives : $p < 0.05$ (4).....	22
Figure 9 : figure schématique vue latérale gauche des structures ligamentaires du pelvis du cheval (5) ..	23
Figure 10 : vue ventrale schématique des structures ligamentaires du bassin du cheval (5)	24
Figure 11 : muscles du plan moyen du bassin et de la cuisse d'un cheval après ablation des muscles glutéobiceps, fessier superficiel et tenseur du fascia lata, membre gauche, vue latérale (8).....	26
Figure 12 : muscles profonds du bassin et de la cuisse d'un cheval, membre gauche, vue latérale (8)	27
Figure 13 : muscles profonds du bassin d'un cheval, côté gauche, vue dorsale (8)	28
Figure 14 : muscles profonds de la cuisse gauche d'un cheval, vue médiale (8)	29
Figure 15 : muscles adducteurs de la cuisse gauche d'un cheval, vue médio-caudale (8)	30
Figure 16 : insertions musculaires sur le bassin du cheval (vue ventrale) (3)	31
Figure 17 : insertions musculaires sur l'os coxal du cheval, os coxal gauche (vue latérale) (3).....	32
Figure 18 : insertions musculaires sur l'os coxal du cheval, os coxal gauche (vue médiale) (3).....	32
Figure 19 : réseaux vasculaire et lymphatique du membre pelvien, vues médiale et latérale (8)	35
Figure 20 : artères, veines et nerfs du membre pelvien gauche (vue médiale) (8).....	36
Figure 21 : position anatomique du bassin chez le cheval, vue arrière (2)	37
Figure 22 : repères ostéo-articulaires et musculaires (6).....	46
Figure 23 : amyotrophie glutéale du côté droit (flèche) ; à gauche : représentation schématique (6) ; à droite : photo issue de (12).....	47
Figure 24 : déplacement ventral du tuber sacrale droit (20)	48
Figure 25 à gauche : fracture du tuber coxae i.e. "hanche coulée" (3)	49
Figure 26 à droite : évaluation de la position des tuber coxae en plaçant les doigts d'opérateurs sur l'extrémité dorsale des tuber coxae de chaque côté, vue caudale (7)	49
Figure 27 : élévation du grand trochanter associée à une fracture de l'acétabulum (6).....	49
Figure 28 : cheval atteint d'une fracture du sacrum. Notez le changement abrupt d'angle juste derrière le tuber sacrale, où le sacrum et le coccyx sont déplacés ventralement. La queue est en complète paralysie flasque et cette jument souffre de rétention urinaire et fécale (7).	50
Figure 29 : interprétation clinique des asymétries du pelvis (5)	50
Figure 30 : test de rétraction du membre pelvien (22)	52
Figure 31 : test de protraction du membre pelvien (22)	53
Figure 32 : test de flexion globale du membre pelvien (22)	54
Figure 33 : repères échographiques lors de l'injection intra-articulaire coxo-fémorale échoguidée. La sonde échographique a une direction crânio-dorsale caudo-ventrale en regard de la hanche. L'aiguille de 18 gauge et 15cm de long est introduite ventralement à la sonde, parallèlement à son grand axe (représentée par la flèche). Légende : 1=peau, 2=muscles glutéaux, 3=grand trochanter fémoral, 4=tête fémorale, 5=bord dorsal acétabulaire, 6=jonction tête/col fémoraux, 7=ilium, 8=capsule articulaire coxo-fémorale (24).....	61
Figure 34 : illustration des installations pour l'obtention de clichés radiographiques du bassin ou du dos dans le cadre d'une structure hospitalière équine.	65
Figure 35 : photographies montrant la position du générateur (flèche blanche), de la cassette (flèche grise), et de la direction du faisceau radiographique (flèche noire) lors de l'acquisition d'un cliché (a) :	

latéromédial et (b) : oblique ventro-latéral-dorso-médial (5). La cassette doit être alignée à la direction du générateur et au faisceau de rayons X.	66
Figure 36 : principe de l'écran renforçateur : le film argentique est bien plus sensible aux photons (surtout longueurs d'ondes situées dans le violet-bleu-vert) qu'aux rayons X, ainsi l'écran renforçateur transforme les rayons X en lumière bleue ou verte, laquelle interagit avec le film pour former l'image latente (33).....	67
Figure 37 : rapidité du couple film-écran : un accroissement de la rapidité d'interaction du couple film-écran est d'augmenter l'épaisseur de l'écran afin d'avoir une plus grande quantité de photons qui noirciront le film. Dans ce cas, le cône de diffusion des photons est plus large ce qui diminue la résolution (la finesse des détails). Il faut donc trouver un compromis acceptable entre résolution et efficacité (33).	67
Figure 38 : incidence dorso-médiale - ventro-latérale recommandée pour diagnostiquer des fractures du tuber coxae selon Dabareiner et Cole, 2009.	68
Figure 39 : positionnement pour l'obtention d'un cliché ventro-dorsal du bassin sur cheval debout (28)...	69
Figure 40 : positionnement du cheval, de la cassette, et du générateur à rayons X pour obtenir des clichés radiographiques ventro-dorsaux du bassin du cheval sous anesthésie générale (28)	71
Figure 41 : Positionnement de la cassette pour obtenir les vues successives de (a) la tubérosité ischiatique, (b) le canal pelvien, (c) l'articulation sacro-iliaque, (d) l'aile de l'ilium, (e) l'articulation coxo-fémorale. Pour examiner complètement les côtés droit et gauche, sept clichés au total sont requis (28).	73
Figure 42 : cliché radiographique ventro-dorsal du bassin d'un poulain de 11 jours. Notons la position de la symphyse entre l'ilium et le pubis, celle entre l'ilium et l'ischium, ainsi que la large symphyse pubienne (25).	74
Figure 43 : cliché ventro-dorsal de l'aspect caudal du bassin chez un cheval adulte sain. Noter les légères irrégularités du bord crânial de chaque tubérosité ischiatique (flèches) (28).....	75
Figure 44 : cliché ventro-dorsal du canal pelvien chez un cheval adulte sain. Les flèches centrales indiquent les processus épineux du sacrum. Du gaz présent dans les intestins est visible ; les foramens obturés sont symétriques. Les flèches à gauche et à droite indiquent les insertions des ligaments de la tête fémorale (28).	75
Figure 45 : cliché ventro-dorsal de l'aile et du col de l'ilium droit chez un cheval sain de 4 ans. Noter la fusion incomplète des centres d'ossification du tuber coxae. L'articulation sacro-iliaque droite est superposée, donc peu définie.	76
Figure 46 : cliché ventro-dorsal de l'articulation coxo-fémorale droite chez un cheval adulte sain. Noter l'aspect légèrement irrégulier du fémur proximal qui ne doit pas être confondu avec une néoformation osseuse.	76
Figure 47 : fracture de l'ischium mise en évidence sur cheval debout par un cliché radiographique vue ventro-dorsale (35)	77
Figure 48 : cliché radiographique dorso-ventral mettant en évidence une fracture de l'ischium gauche impliquant l'acétabulum.	78
Figure 49 : cliché radiographique latéro-médial gauche centré sur l'articulation coxo-fémorale.	78
Figure 50 : cliché radiographique ventro-dorsal oblique gauche : le col de la tête fémorale est lui aussi fracturé.....	79
Figure 51 : clichés ventro-dorsaux : la flèche indique une fracture du corps de l'ilium gauche. L'acétabulum n'est pas impliqué dans la fracture.	80
Figure 52 : cliché profil gauche : on discerne nettement un fragment de grande taille de l'ilium gauche, qui est déplacé dorsalement.	80
Figure 53 : profils gauche et droit. La fracture de l'ilium gauche est uniquement visible sur le profil gauche (flèche).....	81
Figure 54 : cliché ventro-dorsal : la trait de fracture radio-transparent est en communication avec l'acétabulum.....	81
Figure 55 : cliché ventro-dorsal mettant en évidence une zone radio-transparente (flèche) sur l'ischium droit qui est compatible avec une fracture. La vue suivante permet de confirmer la suspicion.	82

Figure 56 : cliché ventro-dorsal centré sur l'acétabulum droit : la fracture de l'ischium droit est confirmée et elle implique l'acétabulum.	82
Figure 57 : cliché profil droit : la fracture de l'ischium droit est visible (flèches) ; elle n'est pas déplacée. Il est difficile sur ce cliché de voir l'implication de l'acétabulum.	83
Figure 58 : cliché ventro-dorsal centré sur l'hémi-bassin droit.	83
Figure 59 : lignes de repères pour l'échographie transcutanée effectuée dans l'étude de Geburek et al. en 2009 (35). A : tuber coxae et ailes de l'ilium ; B1 : tuber coxae, aile de l'ilium, col de l'ilium, ischium ; B2 : tuber coxae, aile de l'ilium, col de l'ilium, acétabulum et grand trochanter ; B3 : ischium.	87
Figure 60 : aspect échographique en coupe longitudinale de l'aile de l'ilium gauche chez un cheval sain (a) et illustration anatomique de la coupe (b). La surface osseuse de l'ilium est lisse, régulière et convexe. L'image est obtenue avec une sonde convexe de 4,0 MHz, à une profondeur de 11 cm (5).	87
Figure 61 : coupe échographique longitudinale normale d'une aile de l'ilium présentant un artefact au niveau de sa surface (discontinuité au niveau de la flèche blanche) créé par la réfraction des ultrasons par les fascias sus-jacents (5).	88
Figure 62 : échographie d'un tuber coxae sain : (a) coupe transversale ; (b) : coupe longitudinale. Le tuber coxae est très proche de la surface de la peau (à 1-2 cm) et présente des attaches musculaires ventralement (M). Les images ont été obtenues avec une sonde linéaire de 10MHz, avec une profondeur de 3,5 cm (5).	88
Figure 63 : échographies transcutanées (a) en coupe transversale et (b) en coupe longitudinale montrant l'aspect dorsal du ligament sacro-iliaque court (flèches blanches) et son origine sur le tuber sacrale (TS) droit dont la surface est lisse et régulière chez ce cheval adulte. Les images sont obtenues avec une sonde linéaire de 10 MHz, à une profondeur de 5 cm (5).	89
Figure 64 : image échographique transcutanée de la région sacro-iliaque chez un cheval. Le marqueur blanc indique le côté droit du pelvis. Les tuber sacrale (A) sont visualisés par une ligne convexe hyperéchogène de part et d'autre du processus épineux du sacrum (B) (40).	90
Figure 65 : illustration de la région sacro-iliaque en vue longitudinale (latérale) chez un cheval. Les tuber sacrale (A) et ischii (E) sont visibles, ainsi que les portions étroite (B) et large (B') du ligament sacro-iliaque dorsal court. Le ligament sacro-iliaque dorsal long (C) forme des aponévroses avec le ligament sacro-sciatique (D) (40).	90
Figure 66 : échographie transcutanée transversale du tuber sacrale droit chez un cheval. Les deux portions du ligament sacro-iliaque court sont visibles : large (A) et étroit (B), recouvrant le tuber sacrale (C) (40).	91
Figure 67 : échographie transcutanée du corps de l'ilium : (a) vue dorso-ventrale montrant l'orientation de la sonde pour obtenir une coupe longitudinale. (b) aspect normal du corps de l'ilium en coupe longitudinale. L'image a été obtenue avec une sonde curviligne de fréquence 4,0 MHz, avec une profondeur de 18 cm (5).	91
Figure 68 : échographie transcutanée de l'articulation coxofémorale : (a) vue latérale anatomique des coupes transversales peuvent être réalisées pour obtenir des vues (1) crâniale, (2) crâniodorsale, (3) dorsale de l'articulation. (b) Image échographique obtenue avec l'orientation de la sonde n°2 (vue crâniodorsale). Toutes les surfaces osseuses doivent être lisses, comme c'est le cas ici. L'image a été obtenue avec une sonde curviligne de 4,0 MHz, à une profondeur de 20 cm (5).	92
Figure 69 : échographie transcutanée du tuber ischii : (a) vue latérale anatomique du fémur proximal illustrant la coupe réalisée pour obtenir l'image (b) : notons les attaches musculaires ventrales (M). La flèche indique une fermeture incomplète des cartilages de croissance chez ce jeune individu de 8 mois. L'image est obtenue avec une sonde curviligne de 5 MHz, à une profondeur de 10 cm (5).	92
Figure 70 : panorama obtenu par échographie transcutanée montrant une fracture sur l'aile gauche de l'ilium (flèche blanche) et déplacement ventral du tuber sacrale gauche (35).	93
Figure 71 : échographies en coupe transversale d'iliums de différents chevaux de l'étude de Pilsworth et al. en 1994 (20) ; (a) : exemple d'image échographique normale lors de l'approche du tuber sacrale en haut à droite de l'image, au-dessus de la ligne hyperéchogène représentant la surface de l'os, on trouve l'aspect granuleux normal du muscle. (b) : discontinuité de la surface hyperéchogène de l'ilium	

- (flèches) suggérant une fracture. (c) : aspect irrégulier de la surface de l'ilium suggérant la présence d'un cal osseux (flèche). (d) : discontinuité angulaire marquée et perte des contours réguliers de la surface de l'ilium suggérant une fracture (flèches). (e) : discontinuité marquée suggérant une fracture déplacée (flèches). (f) : aspect de l'ilium 103 jours après le diagnostic d'une fracture : le trait fracturaire est comblé par du matériel ressemblant à de l'os, cependant l'angulation de l'ilium est anormale.... 93
- Figure 72 : image échographique de l'ilium en coupe transversale d'un cheval présentant une fracture déplacée de l'aile de l'ilium. Les deux fragments sont mis en évidence par les flèches (17). 94
- Figure 73 : A : mise en évidence d'une fracture de l'ischium gauche (flèche blanche) ; 94
- Figure 74 : échographie transrectale de l'ischium et du pelvis : (a) vue dorsale du pelvis indiquant la coupe utilisée pour obtenir une image de l'ischium (traits pointillés) et du pubis (ligne avec double flèche). (b) Echographie transrectale d'un ischium sain, la discontinuité de la surface osseuse représentée par la flèche blanche indique la portion ischiale de la symphyse pelvienne. (c) Echographie transrectale du pubis droit chez un cheval sain. Les deux images ont été obtenues avec une sonde micro convexe de fréquence 8,5 MHz, avec une profondeur de 5,8 cm (5). 96
- Figure 75 : (A) : structures internes du pelvis équin incluant la symphyse pubienne (1), la table ischiatique (2), la tubérosité ischiatique (3), l'arcade ischiatique (4), la petite échancrure sciatique (5), le foramen obturé (6), l'épine sciatique (7), l'os du pubis (8), l'acétabulum (9), le corps de l'ilium (10), l'aile de l'ilium (11), le tuber sacrale (12), et le tuber coxae (13). (B) : images transrectales normales de la symphyse pubienne (flèche) et des tables ischiatiques (triangles) ; (C) de la bordure caudale du foramen obturé (triangle) et du bord crânial de l'ischium (flèches) ; (D) du pubis (flèches) et des tissus mous autour du foramen obturé (triangle). D'après Walker *et al.* (17). 97
- Figure 76 : structures internes du pelvis équin en vue médiale (A). La table ischiatique (1), le pubis (2), le col de l'ilium (3), l'épine ischiatique (4) et la surface médiale de l'ilium (5) sont visibles. (B) : image normale sagittale transrectale de la surface médiale de l'acétabulum (flèches) et vaisseaux obturateurs (triangles). (C) : image normale sagittale transrectale de la surface médiale du corps de l'ilium (flèches) entre la grande échancrure sciatique et l'épine sciatique (17). 96
- Figure 77 : image échographique transrectale d'une coupe transversale du pelvis de cheval, montrant la symphyse pubienne (V), la section normale de l'ischium (triangle) et un cal osseux sur l'ischium (flèches) dû à une ancienne fracture de l'ischium (17). 98
- Figure 78 : image échographique transrectale sagittale de l'aspect médial d'un acétabulum de cheval montrant des cals osseux extensifs (flèches) ainsi que le déplacement des vaisseaux obturateurs (triangles) (17). 98
- Figure 79 : image échographique transrectale sagittale de cheval montrant une fracture de l'ischium déplacée : les surfaces osseuses sont en discontinuité (flèches et triangles) (17). 99
- Figure 80 : image scintigraphique dorso-ventrale normale du pelvis caudal. (a) image obtenue avant vidange de la vessie, montrant un point chaud "bl" (bladder) associé à la vessie : les deux tuber sacrale (TS) ne sont pas aisément distinguables. (b) image obtenue après miction : les deux tuber sacrale sont clairement visibles (TS) et le sacrum (S) également (5). 103
- Figure 81 : Images scintigraphiques normales du pelvis chez le cheval. (a) vue dorso-ventrale, notez les deux points chauds des tuber sacrale (TS), le sacrum (S), la ligne des vertèbres lombaires (LV). (b) vue oblique dorsolatérales ventro-médiale de la région crâniale, les deux hotspots sont le tuber coxae (TC) et tuber sacrale (TS) ; l'aile de l'ilium (ilial wing IW) a une prise intermédiaire. (c) vue latéro-médiale du pelvis caudal : visualisation de l'articulation coxo-fémorale (coxofemoral joint CF), du grand trochanter (great trochanter GT) et tuber ischii (TI). La région de la vessie (K) a été masquée. (d) exemple de profil de radio émission de la région sacro-iliaque chez un cheval normal. On distingue deux pics correspondant aux tuber sacrale droit (right tuber sacrale RTS) et gauche (left tuber sacrale LTS), avec une diminution entre les deux correspondant à la ligne médiane du cheval (5). 104
- Figure 82 : images scintigraphiques de la Clinique Vétérinaire du Livet (Calvados). A gauche : vue dorsale du bassin montrant une activité osseuse augmentée sur l'articulation de la hanche gauche chez un Trotteur de 2 ans. L'examen échographique a ensuite révélé une fracture de la tête fémorale et de l'acétabulum à gauche. A droite : vue caudale du bassin montrant une activité osseuse augmentée sur

la tubérosité ischiatique gauche d'un Pur-Sang de 3 ans. L'examen échographique a ensuite révélé une fracture du tuber ischii gauche.	104
Figure 83 : images scintigraphiques du pelvis. (b) vue dorsoventrale avec augmentation marquée de la fixation du marqueur au tiers médial de l'ilium gauche compatible avec une fracture de stress chez ce Pur-Sang de 2 ans (flèche blanche). (c) vue caudale avec masquage de la vessie (zone violet foncé) : augmentation de la fixation du marqueur dans la région du grand trochanter du fémur gauche (flèche blanche) sur un cheval de sport de 10 ans (5).	105
Figure 84 : bassin de cheval atteint d'une fracture complète de l'ilium droit suite à une course de galop. La zone grisée (petite flèche blanche) sur l'aspect médial de l'ilium droit représente un site avec réaction périostée, précurseur de la fracture iliaque. La grande flèche blanche indique une fracture de fatigue préexistante (« micro-cracking ») sur l'ilium gauche, une réaction périostée était également visible sur ce site (27).	105
Figure 85 : (à gauche ci-dessus) images scintigraphiques d'un cheval présenté pour une boiterie postérieure à droite. Les vues obliques droite (A) et gauche (B), les vues latérales droite (C) et gauche (D) ainsi que la vue dorso-ventrale (E) sont présentées. La vue oblique droite (A) est orientée de la même manière que la figure 54. Le schéma de la figure 56 est une représentation légendée des images scintigraphiques. La vue oblique gauche est considérée comme normale. Notez la diminution visible de fixation du marqueur radioactif sur le corps et l'aile de l'ilium comparée au tuber coxae et tuber sacrale. L'isotope radioactif s'est fortement fixé sur l'ilium droit ce qui correspond de près à la zone atteinte par la fracture sur la figure 54 (27).	106
Figure 86 : (à droite ci-dessus) schéma anatomique légendé du cas des figure 54 et figure 55. La zone correspondant à a fracture de l'ilium gauche a été ombrée (27).	106
Figure 87 : autres exemples d'images scintigraphiques du bassin de cheval. Images obliques droite (A) et gauche (B) ; images latérales droite (C) et gauche (D) ; cliché dorso-ventral (E). D'après (42).	107
Figure 88 : (à gauche) Exemple de thermogramme de la croupe chez un cheval sain : les zones les plus chaudes (en jaune) sont situées le long du rachis et d'un tuber coxae à l'autre. (à droite) Exemple de "hot spot" (cercle noir) au-dessus des tuber sacrale indiquant une potentielle affection sacro-iliaque (5).	110
Figure 89 : section de pelvis congelé (haut) ; image obtenue par résonance magnétique (IRM, milieu) et image scanner (bas) de la région sacro-iliaque et du bassin chez un poney. A : tuber sacrale et B : corps vertébral sacré sur la section congelée ; C : ligament sacro-iliaque dorsal court et D : ligament sacro-iliaque dorsal long visibles sur l'IRM ; D : processus épineux du sacrum visible au scanner..	112
Figure 90 : photographie montrant l'aspect pathognomonique d'un cheval atteint d'une fracture du sacrum, c'est-à-dire avec un changement marqué d'angle de la croupe caudalement au tuber sacrale (5).	114
Figure 91 : anatomie du bassin chez l'homme, vue dorsale (52)	131
Figure 92 : classification des fractures du bassin chez l'Homme, classification de Tile (53)	132

INTRODUCTION

Les fractures du bassin représentent environ 0,9 à 4,4 pour cent des cas de boiteries du membre pelvien (1). Elles sont souvent sous-diagnostiquées du fait d'une difficulté d'exploration de cette zone du cheval recouverte de muscles très volumineux, rendant les examens d'imagerie peu sensibles, mais également car ces fractures peuvent être très subtiles (micro-fractures). De plus, un diagnostic de certitude requiert la combinaison de différentes méthodes d'imagerie qui ne sont pas toujours ni disponibles pour le vétérinaire, ni accessibles financièrement pour le propriétaire. Enfin, le diagnostic d'une lésion osseuse du bassin chez le cheval nécessite un opérateur assez expérimenté, et à l'aise dans une grande diversité de techniques, qui ne font d'ailleurs pas toujours l'objet d'un consensus chez les auteurs. Ainsi, plusieurs options s'offrent au clinicien pour diagnostiquer une fracture du bassin chez le cheval, comme l'échographie, la radiographie, la scintigraphie etc.

Au cours de ce travail, nous nous concentrerons dans une première partie sur l'anatomie et la physiologie fonctionnelles du bassin du cheval. Ensuite, nous nous intéresserons aux différents types de fractures qui peuvent affecter celui-ci ainsi qu'à leurs origines variées. Puis, nous étudierons et comparerons les diverses méthodes d'imagerie qui sont à notre disposition pour diagnostiquer de telles fractures. Dans une quatrième partie, nous aborderons les traitements et pronostics respectifs des diverses fractures du pelvis chez le cheval. Une dernière partie donnera un aperçu de cette affection chez l'Homme, afin de comparer les médecines humaine et vétérinaire.

I. Anatomie et physiologie fonctionnelles du bassin du cheval

1. Anatomie du bassin du cheval

1.1. Architecture osseuse

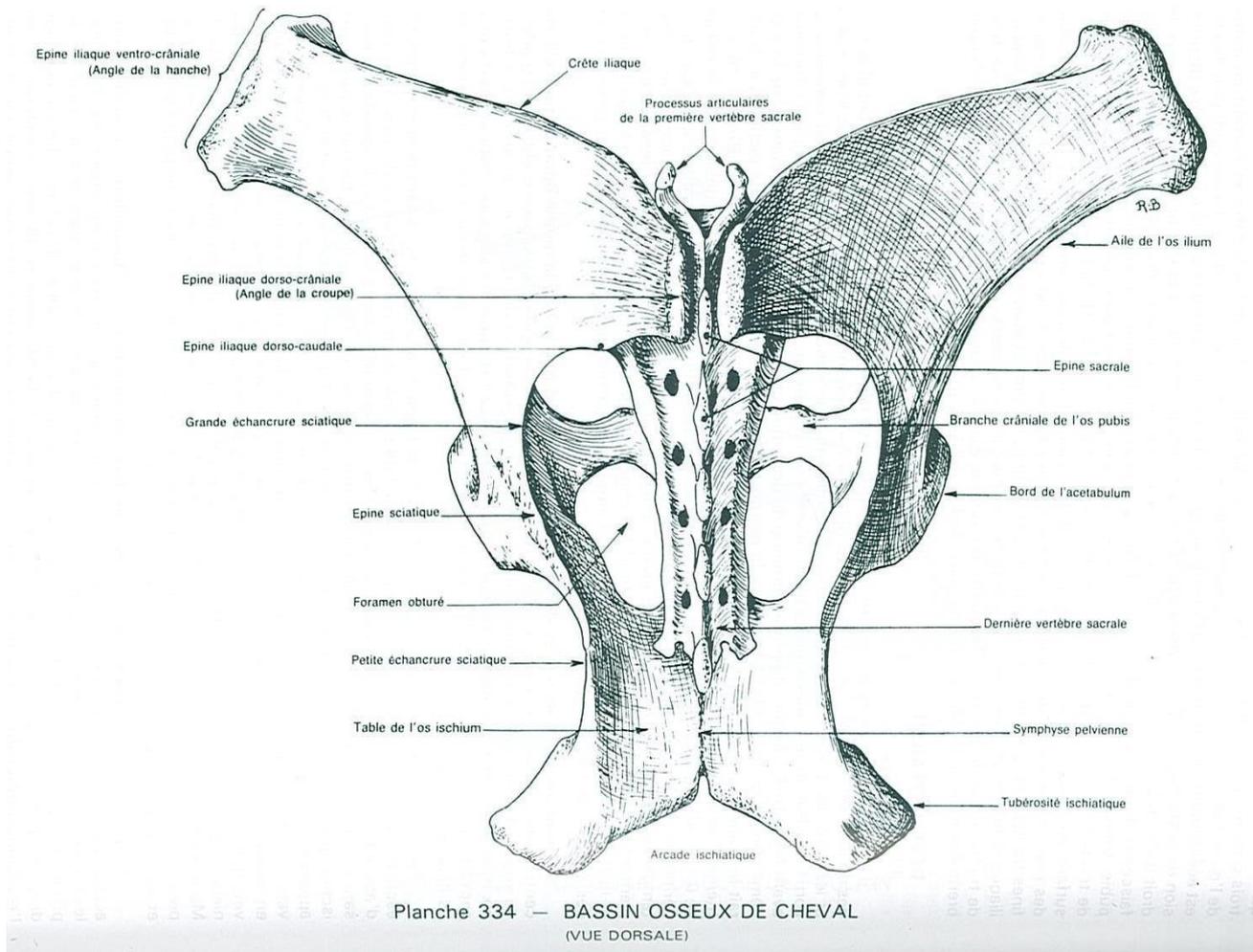


Figure 1 : bassin osseux de cheval (vue dorsale) d'après R. BARONE, 2010 (3)

Le bassin osseux est formé de deux os coxaux, du sacrum et peut inclure selon les auteurs les deux ou trois premières vertèbres coccygiennes (2).

Chaque os coxal droit et gauche est composé de trois os fusionnés. Crânialement, on trouve l'**ilium** (*os ilii*), qui présente un angle crânio-médial (**tuber sacrale** ie la pointe de la croupe) formant l'angle de la croupe, et un angle crânio-latéral (**tuber coxae** ie la pointe de la hanche) formant l'angle de la hanche. Un tuber coxae sain présente quatre

cuspides palpables : deux crâiales et deux caudales. Les cuspides crâiales sont dorso-médiales alors que les cuspides caudales sont ventro-latérales. L'aile de l'ilium présente deux surfaces : la surface glutéale (plus externe), et la surface pelvienne (plus interne).

Plus caudalement, on trouve l'**ischium** (*os ischiï*), se terminant par la **tubérosité ischiatique** ou pointe de la fesse (*tuber ischiï*).

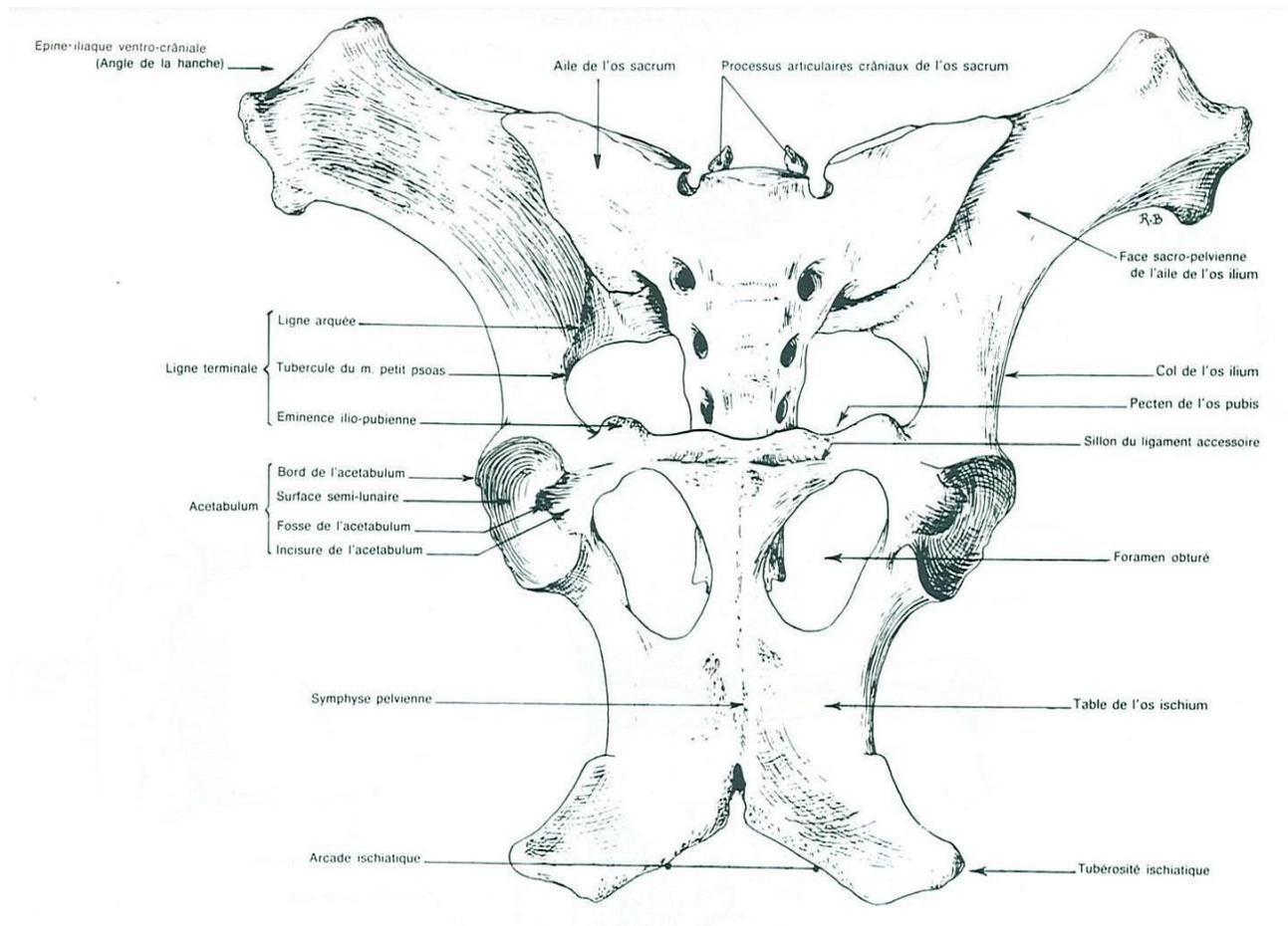


Planche 335 — BASSIN OSSEUX DE CHEVAL
(VUE VENTRALE)

Figure 2 : bassin osseux de cheval (vue ventrale) d'après R. BARONE, 2010 (3)

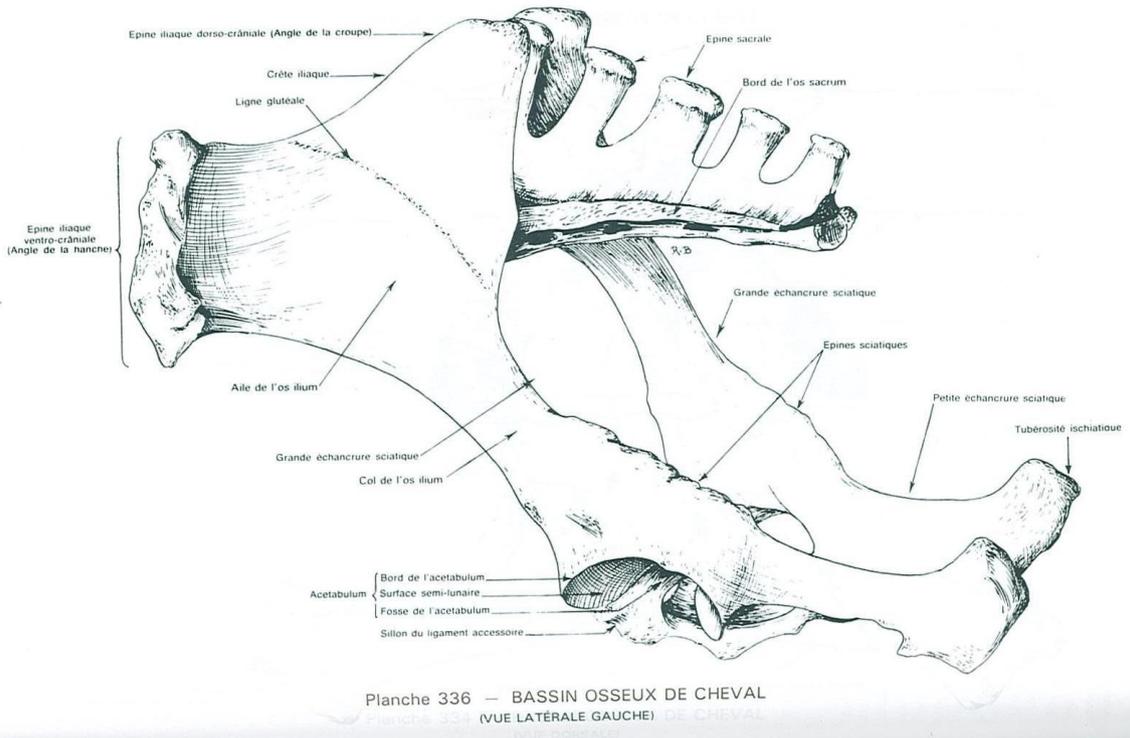


Figure 3 : bassin osseux de cheval (vue latérale gauche) d'après R. BARONE, 2010 (3)

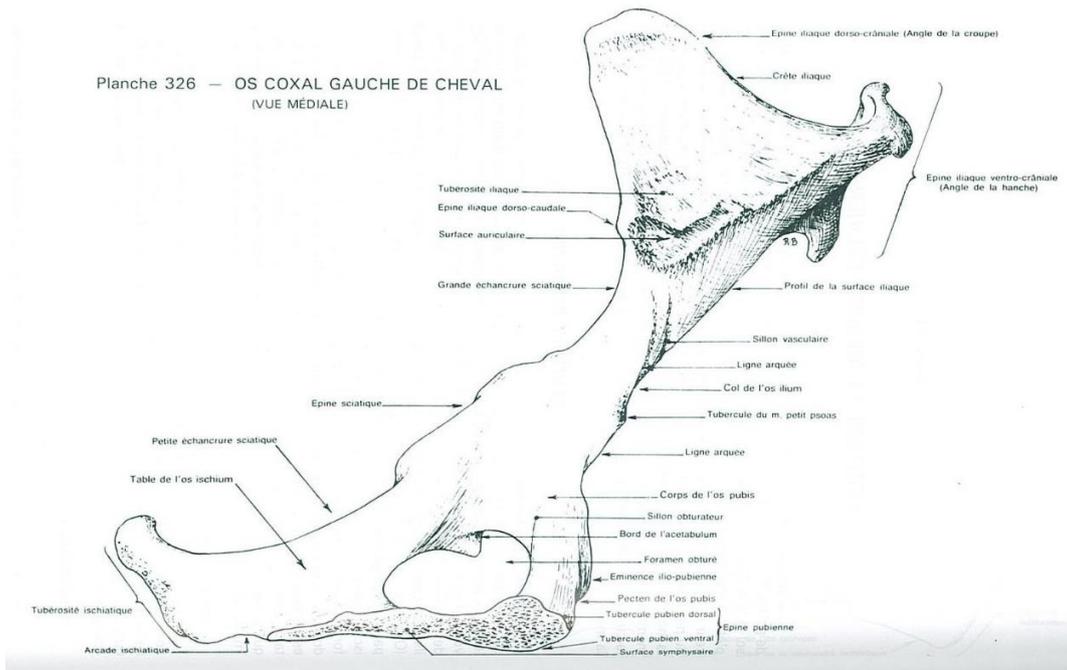


Figure 4 : os coxal gauche de cheval (vue médiale) d'après R. BARONE, 2010 (3)

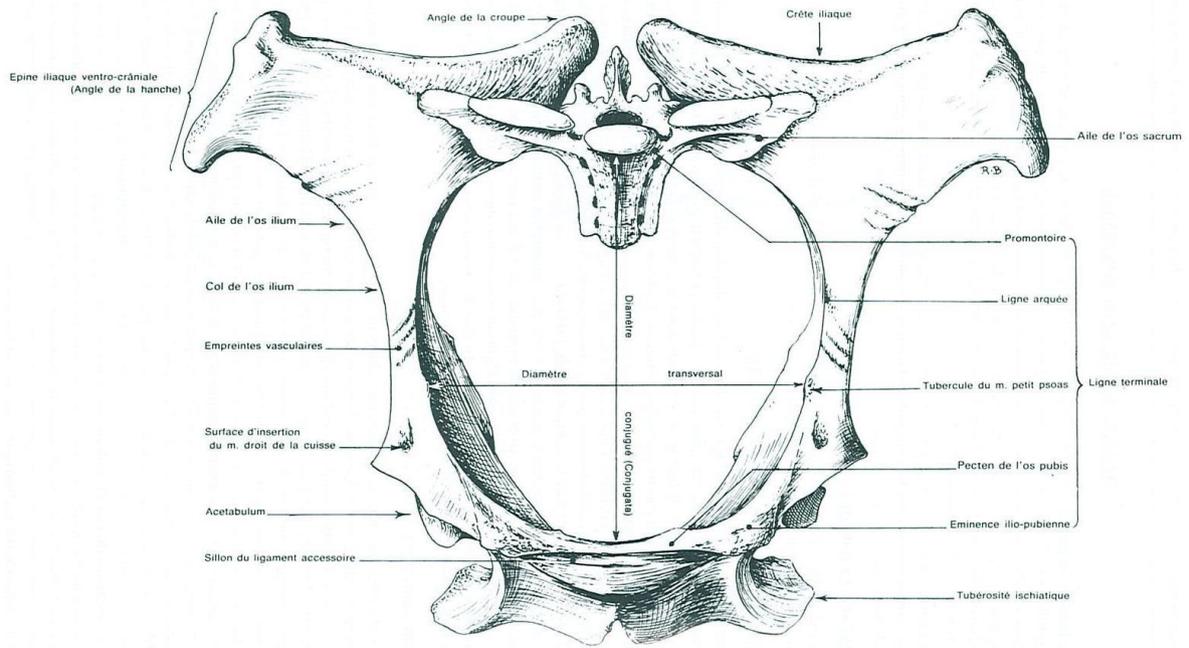


Planche 337 — BASSIN OSSEUX DE JUMENT
(VUE CRÂNIALE)

Figure 5 : bassin osseux de jument (vue crâniale) d'après R. BARONE, 2010 (3)

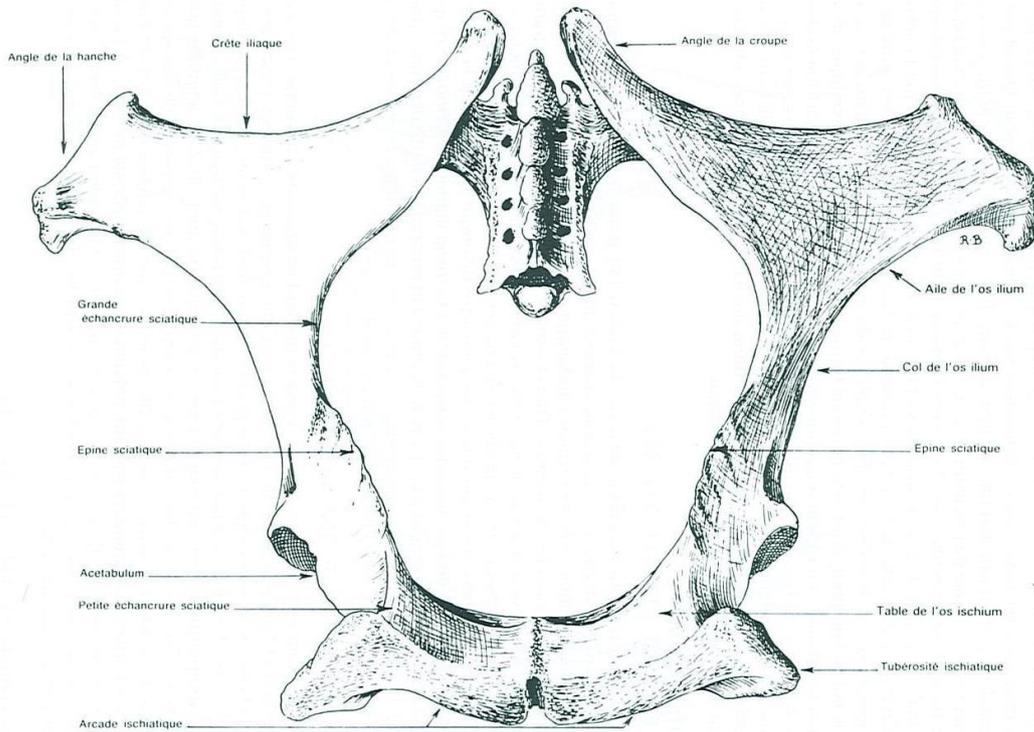


Planche 338 — BASSIN OSSEUX DE JUMENT
(VUE CAUDALE)

Figure 6 : bassin osseux de jument (vue caudale) d'après R. BARONE, 2010 (3)

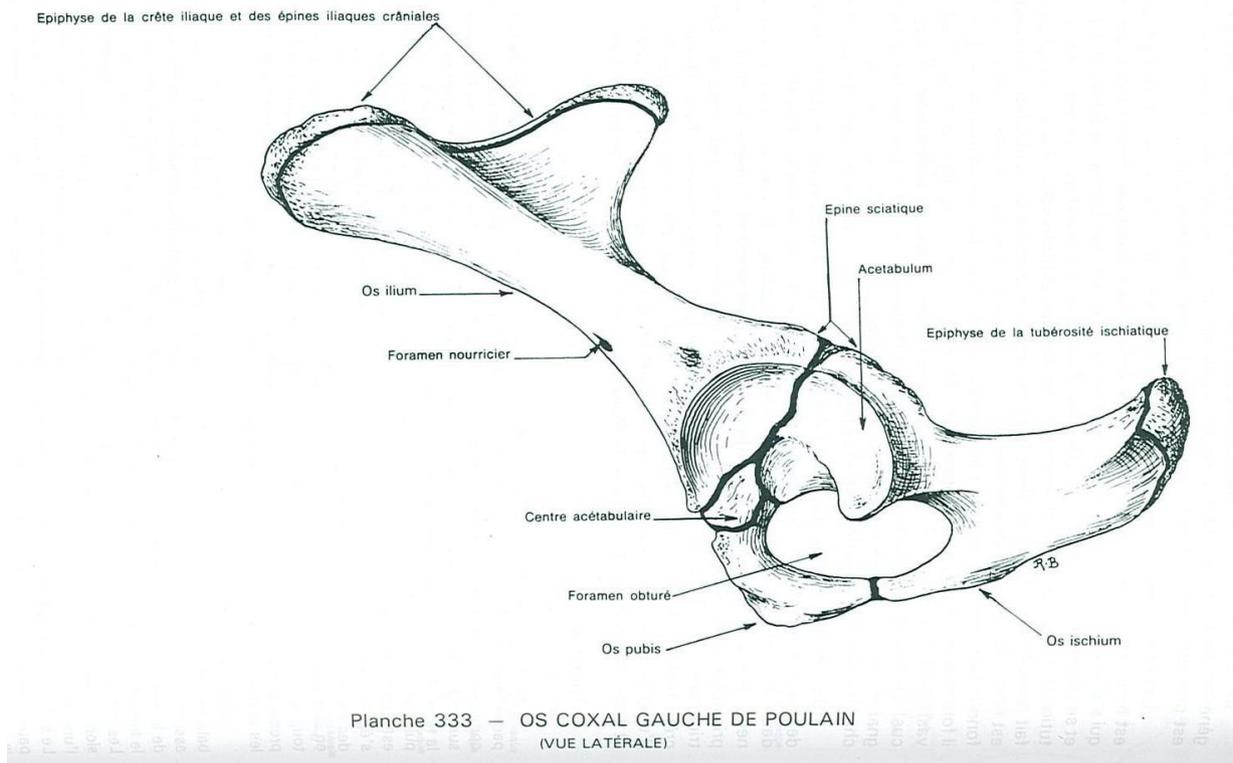


Figure 7 : os coxal gauche de poulain (vue latérale) d'après R. BARONE, 2010 (3)

Le dernier os est le **pubis** (*os pubis*) : il fusionne avec celui du côté opposé par la symphyse pelvienne. Ilium, ischium et pubis se rejoignent au niveau de l'**acétabulum** qui s'articule avec la tête du fémur pour former l'articulation de la hanche. C'est la seule articulation du bassin qui est dotée d'un important degré de mouvement. Back et Clayton (4) ont d'ailleurs étudié les variations d'angle maximum de flexion et d'extension de l'articulation coxo-fémorale au pas (1,6m/s), au trot (4,0m/s) et au galop (7,0m/s).

Allure	Pas	Trot	Galop sur tapis	Galop sur piste
Angle maximal d'extension	68.9*	67.8*	66.7	73.8
Angle maximal de flexion	93.7*	91.1*	91.0	

Figure 8 : valeurs d'angles maximum d'extension et de flexion de hanche à différentes allures, les valeurs associées à une étoile (*) sont statistiquement significatives : $p < 0.05$ (4)

Chez le cheval entier, la surface pelvienne (interne) du pubis est convexe, alors que chez la jument, celle-ci est lisse et concave. De plus, Henson décrit que la partie crâniale de la symphyse pubienne est plus fine chez la jument que chez l'étalon (5).

Crânialement aux os coxaux, se situe l'**articulation sacro-iliaque** avec ses trois ligaments (ligaments sacro-iliaque dorsal, sacro-iliaque ventral et sacro-iliaque interosseux ou latéral) ; seul le ligament sacro-iliaque dorsal est palpable, dorsalement aux processus épineux des vertèbres sacrées (6). Il s'agit d'une articulation à la fois synoviale et fibrocartilagineuse (2) mais très largement immobile chez la plupart des chevaux (7).

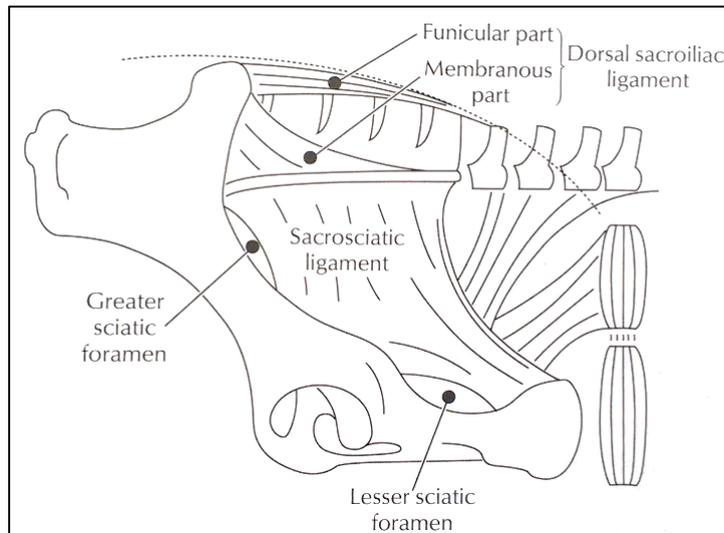


Figure 9 : figure schématique vue latérale gauche des structures ligamentaires du pelvis du cheval (5)

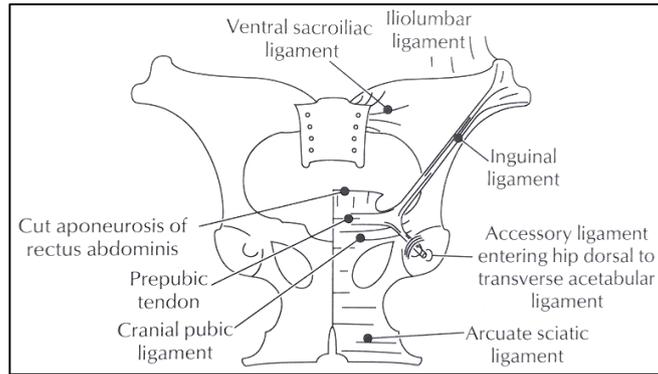


Figure 10 : vue ventrale schématique des structures ligamentaires du bassin du cheval (5)

Les trois parties de l'os coxal sont déjà présentes chez le fœtus en développement mais celles-ci ne fusionnent qu'à l'âge d'un an. Plus tardivement, les plaques de croissance des tuber sacrale, tuber coxae, tubérosité ischiatique et symphyse pubienne se ferment entre 5 et 6 ans (5). La symphyse pelvienne s'ossifie alors progressivement avec l'âge (2).

1.2. Musculature du bassin

Le cheval possède une musculature puissante et volumineuse autour du bassin, composée de nombreux muscles. Ceux-ci peuvent être classés en trois catégories : les muscles de la région lombo-iliaque (extrinsèques), les muscles fessiers, et les muscles pelviens profonds.

1.2.1. Les muscles de la région lombo-iliaque

Les muscles de cette région regroupent le grand et le petit psoas, le carré des lombes et le muscle iliaque.

Le muscle **ilio-psoas** composé du muscle iliaque, du grand psoas (*psoas major*) et du petit psoas (*psoas minor*) sert à la flexion de la hanche. **L'iliaque** s'insère au niveau de la fosse interne de l'ilium et se termine sur le petit trochanter du fémur. Le **grand psoas**, latéral au petit psoas, s'insère au niveau des vertèbres lombaires et des dernières vertèbres thoraciques et se termine au même endroit que l'iliaque. Le **petit psoas** s'insère sur les vertèbres lombaires et se termine sur l'ilium. Le **carré des lombes** prend son

origine sur les vertèbres thoraciques et la dernière côte et se termine sur la crête iliaque. Son action, en plus de la flexion de la colonne vertébrale est d'abaisser la dernière côte.

1.2.2. Les muscles fessiers

On compte quatre muscles fessiers (ou muscles glutéaux) : le **fessier superficiel**, le **fessier moyen** (le plus développé chez les mammifères domestiques), le **fessier accessoire** et le **fessier profond**.

Les fessiers superficiel et profond ont un rôle d'abduction de la cuisse, alors que le fessier moyen a un rôle dans l'extension de la hanche. Le fessier accessoire a à la fois un rôle extenseur de la hanche et abducteur de la cuisse. Les quatre muscles fessiers se terminent sur le fémur (troisième trochanter ou grand trochanter).

1.2.3. Les muscles pelviens profonds

Les muscles pelviens profonds regroupent les **muscles obturateurs interne** et **externe**, et le **carré fémoral**. L'obturateur **interne**, composé d'un chef iliaque et d'un chef ischio-pubien prend son origine sur la face interne de l'os coxal, près du trou obturé et se termine au niveau de la fosse trochantérique fémorale. Il sert à l'abduction et à la rotation vers l'extérieur de la cuisse.

L'obturateur **externe** s'insère sur la face ventrale de l'ischium et du pubis et se termine également sur la fosse trochantérique fémorale. Il est également rotateur externe, mais cependant adducteur de la hanche. Le **carré fémoral** est un petit muscle prenant son insertion sur la face ventrale de l'ischium, se terminant face caudale du fémur, sur l'extrémité proximale et ayant un rôle dans l'extension de la hanche et l'adduction de la cuisse.

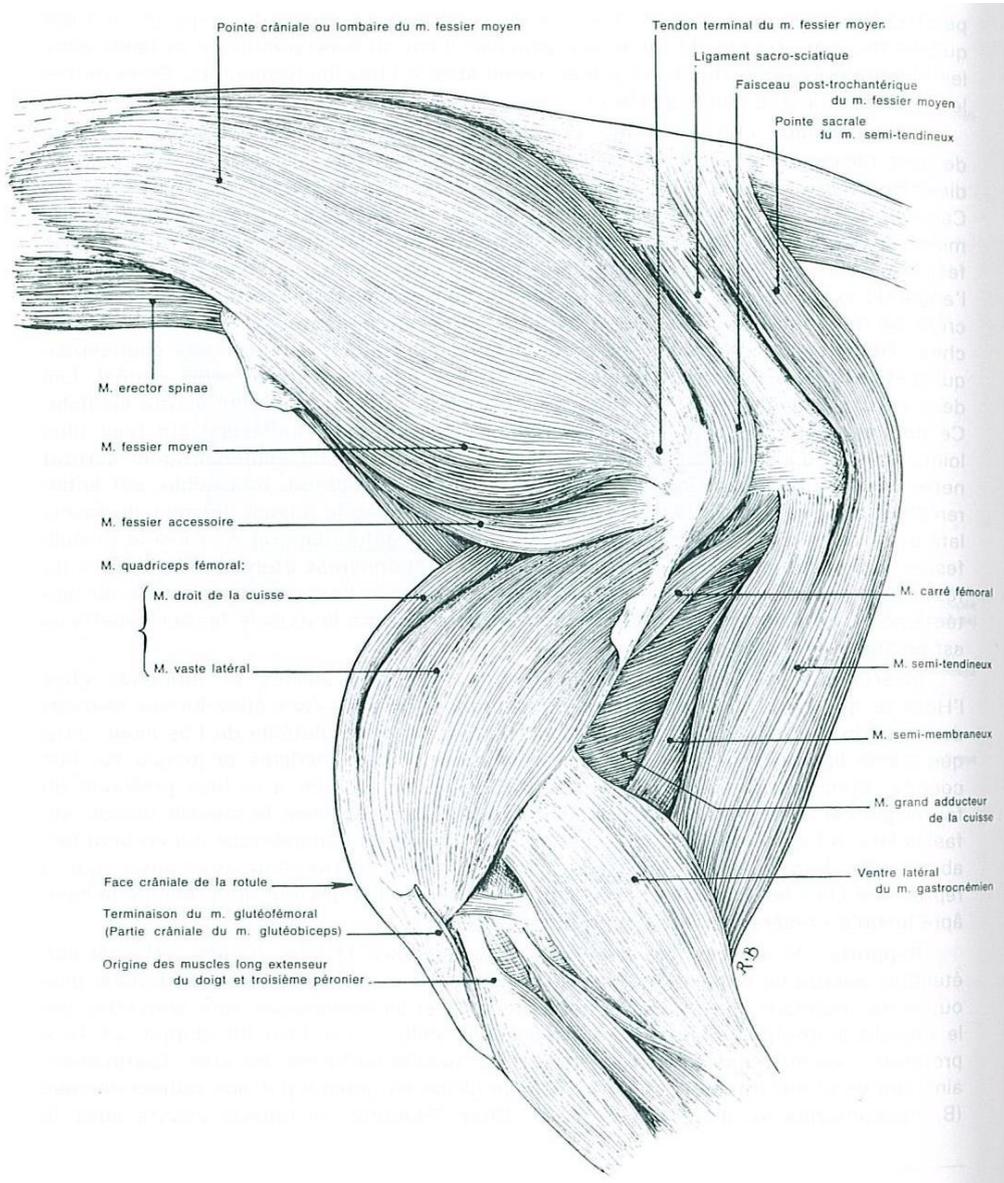


Figure 11 : muscles du plan moyen du bassin et de la cuisse d'un cheval après ablation des muscles glutéobiceps, fessier superficiel et tenseur du fascia lata, membre gauche, vue latérale (8)

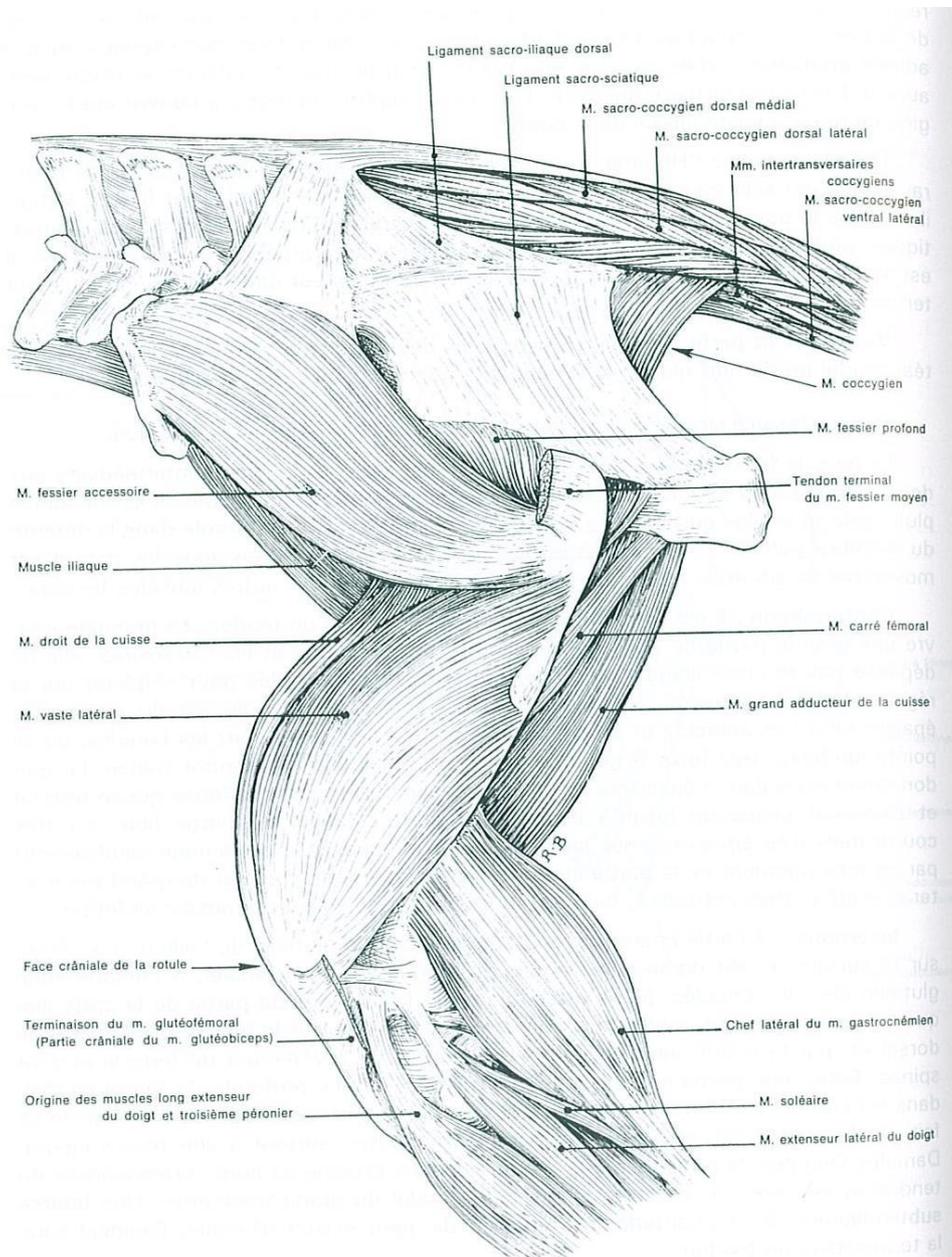


Figure 12 : muscles profonds du bassin et de la cuisse d'un cheval, membre gauche, vue latérale (8)

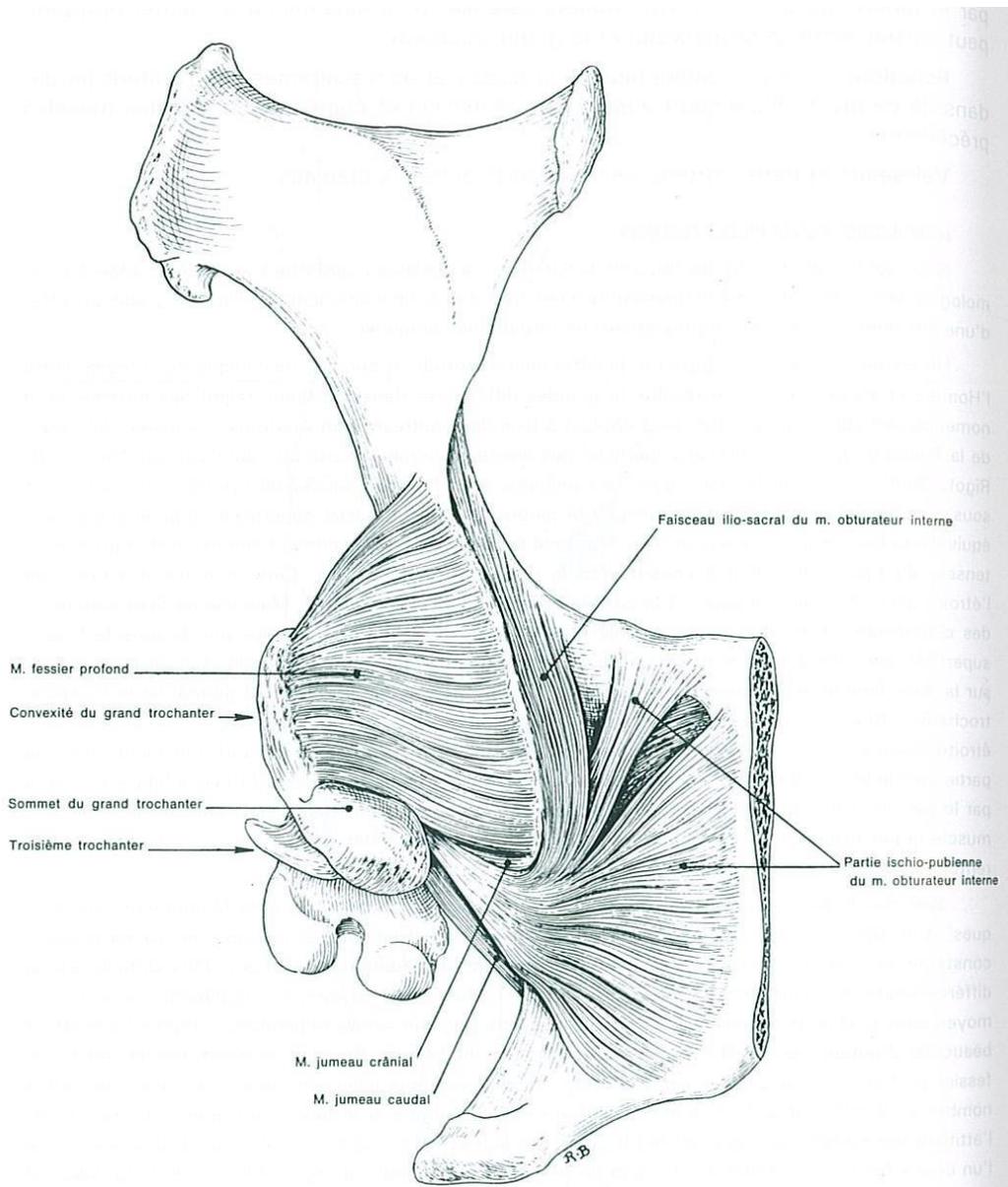


Figure 13 : muscles profonds du bassin d'un cheval, côté gauche, vue dorsale (8)

Tout déplacement, fracture ou toute modification de l'architecture osseuse affecte l'élongation des muscles, ceci entraînant des rétractions musculaires pouvant être responsable de modification d'amplitude de mouvement ou de foulée (cf partie sur les tests de mobilisation). Ce sont alors ces modifications **d'amplitude de mouvement ou de foulée** que nous percevons comme boiterie(s).

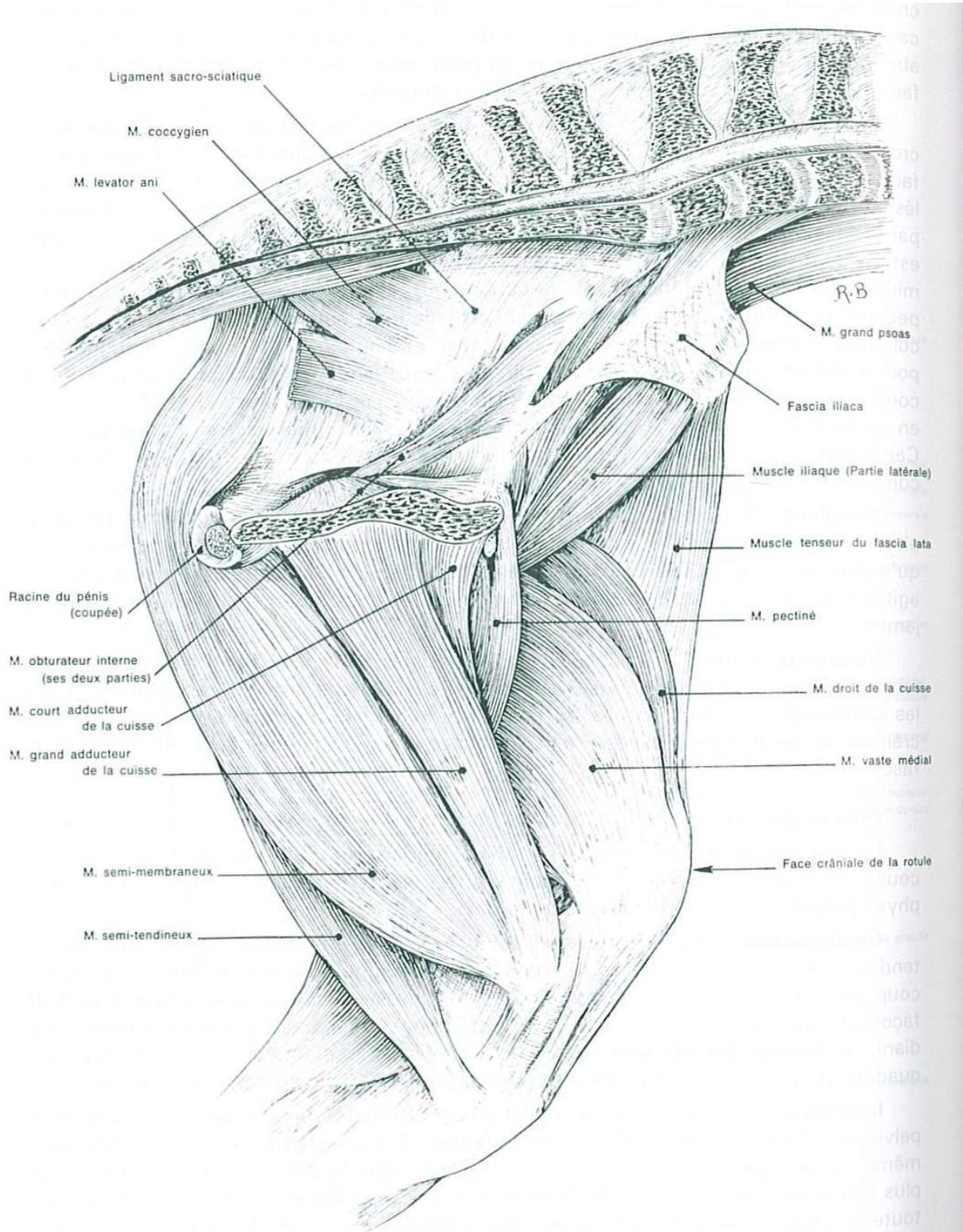


Figure 14 : muscles profonds de la cuisse gauche d'un cheval, vue médiale (8)

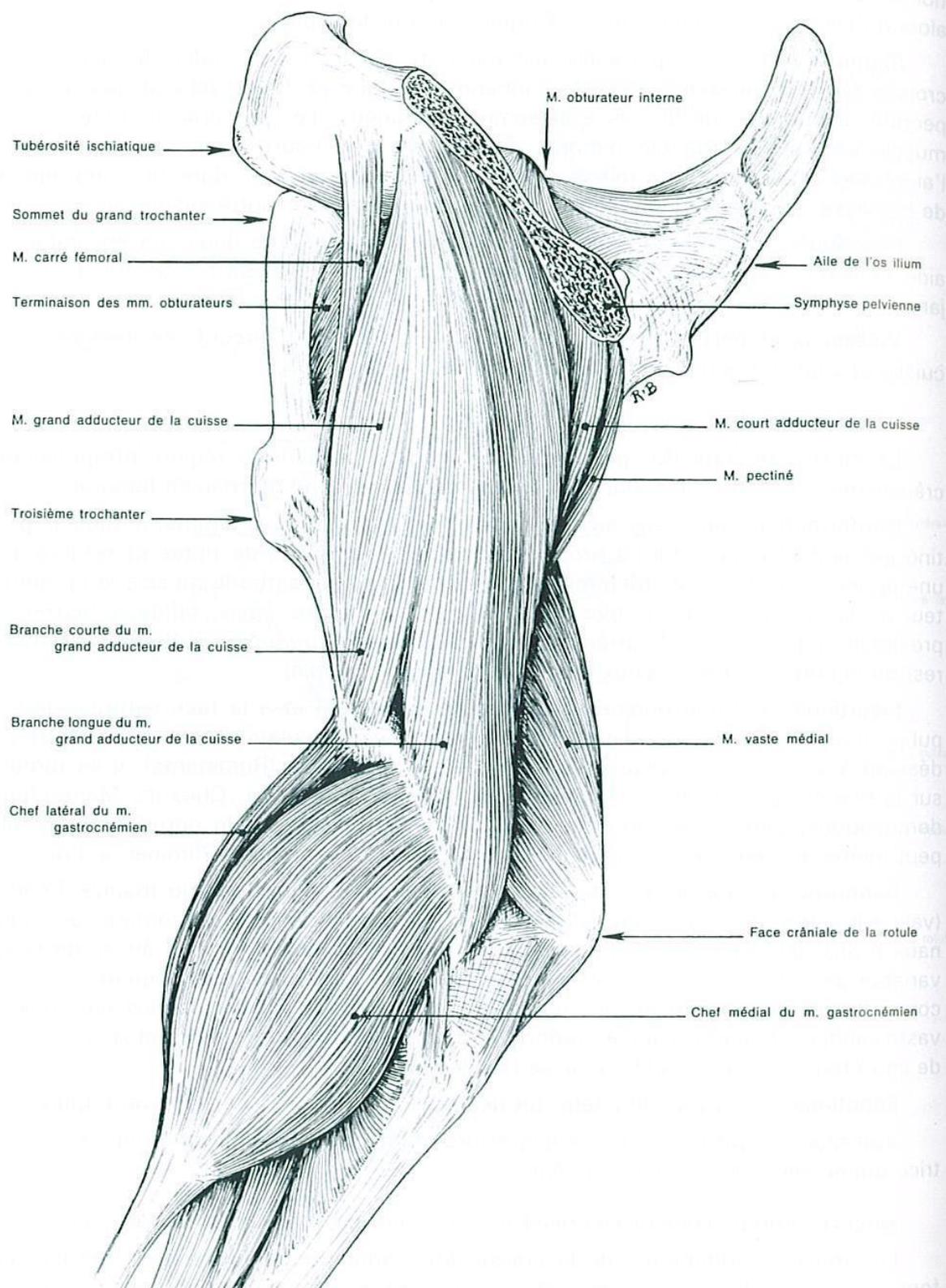


Figure 15 : muscles adducteurs de la cuisse gauche d'un cheval, vue médio-caudale (8)

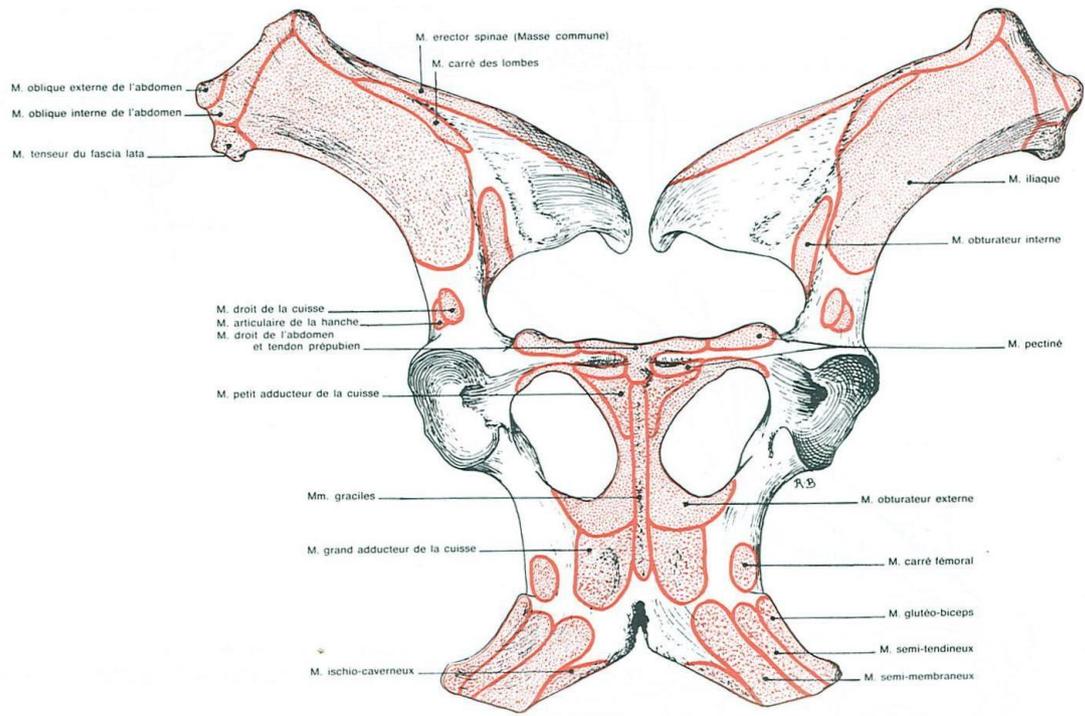


Planche 356 — INSERTIONS MUSCULAIRES SUR LE BASSIN DU CHEVAL
(VUE VENTRALE)

Figure 16 : insertions musculaires sur le bassin du cheval (vue ventrale) (3)

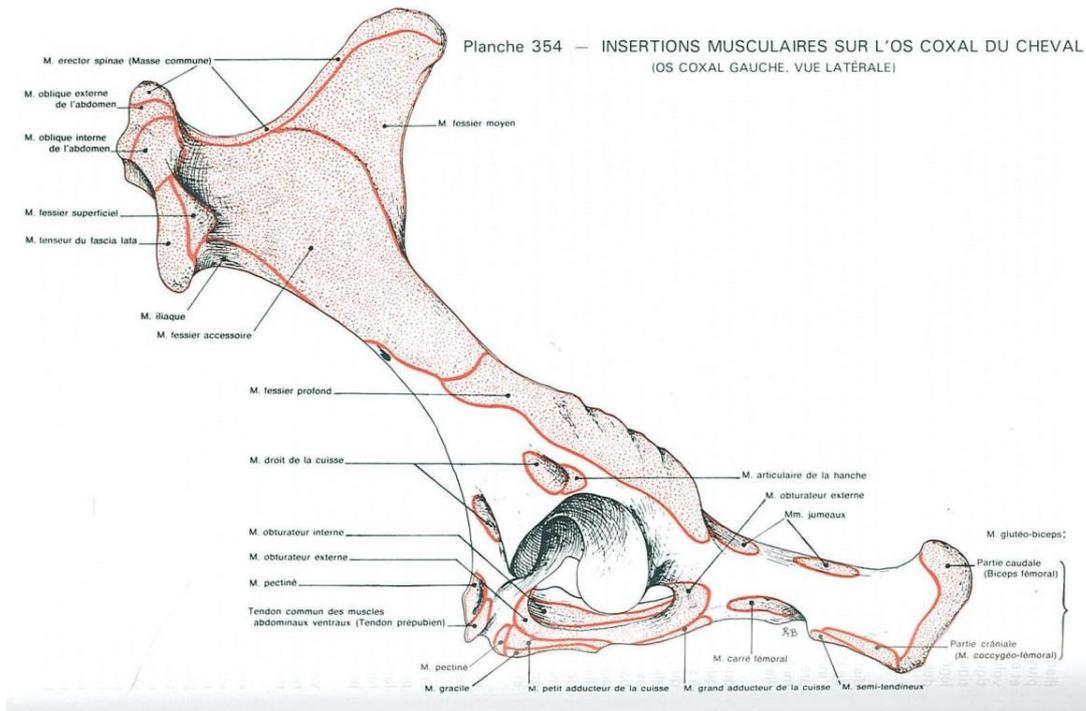


Figure 17 : insertions musculaires sur l'os coxal du cheval, os coxal gauche (vue latérale) (3)

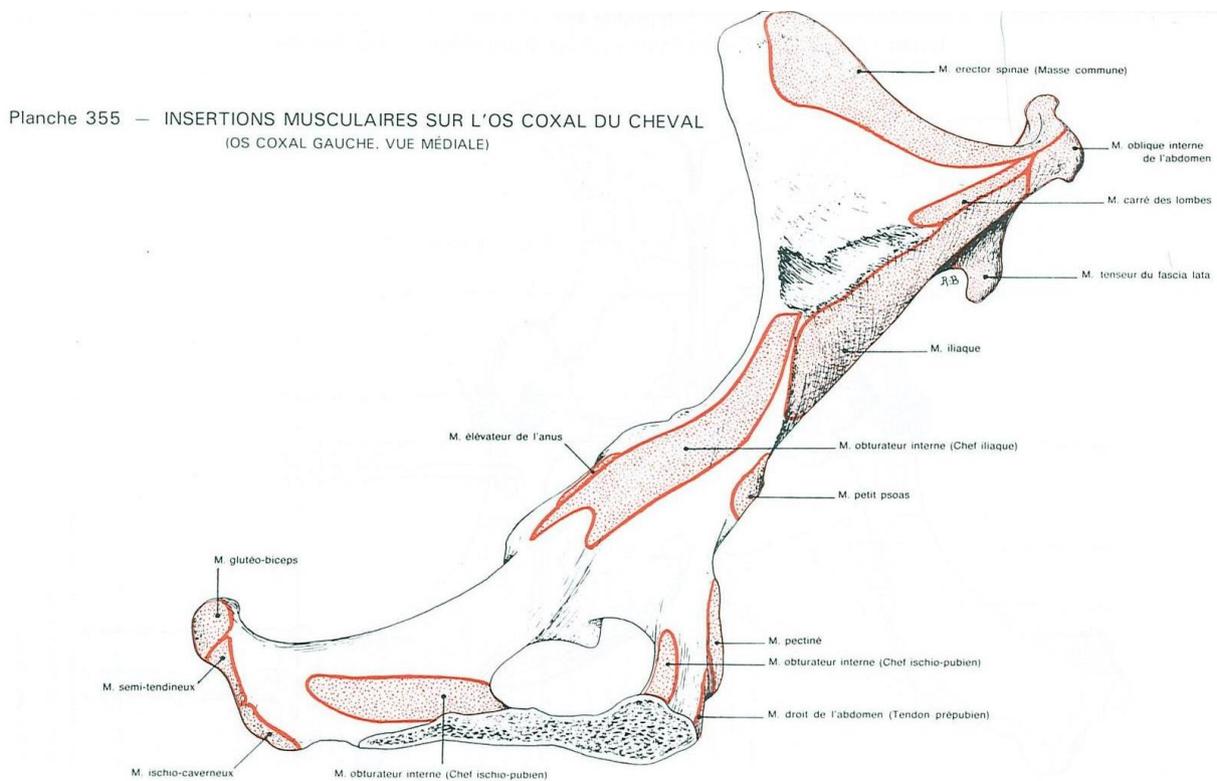


Figure 18 : insertions musculaires sur l'os coxal du cheval, os coxal gauche (vue médiale) (3)

1.3. Réseaux artérioveineux, nerveux et lymphatique

Le membre pelvien est innervé par la portion de moelle épinière L4-S2 (4). La conformation de l'ilium permet le passage d'importants vaisseaux et nerfs. **L'artère ilio-lombaire** longe le bord latéral de l'ilium ; **l'artère iliaco-fémorale** longe également ce bord latéral, mais plus ventralement, juste au-dessus du tubercule où s'attache le muscle psoas mineur (*psoas minor*).

Médialement à la crête iliaque, passent **l'artère et la veine obturatrices** ainsi que le **nerf obturateur** qui traversent ensuite le foramen obturateur, trou ovale situé entre le pubis et l'ischium. Le nerf obturateur innerve alors les muscles obturateur externe, jumeau, carré fémoral, obturateur interne, pectiné, gracile et adducteur (*magnus et brevis*) (9).

Le **nerf fémoral**, quitte la cavité abdominale avec le muscle sartorius, et devient le nerf **saphène**, qui innerve les muscles sartorius, quadriceps ainsi que, (avec une branche sensitive), l'articulation du grasset.

Du côté latéral de la cuisse et de la croupe, l'innervation des muscles provient des **nerfs glutéaux crâniaux et caudaux, sciatique et tibial**.

Le nerf **glutéal crânial** innerve le muscle tenseur du fascia lata ainsi que les muscles fessiers moyen, profond, accessoire et superficiel.

Le nerf **glutéal caudal** innerve la partie vertébrale des biceps fémoral, semi-tendineux et semi-membraneux. Quant à leur partie distale, en regard de l'ischium, celle-ci est innervée par le nerf **tibial** (lui-même issu du nerf sciatique). Le nerf tibial se dédouble à mi-cuisse pour donner naissance au **nerf cutané caudal sural** qui chemine le long de la veine saphène latérale et du tendon calcanéen commun (ou corde du jarret) et se termine sur la face latérale du tarse.

Le **nerf sciatique** parcourt la surface médiale de l'ilium jusqu'à quitter la cavité pelvienne par le foramen sciatique (« *sciatic notch* »). Il se prolonge médialement au grand trochanter autour de l'aspect caudal de l'articulation coxo-fémorale. C'est à cet endroit qu'il se divise en plusieurs branches innervant les muscles rotateurs de la hanche (jumeau, obturateur interne, quadriceps fémoral, obturateur externe) (9).

Le soutien vasculaire de la zone du bassin est principalement assuré par les vaisseaux **iliaques externes**, bien que les vaisseaux **iliaques internes** aient également un rôle à jouer.

Les artère et veine **iliaques internes** sont à l'origine des vaisseaux glutéaux caudaux qui irriguent la croupe et la cuisse. L'artère glutéale crâniale est à l'origine de l'artère obturatrice, alors que la veine satellite de la veine obturatrice est une branche de la veine iliaque externe.

Les vaisseaux **iliaques externes** pénètrent dans les muscles de la cuisse en passant caudalement au ligament inguinal, où ils deviennent les **vaisseaux fémoraux**, eux-mêmes à l'origine des vaisseaux fémoraux profonds puis pudendo-épigastriques.

Lorsque ces vaisseaux fémoraux traversent le triangle fémoral (triangle délimité crânialement par le muscle sartorius, caudalement par les muscles gracile et pectiné et médialement par l'aponévrose du muscle abdominal externe oblique et contenant les vaisseaux fémoraux, les nœuds lymphatiques inguinaux profonds et le nerf saphène), ils donnent naissance aux **veine et artère fémorales latérales circonflexes** qui irriguent notamment le quadriceps fémoral, et aux **vaisseaux saphènes**. L'artère saphène et la veine saphène se diviseront ensuite respectivement pour donner des branches crâiales et caudales irriguant le membre plus distalement au niveau du tarse puis des métatarsiens.

Le **réseau lymphatique** du membre pelvien est composé de nombreux vaisseaux lymphatiques quittant le sabot et se réunissant proximale et médialement à l'articulation du boulet, remontant entre les tendons fléchisseurs, puis, médialement au jarret et à la jambe jusqu'à atteindre les **nœuds lymphatiques poplités**. Ceux-ci sont situés caudalement et proximale au grasset, entre le biceps fémoral et le semi-tendineux. Le drainage lymphatique continue ensuite via les **nœuds lymphatiques inguinaux profonds** (situés dans le triangle fémoral, cf plus haut) puis les **nœuds lymphatiques iliaques médiaux**. Les nœuds lymphatiques inguinaux profonds reçoivent également la lymphe provenant de la partie médiale de la cuisse, sans passage préalable par les nœuds lymphatiques poplités. Les **nœuds lymphatiques sub-iliaques**, localisés crânialement à la cuisse, entre le tuber coxae et la patelle drainent la partie crâniale de la cuisse et la croupe. A partir de cet endroit, la lymphe chemine d'abord vers les nœuds

lymphatiques iliaques latéraux, puis les **médiaux**. Enfin, une portion de la partie médiale de la cuisse est drainée par les **nœuds lymphatiques inguinaux superficiels** (9).

Pelvic Limb

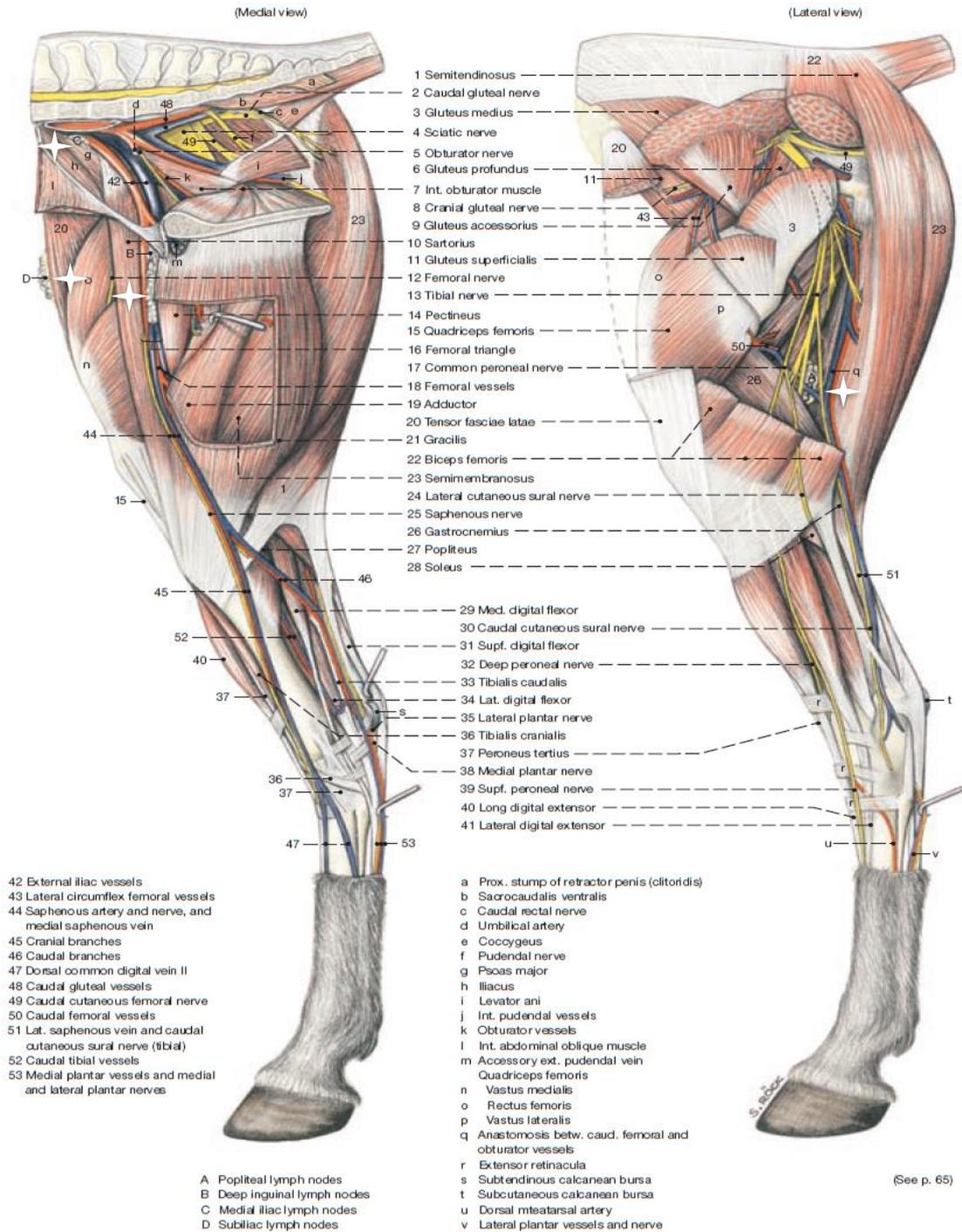


Figure 19 : réseaux vasculaire et lymphatique du membre pelvien, vues médiale et latérale (8)

Arteries, Veins, and Nerves of the Pelvic Limb

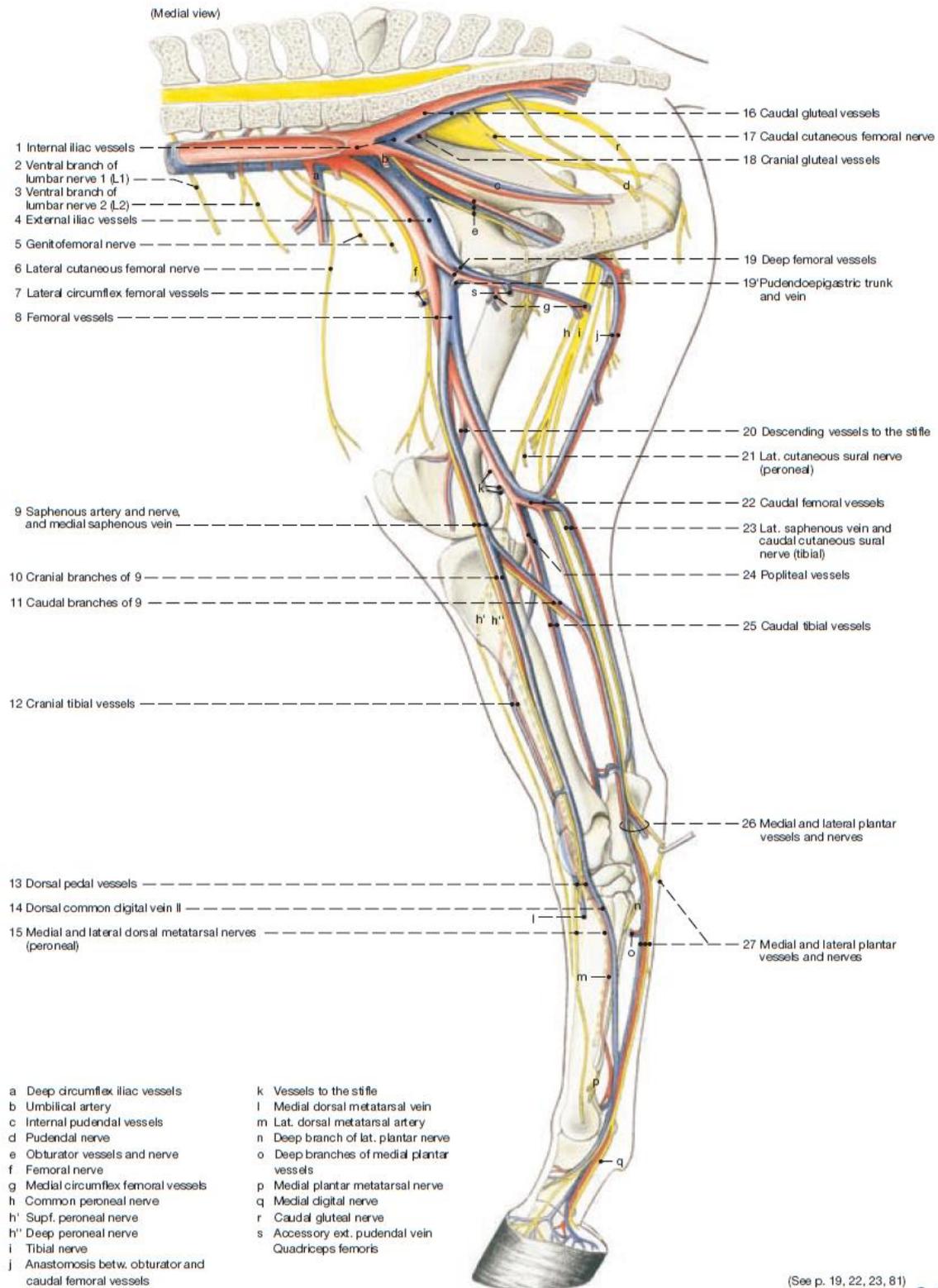


Figure 20 : artères, veines et nerfs du membre pelvien gauche (vue médiale) (8)

2. Physiologie du bassin : relation structure fonction

Le pelvis, associé au sacrum et à la partie crâniale de la queue est un complexe musculosquelettique qui transfère les **forces de propulsion et de soutien du membre pelvien au tronc**. C'est également une structure qui est en lien étroit avec la colonne vertébrale, et sert d'attache aux muscles de la colonne, de l'abdomen et du membre pelvien. Cet ensemble est à l'origine de la capacité du cheval à se déplacer en avant, souvent à grande vitesse, en étant capable d'effectuer des tournants serrés, des arrêts précis et rapides qui requièrent équilibre et coordination. L'articulation de la hanche, dotée d'une vaste amplitude de mouvements protège les organes internes et joue le rôle d'attache de nombreux muscles (cf 1.3) permettant le transfert des forces de propulsion à la colonne vertébrale (2).

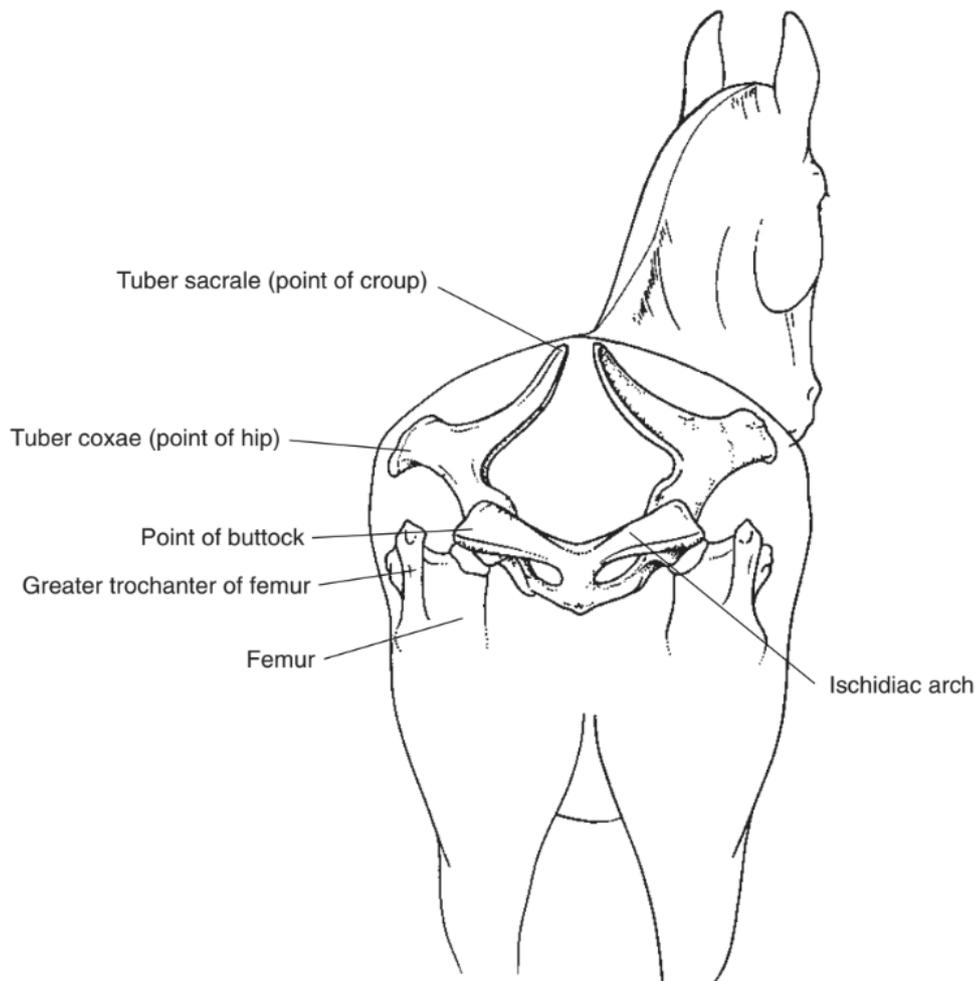


Figure 21 : position anatomique du bassin chez le cheval, vue arrière (2)

Le mouvement vers l'avant du membre postérieur est permis par les muscles glutéaux (ou fessiers) et biceps fémoral qui permettent l'extension de la hanche. Le muscle semi-tendineux fléchit le grasset, alors que le jarret se trouve lui aussi fléchi par l'action du troisième péronier (ou corde fémoro-métatarsienne) : il s'agit de **l'appareil réciproque**. Les muscles crâniens du canon (extenseurs dorsal et latéral des phalanges) contribuent également à la flexion du jarret et du grasset. Suite à l'avancée du membre pelvien vers l'avant, le grasset est étendu grâce au quadriceps fémoral (muscles droit de la cuisse et vaste latéral). Dans le même temps, le jarret est lui aussi en extension, toujours par le biais de l'appareil réciproque. Quand le pied touche le sol, le membre pelvien est verrouillé dans cette position ; les muscles exercent une tension ferme vers l'arrière qui stabilise le grasset et l'articulation de la hanche. La masse du membre se charge sur la tête fémorale, et entraîne l'extension de la hanche. Puis, quand le membre se rapproche de la verticale, le grasset et le grasset se fléchissent légèrement, alors que le boulet absorbe une partie des forces liées au choc sur le sol. Une fois la verticale passée, les muscles semi-membraneux, semi-tendineux et biceps fémoral permettent l'extension de hanche, grasset et jarret. Enfin, dès que le sabot décolle du sol, le rebond élastique du troisième péronier et de l'appareil réciproque permettent à nouveau la semi flexion du jarret, préparant le membre à être déployé vers l'avant pour la foulée suivante.

Le bassin osseux n'a pas uniquement une importance pour l'aspect locomoteur et la performance du cheval ; il est également essentiel dans le cadre de la mise à la **reproduction** d'une jument poulinière. En effet, c'est une structure très sollicitée au moment de la mise-bas lors de l'engagement du poulain dans la filière pelvienne. Des modifications du canal pelvien peuvent entraîner de potentielles dystocies mais des mises-bas délicates peuvent tout autant être à l'origine de lésions osseuses du bassin de la jument. Le cas de la jument poulinière sera abordé dans le paragraphe II. 3.

Enfin, le bassin contient des structures anatomiques majeures du **système digestif, reproducteur, vasculaire, lymphatique et nerveux** (que nous avons en partie décrites dans les parties précédentes), c'est donc une unité dont la bonne santé est indispensable.

II. Pathophysiologie des fractures du bassin chez le cheval

Les fractures du bassin chez le cheval peuvent être abordées selon différentes approches. Dans cette partie, nous allons tenter de les classer et de les décrire en fonction de leur origine (traumatique ou de stress), puis de les détailler selon leur localisation sur le bassin.

1. Les fractures d'origine traumatique

Les fractures du bassin chez le cheval peuvent avoir différentes origines. Certaines sont d'origine traumatique et apparaissent chez tous types de chevaux, dans le cas de **chute** (sur route lors d'un virage, sur box non paillé, sur sol glissant, sur un obstacle, en course...) ou de **traumatisme direct** (cheval percute violemment une barrière, une porte...).

Le bassin peut se fracturer à de multiples endroits, mais les lieux les plus fréquents sont une **fracture du tuber coxae**, ou bien **plus distalement sur l'aile de l'ilium**, une **fracture incluant l'acétabulum**, une **fracture de la tubérosité ischiatique**, ou bien du **tuber sacré**. Des fractures du pubis peuvent également arriver, ou bien il peut y avoir une combinaison de plusieurs fractures sur différents sites.

Si le traumatisme est récent, c'est généralement soit la boiterie postérieure, soit la déformation du bassin, soit les deux, qui motivent la consultation ; si le traumatisme est ancien, seule la déformation peut être présente, ce que le propriétaire ne remarque pas toujours et n'aide donc pas à orienter les hypothèses diagnostiques. Dans tous les cas, il faut garder en tête que les circonstances d'apparition ne sont pas toujours connues.

Une étude rétrospective réalisée en 1989 par Rukowski *et al.* (10) a montré une incidence accrue chez les **jeunes juments** (moyenne d'âge de 3,5 ans) de **race Pur-Sang**. Le jeune âge et la race prédisposés s'expliquent d'abord par l'utilisation de tels animaux en course ; la prédisposition des femelles pourrait, elle, être liée à leur anatomie du bassin. En effet, les juments ont « un col de l'ilium plus fin et plus étroit, un pubis plus mince et un foramen obturé plus large » (11). Cette conformation prédisposerait ainsi les fractures incomplètes à devenir des fractures complètes.

1.1. Fracture du tuber coxae

Les fractures du tuber coxae sont le plus souvent rencontrées lors d'une **chute sur le côté** ou d'un traumatisme direct sur son arête verticale.

Il existe trois principaux types de fractures du tuber coxae : (12)

- Fracture comminutive du tuber coxae : c'est la plus fréquente, aussi appelée « hanche coulée », puisqu'elle entraîne toujours un déplacement distal des fragments ;
- Fracture des cuspides caudo-latéraux et distaux : celle-ci est décrite comme étant la moins sévère car elle n'affecte que très partiellement les insertions musculaires ;
- Fracture simple complète du tuber coxae : elle est très rare, et entraîne un déplacement distal encore plus important.

1.2. Fracture de l'ischium ou du tuber ischii

Ce type de fracture apparaît le plus souvent lorsque le cheval **tombe en arrière** ou se retourne sur un objet inanimé ou sur un sol dur à grande vitesse. Dans ce cas, la fracture touche la plupart du temps la tubérosité ischiatique, et plus rarement l'ischium lui-même.

1.3. Fracture impliquant l'acétabulum

L'acétabulum peut être impliqué dans des cas de fractures de la région pelvienne, notamment lors d'une chute du cheval sur un sol dur, où une **compression** de la tête fémorale dans l'acétabulum peut avoir lieu, conduisant à la fracture du pelvis sous-jacent. Le membre peut également subir une **rotation médiale extrême** au moment de la chute, ce qui peut fragmenter l'acétabulum et être accompagné de rupture ou distension du ligament de la tête fémorale (13,14).

1.4. Fracture de l'ilium

L'ilium peut être affecté de fractures à différents endroits : l'aile de l'ilium est un site privilégié pour les fractures de stress (cela sera détaillé dans la partie II.2.), alors que le col de l'ilium peut être lésé lors d'un **violent choc latéro-médial** ou d'une chute sur le côté.

1.5. Fracture du pubis

Une fracture du pubis seul est décrite dans la littérature comme étant très rare, mais peut survenir suite à une glissade puis **une chute sur le ventre**, les membres pelviens écartés, en grand écart. Généralement, ces fractures sont rencontrées dans le cadre de « fractures **multiples** du bassin », impliquant la branche crâniale du **pubis**, la branche médiale de **l'ischium** et **l'acétabulum** ; ou bien la branche latérale de l'ischium et la branche crâniale du pubis.

2. Les fractures de fatigue ou fractures de stress

Un autre type de fracture, majoritairement rencontré chez les chevaux de course Pur-Sang entre 2 et 4 ans, appelé « **fracture de stress** », ou « **fracture de fatigue** », survient au niveau de zones fortement sollicitées lors de l'entraînement et en compétition des galopeurs. Ces fractures sont relativement fréquentes puisque dans une étude Britannique datant de 2004, l'incidence des fractures de stress chez les chevaux de course a été estimée à 57% (fractures touchant le dos et le bassin confondues) (15). Elles touchent des zones subissant des traumatismes répétés qui conduisent à une fatigue osseuse liée aux importantes contraintes physiques imposées par l'entraînement intense et à grande vitesse de jeunes chevaux. Cela favorise ainsi les fractures de stress (16).

Différentes fractures de stress sont décrites, de la moins sévère à la plus sévère, et qui peuvent être rencontrées chronologiquement si l'entraînement se poursuit. On rencontre : la **microfracture** (*microcracking en anglais*), la **fracture incomplète non-déplacée** et la **fracture complète déplacée ou non** (17). Un cheval peut être atteint de plusieurs types de ces fractures.

Le **bord caudal de l'aile de l'ilium** est le site privilégié des fractures de stress chez le galopeur (16,18–20).

3. Les fractures du bassin chez la jument poulinière

Il existe assez peu de bibliographie disponible sur les fractures du bassin affectant les juments poulinières. Cependant, il est aisé d'imaginer que cela peut avoir lieu lors de la mise bas, notamment lors de **dystocie** (poulain trop gros ou mal placé, césarienne non envisagée...) et que des forces de tractions trop importantes sont exercées pour parvenir à faire sortir le poulain.

Cliniquement, le vétérinaire doit inclure les fractures du bassin dans le diagnostic différentiel de **l'incapacité à se relever** après le poulinage. En effet, celui-ci est assez large et comprend des **causes physiques** et/ou **métaboliques**. David Noakes, dans *Injuries and diseases incidental to parturition* (21), indique qu'en général, le degré d'incapacité et l'observation des tentatives à se relever donnent de bonnes indications sur l'origine du décubitus.

Dans le cadre d'une incapacité **physique** à se relever ou de douleur lors des tentatives de relever, il faut écarter les hypothèses de dislocation de hanche ou de l'articulation sacro-iliaque, de fracture du fémur ou de la colonne vertébrale, de rupture du muscle gastrocnémien ou de paralysie des nerfs obturateurs ou glutéaux (21) avant de songer à une fracture du bassin. Plusieurs affections peuvent être concomitantes. **Cliniquement**, la jument est habituellement vive, alerte et réactive, a un appétit conservé, est généralement normotherme avec une fréquence cardiaque normale. Le vétérinaire pourra, en étant épaulé par une aide, **manipuler** les membres postérieurs à la recherche d'une mobilité excessive, d'un crépitement... ainsi que réaliser une **palpation** transrectale pour évaluer les os du pelvis. Il est enfin important, comme décrit par la suite dans ce travail, d'être à la recherche de **signes extérieurs de trauma** (hématome, œdème, gonflement, chaleur) et de **tester les nerfs périphériques** (nerfs sensitifs). Une absence de réponse sensitive peut indiquer la présence d'une paraplégie associée à une fracture vertébrale. En effet, lors d'un poulinage dystocique, une fracture du bassin peut entraîner une compression voire une section du nerf obturateur qui sera alors à l'origine de ce déficit moteur dans l'adduction de la cuisse (le nerf obturateur innerve le muscle adducteur de la cuisse), rendant difficile voire impossible le relever ou la locomotion de l'animal. Lorsqu'il s'agit simplement d'une compression, les auteurs disent que le sujet « fauche » en marchant (8).

Les radiographies sur le terrain sont généralement d'une aide très limitée pour un jument adulte étant donné l'épaisseur musculaire autour du bassin et le transport vers un centre référent difficilement envisageable si la jument est en décubitus. L'approche **échographique** est envisageable pour établir un diagnostic de fracture du bassin mais peut se révéler infructueuse, ne permettant pas pour autant de conclure à l'absence de fracture du pelvis (22). Cet aspect sera abordé dans la partie concernant le diagnostic échographique des fractures du bassin.

Si des anomalies de l'examen clinique laissent suspecter une affection post-partum d'ordre **métabolique** empêchant le relever, il est alors important de les investiguer. Les affections métaboliques les plus fréquentes suite au poulinage sont : métrite et fourbure puerpérales, péritonite, mammite, hypocalcémie, tétanos puerpéral (21).

Dans *Current Therapy in Large Animal Theriogenology* (23), les fractures du bassin au moment de la mise bas sont abordées chez les brebis. L'auteur décrit qu'une guérison spontanée a généralement lieu en plusieurs mois, mais que les cals formés parfois mal alignés peuvent entraîner une **diminution de diamètre du passage du bassin**, augmentant le risque de futures dystocies. Cette approche est confirmée dans *Equine Surgery* (24) : les auteurs décrivent que certaines fractures déplacées peuvent compromettre la filière pelvienne, notamment la déformer ou la rétrécir, et donc entraîner des dystocies à l'avenir. Ainsi, il pourrait être conseillé d'examiner une jument à historique de fracture du bassin avant la mise à la reproduction afin de s'assurer que la mise-bas sera possible dans de bonnes conditions.

III. Diagnostic des fractures du bassin chez le cheval

Pour diagnostiquer une fracture du bassin, il faudra d'abord localiser le site responsable de la gêne ou la douleur comme étant le membre pelvien, puis plus finement s'orienter vers le bassin. Ensuite, il faudra identifier la lésion à l'origine de cette douleur à l'aide d'examen complémentaires ; dans notre cas, une fracture du pelvis : la localiser, la caractériser afin de proposer une prise en charge et un pronostic.

1. Quand suspecter une fracture du bassin chez le cheval ?

1.1. Anamnèse et commémoratifs

L'anamnèse et les commémoratifs représentent la première étape de la consultation locomotrice et sont essentiels, bien qu'ils ne permettent généralement pas de s'orienter immédiatement vers une fracture du bassin. Dans certains rares cas, un traumatisme direct connu sur le bassin ou une chute sur le côté peuvent être rapportés, ce qui oriente davantage vers une origine pelvienne du problème.

Il faut alors débiter la consultation de manière classique par le signalement (âge, sexe, race, date d'acquisition, visite d'achat), le motif de consultation (date et circonstance d'apparition, chronicité, aggravation ou amélioration au travail ou dans certaines conditions particulières, type de terrain sur lequel la boiterie apparaît ou est plus marquée), l'évolution depuis l'apparition, l'activité du cheval (discipline et niveau, activité actuelle : est-il au repos ou au travail), le niveau du cavalier, l'équipement utilisé. Il est important de déterminer si l'affection est aiguë ou chronique. Il faut aussi se renseigner sur les précédents traitements reçus et leur éventuelle efficacité (le cheval a-t-il été manipulé par un ostéopathe ? etc.). De plus, il peut être utile de demander si le cheval présente des difficultés à uriner ou déféquer, s'il continue de se coucher ou se rouler, s'il est récalcitrant ou douloureux au moment du pansage... (5)

Chez le **cheval de course**, les fractures du bassin concernent majoritairement **l'aile de l'ilium**. Elles peuvent apparaître suite à une chute à grande vitesse ou bien, comme cela a été détaillé dans la partie précédente, être des fractures de fatigue, ou fractures de stress. Les fractures de l'ilium chez les galopeurs doivent être suspectés lorsqu'une boiterie postérieure apparaît ou dans un contexte de mauvaise performance. Une étude de Hesse *et al* en 2010 (25) a montré qu'un suivi régulier des chevaux de course par un ostéopathe à la recherche de signes cliniques évocateurs d'une fracture du bassin (asymétrie osseuse du bassin, atrophie et/ou spasmes des muscles glutéaux...) était d'une aide précieuse dans la détection précoce des fractures de stress, ce qui permettait de réduire l'incidence de fractures catastrophiques dans cette population.

Les cavaliers de **chevaux de sport** mentionnent parfois la raideur de leur monture, la difficulté à les mobiliser sur des exercices latéraux, un échauffement qui se doit d'être

plus long que d'ordinaire, un changement d'attitude récent au travail : un cheval qui peut se mettre à ruer, à donner des coups de pieds, un défaut d'engagement au galop...

Certaines difficultés rencontrées par le **maréchal-ferrant** peuvent aussi indiquer une gêne au niveau sacro-iliaque ou pelvien (13).

1.2. Examen statique

Un examen clinique complet fait suite au recueil de l'anamnèse et des commémoratifs avec le propriétaire : un **examen statique** permettant de réaliser les étapes d'inspection, palpation, mobilisation est indispensable.

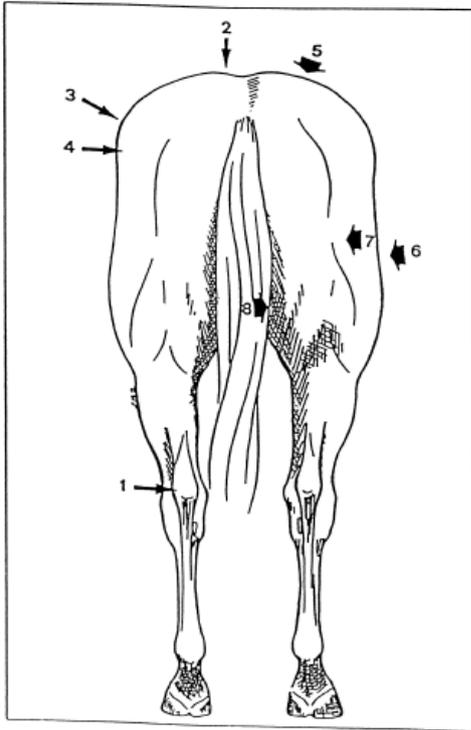
1.2.1. Inspection

Avant de débiter l'inspection, il est important de placer le cheval sur un sol horizontal et dur, avec les quatre membres répartis de manière symétrique afin que toute déformation ou asymétrie visible soit interprétable. Graham A. Munroe recommande d'examiner le cheval à l'extérieur de préférence, afin d'avoir une meilleure luminosité, mais si cela n'est pas possible, un grand box non paillé peut convenir (5).

Cette phase d'inspection est à effectuer de manière extrêmement rigoureuse puisque c'est l'évaluation de la symétrie du bassin et de ses muscles (Figure 22) qui permettra de différencier une boiterie d'origine pelvienne ou du membre postérieur. Le clinicien peut s'aider d'opérateurs pointant du doigt les reliefs osseux afin de mettre en évidence des asymétries de position de ces derniers.

Dans le cadre d'un traumatisme **récent**, le cheval adopte une position antalgique visant à soulager le membre douloureux, non spécifique d'une fracture du bassin, consistant à ne pas appuyer sur celui-ci, mais à le laisser poser en pince, légèrement en avant de la verticale. Lorsque le traumatisme est plus ancien et que la boiterie devient **chronique**, seule la déformation du membre s'avère généralement visible.

Des **lésions ostéoarticulaires** et des **anomalies musculaires** sont à rechercher : asymétrie, déformation des tissus mous, amyotrophie sont des signes cliniques possibles dans des cas de douleur chronique mais non-spécifiques des fractures du pelvis et pas toujours présents.



Examen du cheval de derrière. Les repères dont il convient d'établir la position sont :

4 Repères osseux :

- 1- la hauteur respective des pointes des jarrets,
- 2- la position des tubers sacrales (angles de la croupe),
- 3- la position des tubers coxae (angles de la hanche),
- 4- la symétrie des articulations coxo-fémorales (articulations de la hanche).

4 Reliefs musculaires :

- 5- la musculature glutéale (fessière),
- 6- la musculature fémorale crâniale en portant le regard légèrement de côté,
- 7- la musculature fémorale caudale,
- 8- la musculature fémorale médiale en soulevant la queue.

Comparer les 2 côtés droit et gauche

Figure 22 : repères ostéo-articulaires et musculaires (6)

Les anomalies musculaires les plus notables dans le cadre d'atteintes ostéoarticulaires hautes sont les amyotrophies proximales. Une **amyotrophie glutéale unilatérale** de la croupe (muscles fessiers) peut être observable du côté de la lésion pelvienne. Cette amyotrophie apparaît en général quelques semaines suivant le trauma. Certains auteurs décrivent même une amyotrophie des muscles semi-tendineux et semi-membraneux à la base de la queue en 7 à 10 jours dans le cadre d'une fracture de la tubérosité ischiatique (14). Une amyotrophie peut également conduire à une procidence du grand trochanter qui est de fait moins recouvert de son épaisse musculature et donc plus saillant.

D'autres amyotrophies du membre pelvien peuvent arriver, mais ne sont pas forcément liées à des douleurs d'origine pelvienne. C'est ainsi qu'une **amyotrophie du quadriceps fémoral** peut apparaître lors d'affection fémorale (atteinte du nerf fémoral) ou dans le cas d'arthrose juvénile par exemple. Une amyotrophie **bilatérale** peut également être rencontrée, mais elle signe dans ce cas une affection chronique affectant les deux membres pelviens comme par exemple une arthropathie sacro-iliaque. Attention, une

asymétrie musculaire seule d'un membre n'est pas cliniquement suffisante pour envisager une fracture du bassin : il faut également s'intéresser aux asymétries ostéoarticulaires.

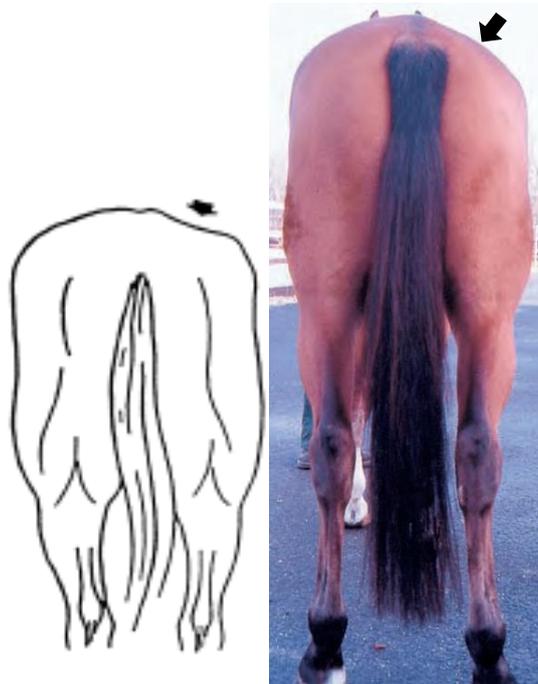


Figure 23 : amyotrophie glutéale du côté droit (flèche) ; à *gauche* : représentation schématique (6) ; à *droite* : photo issue de (14).

Les **lésions ostéoarticulaires** peuvent affecter différentes parties du pelvis en fonction de la localisation de la fracture.

Une asymétrie au niveau des **tuber sacrale** peut indiquer une fracture de l'ilium du côté où la tuber sacrale est abaissée. En effet, lors de la station debout, le soulagement chronique du côté douloureux entraîne la proéminence du tuber sacrale controlatéral associée à une élongation des ligaments sacro-sciatiques (subluxation sacro-iliaque) et d'une rotation du bassin du côté sain.



Figure 24 : déplacement ventral du tuber sacrale droit (26)

En observant le cheval de derrière et de profil, l'aspect des **tubérosités ischiatiques** (pointe de la fesse) peut être un indicateur intéressant : ces tubérosités sont normalement saillantes, mais dans le cas contraire, elles peuvent être atteintes de fractures qui se fragmentent et donnent des séquestres pouvant se déplacer distalement et créer des déformations. Un gonflement peut apparaître dans la région de l'articulation de la hanche et/ou à l'arrière de la cuisse (14,27).

Une anomalie de position d'un **tuber coxae** peut être mise en évidence avec l'aide d'opérateurs plaçant leurs doigts sur l'extrémité crânio-dorsale des tuber coxae (7). Les fractures du tuber coxae (pointe de la hanche), aussi appelées communément « hanches coulées » sont caractérisées par un tuber coxae moins saillant, ou encore déplacé distalement sur le membre pelvien. C'est une affection assez fréquente. En cas de fracture partielle du tuber coxae, une seule partie de l'angle de la hanche est rentrée et déplacée, cela donne alors un aspect concave en regard de la position physiologique. De plus, la largeur de la croupe paraît plus étroite du côté affecté. En cas d'accident **récent**, un engorgement local et déclive peut être noté. Si l'affection est **chronique**, de l'arthrose et de la fibrose peuvent se mettre en place au niveau de l'insertion ligamentaire, ce qui

n'est pas toujours clinique chez le patient. La fracture du tuber coxae est ainsi une affection unilatérale diagnosticable dès l'inspection selon Denoix et Audigie (12).

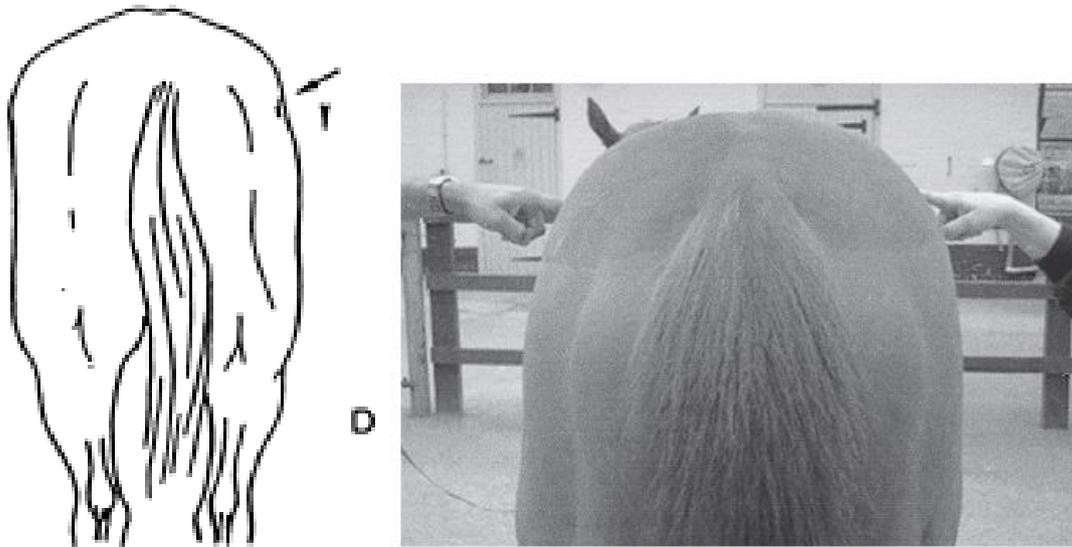


Figure 25 à gauche : fracture du tuber coxae i.e. "hanche coulée" (3)

Figure 26 à droite : évaluation de la position des tuber coxae en plaçant les doigts d'opérateurs sur l'extrémité dorsale des tuber coxae de chaque côté, vue caudale (7)

Une fracture du **col de l'ilium** entraîne généralement une déformation en regard de celui-ci et une descente du tuber sacrale ipsilatéral à la fracture. Des gonflements peuvent être palpables, plus ou moins associés à une zone de chaleur.



Les **fractures acétabulaires** sont décrites comme ayant une clinique assez caractéristique : amyotrophie fessière marquée associée à une hanche plus saillante et à une procidence du grand trochanter du côté atteint, élévation du tuber sacrale du côté sain.

Figure 27 : élévation du grand trochanter associée à une fracture de l'acétabulum (6)

Une **élévation des deux tuber sacrale** peut, quant à elle, signer des lésions sacro-iliaques bilatérales, comme une subluxation sacro-iliaque bilatérale par exemple.



Figure 28 : cheval atteint d'une fracture du sacrum. Notez le changement abrupt d'angle juste derrière le tuber sacrale, où le sacrum et le coccyx sont déplacés ventralement. La queue est en complète paralysie flasque et cette jument souffre de rétention urinaire et fécale (7).

Une fracture du **pubis** peut se caractériser par un gonflement diffus entre les cuisses, au niveau du fourreau et/ou du scrotum chez le mâle, et au niveau de la mamelle et de la vulve chez la femelle. Cette inflammation peut aussi s'étendre crânialement le long du ventre, ou plus caudalement vers le périnée ou le vagin (27).

Ci-dessous, un tableau récapitulatif de signes cliniques extérieurs (asymétries des reliefs osseux, amyotrophies) pouvant conduire à des hypothèses d'affections du bassin :

Signe clinique	Interprétation la plus probable
Amyotrophie unilatérale fessière	Boiterie postérieure
Elévation d'un tuber sacrale +/- associée à une amyotrophie fessière	Epaississement sacro-iliaque dorsal/ maladie sacro-iliaque/fracture de l'aile de l'ilium
Descente d'un tuber sacrale +/- associée à une amyotrophie fessière	Maladie sacro-iliaque chronique/fracture de l'ilium/ fracture impliquant l'acéabulum
Descente d'un tuber coxae	Trauma du tuber coxae (fracture par exemple)
Descente d'un tuber ischii	Trauma du tuber ischii (fracture par exemple)

Figure 29 : interprétation clinique des asymétries du pelvis (5)

1.2.2. Palpation – pression

Sue Dyson, dans une conférence au Colorado en 2007 (14) explique l'importance capitale de la palpation de la région du bassin dans l'examen clinique d'un cheval présenté pour une boiterie postérieure. Elle recommande une **approche systématique** en commençant par la palpation des **muscles de la région lombaire et pelvienne**, à la recherche d'une douleur ou d'une tension anormale. La pression peut être exercée d'abord au doigt, puis à l'aide d'un instrument à bout rond (comme un porte aiguille ou une pince-clamp par exemple) afin de mettre en évidence des spasmes ou des fasciculations musculaires. Plus caudalement, l'auteure recommande de palper les **muscles glutéaux**, à la recherche d'une douleur qui pourrait témoigner d'une lésion de la tubérosité ischiatique ipsilatérale (muscles semi-membraneux et semi-tendineux douloureux) ou d'une lésion musculaire primaire. De plus, les reliefs osseux (tuber coxae, sacrale, ischii, sacrum, articulations sacro-iliaques) doivent tous faire l'objet d'une palpation-pression suffisamment ferme pour révéler une potentielle douleur. Dans ce cas, le cheval essaiera alors de se soustraire à la pression en s'abaissant du côté douloureux.

Henson, indique spécifiquement qu'il est important de palper avec attention l'aire autour des **tuber sacrale** afin de mettre en évidence une quelconque douleur, fibrose ou épaissement, qui pourrait témoigner d'une affection de l'ilium, comme les fractures de stress chez les galopeurs, mais aussi une arthropathie sacro-iliaque (5).

Dans le cas de la **fracture du tuber coxae**, deux cas de figure sont possibles. Si la fracture est complète, alors on n'arrive plus à palper aisément aucune des cuspides. Si la fracture est partielle, deux cuspides sont généralement déplacées, ce qui ne laisse plus que deux cuspides sur quatre palpables, le plus souvent les crânio-dorsales. En effet, les traumatismes latéraux sur cheval debout sont fréquemment responsables de lésions des cuspides les plus latérales, caudo-ventrales, qui sont davantage en superficie (12).

Cet examen de palpation-pression, peut, en plus de révéler une douleur, témoin indirect d'une possible fracture du bassin, être à l'origine de **crépitations osseuses** perceptibles dues aux frottements entre fragments. Ces crépitements peuvent aussi être audibles lorsqu'on manipule le cheval de sorte à ce qu'il modifie son appui postérieur. Attention cependant, une absence de réponse à cet examen ne permet pas d'exclure une fracture du bassin.

1.2.3. Mobilisation

Suite aux examens statique et dynamique, des tests de mobilisation du membre pelvien sont indiqués dans le cas où on a pu mettre en évidence des signes locaux d'amyotrophie glutéale, de dissymétrie sacro-iliaque, ischiatique ou coxo-fémorale, ou bien des signes fonctionnels indiquant la moindre sollicitation d'une hanche au repos ou en mouvement. Ces tests ont pour but de faire réagir le cheval lorsqu'on le place dans une position inconfortable voire douloureuse mais aussi d'exagérer une boiterie pour affiner le diagnostic de localisation de celle-ci. Le test le plus significatif est celui qui conduit à la plus forte aggravation de la boiterie. Nous allons nous concentrer sur les tests permettant de révéler une atteinte haute du membre pelvien, et détailler les réponses anormales en lien avec des fractures du pelvis.

Lors de lésion récente, les tests de mobilisation (flexion, protraction, rétraction) du membre pelvien sont douloureux pendant cinq à quinze jours. Si la lésion est plus ancienne, les résultats de ces tests sont plus souvent des modifications d'amplitude lors de la mise en mouvement du cheval.

Commençons par le **test de rétraction**, qui permet une extension concomitante de l'articulation coxo-fémorale et du jarret. Une réaction anormale à ce test (intolérance à la position imposée, modification de l'amplitude du déplacement) peut avoir lieu lors de fracture d'un tuber coxae (hanche coulée) ou de douleur sacro-iliaque notamment (28).

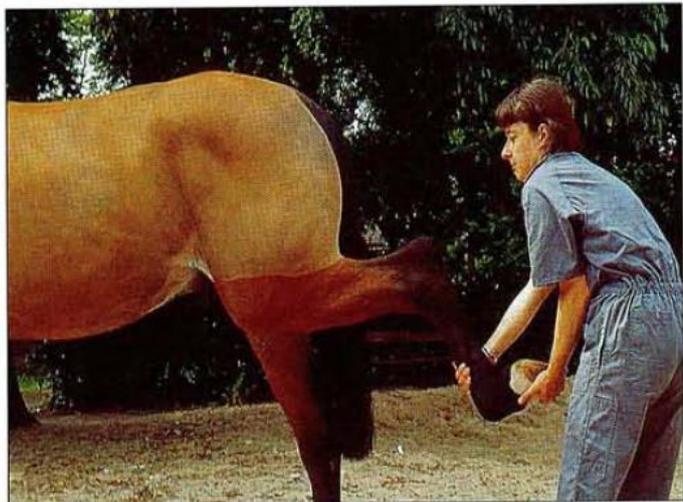
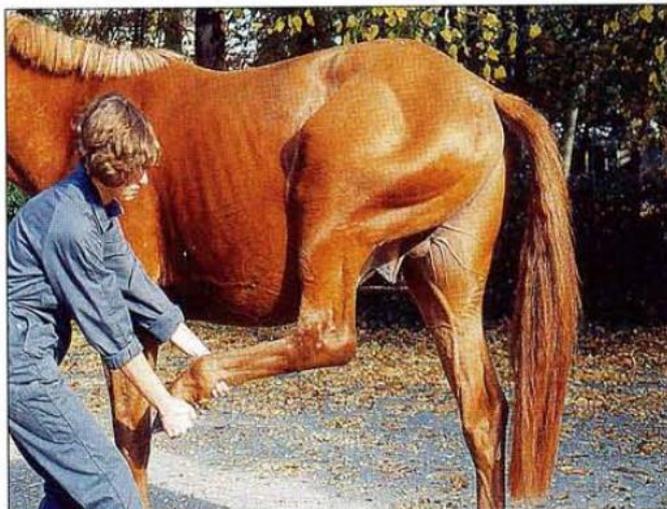


Figure 30 : test de rétraction du membre pelvien (28)

Ce test-là doit être réalisé de manière très précautionneuse car il induit la tension du muscle du tenseur du fascia lata, pouvant aggraver fracture du tuber coxae. (12)

Le **test de protraction** permet lui, une flexion de l'articulation coxo-fémorale et une extension du grasset : ainsi une douleur coxo-fémorale ou sacrale pourra entrainer une réponse positive à ce test.

Figure 31 : test de protraction du membre pelvien (28)



Dans le **test de flexion globale du membre pelvien** (Figure 32), l'articulation coxo-fémorale est en très légère flexion, ce qui peut de ce fait être le test le moins sensible dans le cadre d'une fracture du bassin.

Ainsi, ces tests mobilisant le bassin sont susceptibles de causer de la **douleur** au cheval atteint d'une fracture du bassin : la réponse sera variable selon la sévérité et la localisation de la lésion. Il est nécessaire de garder en tête qu'il est possible d'obtenir un résultat faussement négatif dans le cas où la mobilisation n'a pas été réalisée de façon optimale, ou bien si le cheval est sous traitement anti-inflammatoire, ou encore si la lésion est très discrète et quasiment asymptomatique. De plus, il faut être vigilant dans notre interprétation puisqu'une réponse anormale à un test peut également illustrer une douleur du membre restant à l'appui pendant la mobilisation.



Figure 32 : test de flexion globale du membre pelvien (28)

Cependant, certains auteurs, comme Graham A. Munroe dans *Equine Back Pathology* (5), considèrent que ces tests sont d'une utilité assez limitée, étant donné que le degré de mouvement lors des manipulations est très individu-dépendant et lié au comportement intrinsèque du cheval. En effet, on n'aura pas la même tolérance vis-à-vis des manipulations chez un pur-sang ou un trotteur que chez un poney ou un cheval lourd. Il faut donc interpréter ces tests de mobilisation avec précaution.

1.3. Examen dynamique

L'examen dynamique fait suite à l'examen physique statique. Il peut être assez délicat de décider de mettre un cheval en mouvement lorsqu'on suspecte une fracture du bassin.

Ainsi, si on a observé des signes physiques spécifiques nous orientant vers une fracture du bassin et que le cheval est boiteux au pas, signant alors une **lésion récente**, l'examen dynamique au trot et au galop est contre-indiqué. De même, Denoix et Audigie déconseillent l'examen au trot et au galop sur sol mou si la lésion dure depuis moins de quatre mois car celui-ci pourrait être néfaste pour une éventuelle lésion en cours de cicatrisation. Dans le cas d'une lésion récente, on proposera donc un examen au pas et au trot lent sur un sol dur non glissant (12). Le but étant de réduire l'intensité et la durée de l'examen dynamique si la fracture du bassin n'est pas stabilisée.

La douleur ressentie en mouvement par le cheval atteint d'une fracture du bassin provient de la mobilisation des fragments osseux par les tendons lors de la contraction des muscles. Cela se manifestera le plus souvent par une anomalie d'amplitude avec une phase de protraction réduite du membre pelvien. La hauteur de la trajectoire du pied au soutien est également souvent réduite (notamment dans le cas des fractures du tuber coxae).

Dans le cas d'une **lésion plus ancienne** (datant de plus de quatre mois), on réalisera un examen dynamique classique. Il s'agira d'observer la locomotion du cheval d'abord sur un huit de chiffre au pas, puis en ligne droite au pas et au trot sur terrain dur. On complètera l'examen par la mise en mouvement du cheval sur les cercles (main gauche et main droite) au trot sur terrain dur puis mou. L'observation au galop peut également apporter des informations intéressantes dans le cadre d'une suspicion de fracture du bassin.

Les auteurs s'accordent sur le fait qu'il est mieux de garder le cheval **ferré** pour cet examen dynamique, afin de limiter l'effet de sensibilité de la sole qui pourrait masquer d'autres douleurs, de ne pas examiner un cheval déjà sous traitement anti-inflammatoire car celui-ci pourrait diminuer voire masquer la boiterie (28) . De plus, il est recommandé d'observer le cheval lorsque celui-ci est **maintenu au travail un minimum**, et pas totalement au repos afin de se placer dans les conditions les plus représentatives de ce qui se passe de manière générale lors de son utilisation.

Après ces considérations générales sur l'examen dynamique, nous allons maintenant décrire quelques observations cliniques spécifiques faites pour les différentes fractures du bassin.

1.3.1. Fracture du tuber coxae

De manière aiguë, une fracture du tuber coxae entraîne une boiterie modérée à marquée qui s'améliore généralement en 48h, et devient alors modérée à légère (29). Cette boiterie est caractérisée par une **variation importante d'amplitude du tuber coxae atteint** par rapport au tuber coxae sain lors de la mise en mouvement du cheval. Selon l'ancienneté de la lésion et son étendue, des plaies extérieures, des hématomes, ou des fistules peuvent être visibles.

Dans le cadre d'une lésion plus **ancienne**, au pas, une **réduction de phase postérieure** de la foulée peut être constatée en raison de la rétraction du muscle tenseur du fascia lata avec la chronicité du phénomène. Au trot cependant, on ne note généralement pas de boiterie au soutien, mais il peut persister un défaut de d'engagement du postérieur atteint. Au **galop**, le cheval peut avoir des difficultés à se propulser avec son postérieur atteint, ce qui se caractérise par une tendance à être **désuni à main opposée** (un cheval avec une fracture du tuber coxae gauche, pourra être désuni à main droite). Monté ou attelé, une lésion ancienne de ce type est souvent bien tolérée, toujours selon Denoix et Audigie. (12).

1.3.2. Fracture de l'aile de de l'ilium

Généralement, dans le cadre des **fractures de stress** que l'on rencontre chez les Pur-Sang Anglais de course, la boiterie est légère à modérée et se résout en 24-48 heures. En revanche, une **fracture complète** de l'aile de l'ilium se traduit cliniquement par une boiterie d'appui marquée voire une boiterie de soutien du membre du côté de la lésion, accompagnée de signes d'importante douleur (tremblements, spasmes, sudation au niveau des muscles glutéaux), un refus de se déplacer ou de poser du poids du côté atteint. **L'asymétrie des tuber sacrale** est un élément diagnostique également important, comme cela a été décrit dans la sous-partie 1.2.1. Inspection (déplacement ventral du tuber sacrale ipsilatéral à la fracture).

1.3.3. Fracture du col de l'ilium

Les fractures du col de l'ilium sont celles dont les signes cliniques sont les plus marqués : le membre atteint n'est plus du tout sollicité (le cheval ne pose aucun poids sur celui-ci), le cheval présente une **boiterie d'appui 5/5**, des spasmes musculaires intenses (29), et une asymétrie du bassin comparable à une fracture de l'aile de l'ilium (déplacement ventral du tuber sacrale du côté ipsilatéral). Des lésions externes (hématome, plaie...) peuvent aussi être visibles.

1.3.4. Fracture de l'ischium

Lorsqu'il s'agit d'une **fracture de l'ischium** ou du **tuber ischi**, une réduction marquée de la phase crâniale de la foulée du membre atteint est souvent observable. On note également un gonflement des tissus mous au niveau du tuber ischi concerné comme dit précédemment.

1.3.5. Fracture du pubis

Dans le cas de **fracture du pubis**, une boiterie bilatérale est rencontrée, avec un important défaut de protraction des deux membres pelviens, qui peut parfois être confondu avec des signes de rhabdomyolyse sévère induite à l'exercice.

1.3.6. Fracture acétabulaire

Pour une fracture impliquant l'**acétabulum** (mais aussi dans le cas de dislocation coxo-fémorale), le cheval présente généralement une **boiterie de soutien marquée** du membre pelvien concerné.

1.4. Palpation transrectale

La palpation transrectale est un examen indispensable dans le cadre d'une suspicion d'une fracture du bassin. Sue Dyson (14) conseille une approche systématique vérifiant l'intégrité de l'**aorte**, des **artères iliaques**, les **muscles psoas** et l'aspect caudal du **col de l'ilium**, du **pubis** (en longeant sa partie dorsale), de l'acétabulum et de l'**ischium**. Ceci est confirmé par Axe, qui recommande d'inspecter chaque toute partie du pelvis accessible (27) à la recherche de sensation de **crépitement** ou de **déplacement** de fragments osseux.

Dans le cadre d'une fracture impliquant l'**acétabulum**, l'opérateur peut palper un gonflement ou une surface anormalement pointue autour de l'axe dorsal de l'acétabulum. Cependant, le cas le plus fréquent est une fracture du bord ventral de l'acétabulum, ce qui ne peut être malheureusement palpé par voie transrectale. Des crépitements, soit lorsque le cheval se déplace, soit au moment de la palpation peuvent toutefois être audibles au cours de l'examen (5) (29).

Dans le cadre d'une fracture du **col de l'ilium**, une lacération de l'artère iliaque interne conduisant à une hémorragie interne fatale peut avoir lieu dans les cas les plus sévères. Un hématome ou un crépitement lors de l'examen transrectal peuvent être palpés.

A noter que la **partie ventrale du sacrum** est également palpable par voie transrectale : des fractures déplacées peuvent s'avérer perceptibles par un opérateur doté d'une fine sensibilité.

Attention, l'absence de crépitement ne permet pas de conclure quant à l'absence de fracture. Premièrement, la totalité des structures du bassin n'est pas accessible par voie interne, et deuxièmement, une fracture non déplacée n'est pas détectable par palpation transrectale. Si un doute persiste, cet examen peut être réitérée quotidiennement pendant plusieurs jours pendant lesquels le cheval doit être confiné dans un lieu calme à la recherche d'éléments en faveur d'une fracture du bassin, notamment à l'aide des techniques d'imagerie qui seront détaillées dans la partie III.2.

A noter que chez les juments, un examen par voie vaginale peut éventuellement s'avérer utile pour diagnostiquer les fractures du pubis ou de l'ischium (11).

1.5. Anesthésies nerveuses tronculaires

Une lésion proximale du membre pelvien peut être recherchée par anesthésie tronculaire lorsque les anesthésies nerveuses du membre selon la démarche disto-proximale n'ont pas révélé d'anomalie ou n'ont pas été suffisamment révélatrices. Les anesthésies distales du membre pelvien classiquement réalisées sont les mêmes que celles du membre thoracique (anesthésies digitales distale et proximale, quatre points du boulet, insertion du ligament suspenseur du boulet...), puis en remontant proximale, les anesthésies dites « jambières » peuvent être effectuées (ce sont les équivalentes des anesthésies antébrachiales pour le membre thoracique). Elles anesthésient les nerfs : tibial, fibulaires superficiel et profond, saphène et cutané sural caudal, cela permet une insensibilisation complète du jarret, du métatarse et du doigt. Une anesthésie synoviale articulaire et tendineuse du grasset peut également être réalisée si l'on suspecte une douleur originaire de cette région.

Dans le cadre d'une boiterie non améliorée par les anesthésies sous-jacentes précédemment citées, avec un examen clinique présentant des anomalies en faveur d'une affection du bassin (amyotrophie, tests de mobilisation positifs, crépitements...) l'anesthésie la plus proximale pouvant être réalisée sur le membre pelvien est est **l'anesthésie synoviale articulaire et tendineuse coxo-fémorale**. Elle est cependant assez peu réalisée en pratique sur le terrain pour plusieurs raisons.

Premièrement, elle n'est pas facile à réaliser étant donné sa profondeur par rapport à la peau et le peu de repères anatomiques identifiables aisément. Deuxièmement, elle est controversée par les praticiens. En effet, dans *Sémiologie et Propédeutique de l'Appareil Locomoteur du Cheval* écrit en 2014, Denoix et Audigié contre-indiquent les anesthésies jambières dans le cadre de fracture ou d'une fêlure d'une structure, car celles-ci supprimant la douleur, le cheval peut aggraver une lésion en sollicitant davantage cette structure. Cependant, une douleur proximale du membre pelvien peut résulter d'une ancienne fracture du tuber coxae partiellement ou totalement consolidée, de lésions dégénératives chroniques du pelvis...pour lesquelles l'anesthésie tronculaire peut être réalisée sans risque majeur si les mouvements du cheval restent contrôlés. La réalisation de cette anesthésie est donc une décision qui repose sur l'expérience du praticien. Ainsi, les praticiens ont généralement recours à cette anesthésie lorsque la boiterie du membre pelvien n'a pas pu être expliquée par une origine plus distale dans le membre, auxquelles s'ajoutent des suspicions cliniques et parfois des images anormales obtenues à l'échographie.

Une technique de réalisation de cette **anesthésie coxo-fémorale** est détaillée dans l'article du Journal Swissvet n°11a datant de 1991 écrit par JM Denoix (28). Cet article fait la description de la méthode sans guidage échographique ; cependant, de nos jours, tous les auteurs s'accordent sur le fait que l'anesthésie coxo-fémorale est réalisée de manière échoguidée.

Les repères anatomiques sont les suivants :

- Sommet et convexité du grand trochanter
- Incisure trochantérique : le grand trochanter peut être assez difficile à palper chez les chevaux gras ou musclés, il est à rechercher dans le **tiers caudal du segment**

entre la pointe de la hanche (ou tuber coxae) **et la pointe de la fesse** (tubérosité ischiatique).

Cette ponction articulaire est le plus souvent réalisée dans le cas de boiteries chroniques et anciennes, donc chez des chevaux ayant tendance à être amyotrophiés : les repères anatomiques sont alors plus facilement visibles.

La préparation de la zone se fait de manière stérile : tonte, nettoyage de type chirurgical et anesthésie locale. Le cheval est placé dans un travail pour plus de sécurité et de fiabilité de réalisation ; de plus, les mouvements du cheval sont alors limités, ce qui prévient le pliage de l'aiguille. Un tord-nez peut aussi être ajouté si la contention n'est pas suffisante. Le matériel nécessaire se résume à des **gants chirurgicaux**, un **flacon neuf de solution anesthésique**, une **aiguille de 15cm de long avec mandrin**, et **deux seringues de 10-15mL** : une pour prélever du liquide synovial, et une autre contenant la solution anesthésique.

Le principe de la ponction de l'articulation coxo-fémorale est de longer le bord le bord proximal du col du fémur et d'être tangentiel à la tête fémorale. La peau est assez difficile à traverser dans cette zone-là étant son importante épaisseur. Le biseau de l'aiguille doit être orienté vers le bas, 20mm au-dessus de l'incisure trochantérique. L'orientation de l'aiguille doit être horizontale ou avec un léger angle cânio-médial (15 à 20°) par rapport au plan frontal. Il est nécessaire d'enfoncer l'aiguille entre 10 et 13cm afin de rencontrer le bourrelet acétabulaire, puis de le traverser pour rencontrer la cavité synoviale. Une fois la cavité synoviale ponctionnée, 10 à 15mL d'anesthésique peuvent être injectés, jusqu'à sensation de distension ; si la synoviale est trop distendue, il est conseillé de laisser revenir le piston de la seringue.

D'autres études plus récentes ont étudié la technique pour la ponction de **l'articulation coxo-fémorale de manière échoguidée** (à l'aide d'une sonde curviligne à basse fréquence, 3,5 MHz). En 2007, David et al. décrivent une approche **crânio-dorsale latérale** de l'articulation (30). Les auteurs utilisent une aiguille 16 ou 18 gauge de 15cm de long, insérée dans l'incisure trochantérique, c'est-à-dire l'espace entre les petite et grande proéminences du grand trochanter fémoral. Une fois l'aiguille insérée, celle-ci doit être orientée légèrement crânio-médialement et distalement, dorsalement au col du fémur jusqu'à la ponction de la capsule articulaire (au moins à 10cm de profondeur chez un

cheval adulte). L'obtention de liquide synovial n'est pas garantie, ce qui ne permet pas de confirmer le positionnement de l'aiguille (31). En revanche, l'utilisation de l'échographie et la visualisation de l'aiguille dans l'espace articulaire, le permet (Figure 33). Il en résulte une technique fiable et sûre, d'autant plus qu'avec cette approche crânio-dorsale latérale, le risque d'insensibiliser le nerf sciatique est peu probable selon les auteurs. Il est conseillé d'injecter de 10 à 30mL de lidocaïne ou de mepivacaïne dans l'articulation afin d'obtenir une analgésie intra-synoviale (31). Dans cette étude, les chevaux ont préalablement été sédatés à l'aide d'acépromazine (avec ajout de xylazine 0,2 mg/kg IV et utilisation du tord-nez si besoin) et une anesthésie locale cutanée à l'aide de lidocaïne est réalisée sur le site de l'injection de l'aiguille.

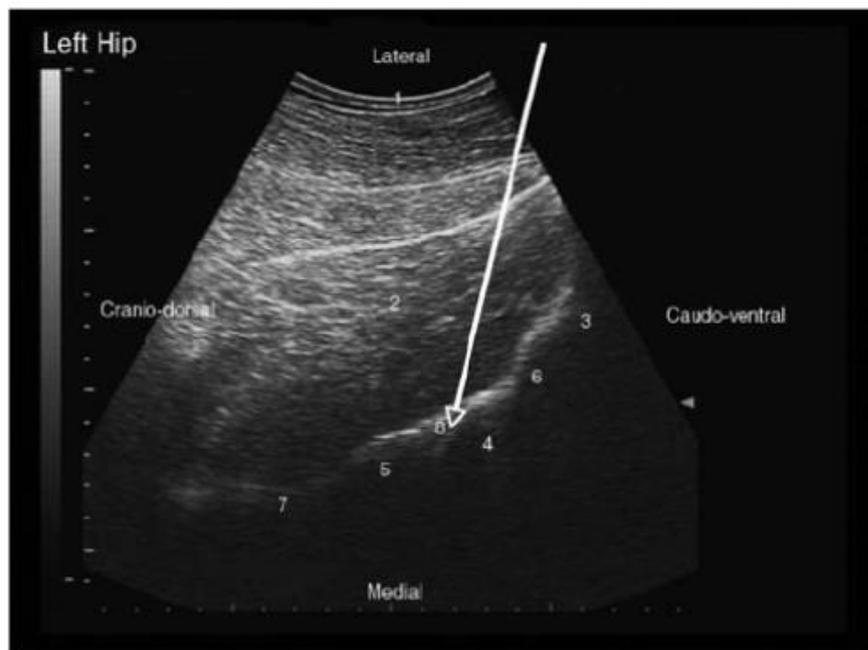


Figure 33 : repères échographiques lors de l'injection intra-articulaire coxo-fémorale échoguidée. La sonde échographique a une direction crânio-dorsale caudo-ventrale en regard de la hanche. L'aiguille de 18 gauge et 15cm de long est introduite ventralement à la sonde, parallèlement à son grand axe (représentée par la flèche). Légende : 1=peau, 2=muscles glutéaux, 3=grand trochanter fémoral, 4=tête fémorale, 5=bord dorsal acétabulaire, 6=jonction tête/col fémoraux, 7=ilium, 8=capsule articulaire coxo-fémorale (30)

Une étude rétrospective plus récente de Whitcomb et al. en 2016 (32) décrit une autre technique échoguidée pour infiltrer le récessus crânio-ventral de l'articulation coxo-fémorale. Dans cette étude, les chevaux sont tous atteints d'une distension de ce récessus articulaire, associée à une subluxation, luxation, ou arthrose de la hanche. Les

auteurs confirment aussi que l'échographie permet de réduire le risque d'injection potentiellement extra-synoviale et donc d'envisager une solution thérapeutique pour des affections liées à l'articulation coxo-fémorale (arthrose de la hanche, arthrite septique...). De la même manière, cette technique peut être utilisée pour anesthésier la hanche à des fins diagnostiques.

Ainsi, cette anesthésie, si elle est correctement réalisée insensibilise totalement les surfaces articulaires fémorale et acétabulaire, le ligament rond de la tête fémorale, et partiellement les ligaments accessoire et transverse de l'acétabulum. Une mauvaise identification des repères anatomiques, une erreur d'orientation de l'aiguille ou encore une défense du cheval peuvent être à l'origine d'échecs de cette anesthésie.

Avant de conclure à l'efficacité ou non de l'anesthésie, il faut se méfier de certaines réactions douteuses, comme ça peut être le cas si on réalise une **injection extra-synoviale** insensibilisant le nerf sciatique et ses branches par exemple (faux-positifs), mais aussi dans le cas de faux-négatifs. Si la réponse est faussement négative, l'injection a pu être réalisée de manière extrasynoviale ou bien le patient peut être atteint de lésions dégénératives très avancées. En effet, dans ce dernier cas, l'amélioration de la boiterie est parfois incomplète. A noter qu'une insensibilisation du nerf sciatique peut également conduire à une parésie du membre pelvien, ce qui ne permet pas un diagnostic et peut même être risqué. Il est donc contre-indiqué d'anesthésier les deux hanches au même moment afin de ne pas encourir le risque d'une parésie bilatérale des membres pelviens (33).

Pour finir, dans le cadre d'une **fracture du tuber coxae ancienne**, Denoix et Audigie (12) ne justifient les anesthésies nerveuses hautes à visée diagnostique que si une boiterie notable est visible. En effet, si l'anesthésie coxo-fémorale est négative (pas d'amélioration de la boiterie), cela oriente davantage vers une autre affection d'origine plus distale que le bassin responsable de la boiterie.

2. Les différentes techniques d'imagerie disponibles

L'exploration d'une boiterie proximale d'un membre par imagerie vient suite aux examens locomoteurs statique et dynamique : le diagnostic s'avère parfois plus délicat que dans le cas d'une boiterie basse et nécessite un matériel plus performant.

2.1. Examen radiographique

La radiographie est un outil important d'imagerie pour diagnostiquer les affections dorsales chez le cheval. Cependant, c'est une technique difficile à employer pour explorer les reliefs osseux du bassin étant donné la taille du cheval et l'importante musculature de celui-ci dans cette région. Ces deux éléments obligent l'utilisation de rayons à haute énergie, qui se dispersent beaucoup et dégradent l'image radiographique.

2.1.1. Indications

La radiographie du bassin est indiquée lorsque l'examen clinique de cette zone révèle des zones spécifiques de chaleur, douleur, crépitement ou gonflement, mais aussi des déformations pouvant nous orienter vers une fracture du pelvis (par exemple une asymétrie du pelvis mise en évidence par la comparaison des tuber coxae ou sacrale). Un examen locomoteur révélant une boiterie haute du membre pelvien sans anomalie radiographique plus distale peut également amener le clinicien à réaliser des clichés radiographiques du bassin. C'est enfin, après un examen scintigraphique nous orientant vers le bassin que la radiographie de cette zone est indiquée (34). Généralement, ce type d'examen complémentaire peut être réalisé grâce à l'anamnèse du cas, avec la connaissance d'un traumatisme, d'une chute ou d'un choc sur une structure du bassin, qui peut rendre pertinent l'utilisation de la radiographie.

2.1.2. Préparation du patient

Il est recommandé de procéder à la **palpation transrectale** avant de la réalisation des clichés radiographiques afin d'examiner les structures osseuses manuellement et de vider le rectum de ses crottins. En effet, un rectum rempli d'air permettra l'obtention d'un meilleur contraste sur les clichés radiographique (1).

Il est également conseillé de **brosser** le cheval avant de réaliser un cliché radiographique afin de s'assurer de l'absence de boue ou de toute autre substance qui pourrait être à l'origine de la formation d'artefacts.

La **sédation** est elle-aussi vivement préconisée, car elle présente plusieurs avantages : cela permet de diminuer les mouvements du cheval pendant la prise de clichés, ceci permettant de moins contenir le cheval et donc à la personne tenant la tête de s'éloigner,

et d'être ainsi moins exposée au rayonnement. Attention cependant à ne pas non plus trop séduire le cheval, car un des risques est d'avoir un cheval qui n'est plus fixe sur ses postérieurs.

Placer le cheval dans un travail peut également aider à la **contention** mais n'est pas indispensable, le vétérinaire doit choisir selon ses préférences et la disponibilité du matériel.

Pour l'examen radiographique comme pour l'examen statique, le cheval doit être positionné de sorte à prendre appui sur ses quatre pieds afin de limiter les artefacts de rotation (5).

Des **bandes adhésives** peuvent être collées sur le cheval afin d'avoir des repères d'orientation et de placement au moment de la prise du cliché radiographique. Certains vétérinaires utilisent des marqueurs de plomb.

2.1.3. Equipement

La radiographie du bassin du cheval nécessite des rayons **jusqu'à 150kV et 250-500mA**, ce qui implique des installations de grande puissance, disponibles le plus souvent uniquement dans des structures hospitalières équinées spécialisées. En général, ces infrastructures permettent à une cassette mobile de se déplacer parallèlement face au faisceau de rayons X (Figure 34), de manière à aligner les rayons, la structure à radiographier et la cassette. Pour radiographier le bassin, il est nécessaire de s'équiper d'une **cassette de grand format** (35 x 43 cm) (34,36).

Il est également conseillé par les auteurs d'utiliser des films munis d'écrans renforçateurs (Figure 36 : principe de l'écran renforçateur : le film argentique est bien plus sensible aux photons (surtout longueurs d'ondes situées dans le violet-bleu-vert) qu'aux rayons X, ainsi l'écran renforçateur transforme les rayons X en lumière bleue ou verte, laquelle interagit avec le film pour former l'image latente (39). qui s'illuminent lorsqu'ils sont exposés aux rayons X (« rare-earth film », « screen systems ») et permettent de réduire les facteurs et le temps d'exposition, donc de limiter l'exposition des opérateurs.

Un générateur portable de faible puissance est insuffisant pour explorer le bassin radiographiquement. Dans ce cadre, seules des radiographies de l'aspect dorsal des processus épineux de la colonne vertébrale sont exploitables.



Figure 34 : illustration des installations pour l'obtention de clichés radiographiques du bassin ou du dos dans le cadre d'une structure hospitalière équine.

L'utilisation d'une **grille anti-diffusante** (préférentiellement une grille avec striations parallèles 12:1) est aussi fortement indiquée de manière à limiter la quantité de rayons diffusés et de fuite dans l'environnement proche (5). Pour les expositions à des rayons de plus de 100kV, il est important de placer un dispositif en plomb à l'arrière de la cassette pour prévenir du rayonnement transmis qui traverse la cassette et se disperse dans la salle de radiographie.

2.1.4. Examen radiographique sur cheval debout

Sur cheval adulte debout, la radiographie du bassin est assez limitée : selon Butler *et al.*, les seuls clichés radiographiques du bassin acceptables sur cheval debout concernent la **partie caudale de l'ilium, l'ischium, l'acétabulum ainsi que la tête et le col du fémur** (34). L'évaluation du pubis est délicate car se superposent à celui-ci tout le contenu abdominal caudal. L'obtention de clichés interprétables de l'ilium, et de l'articulation sacro-iliaque n'est pas possible. Enfin, sur cheval debout, l'aspect des foramen obturés est modifié et rétréci du fait de l'obliquité de la vue par rapport à celle sur cheval couché.

Little et Hilbert confirment que l'interprétation de radiographies de profil du bassin sur cheval debout demeure très délicate (34,37) et ne permet l'identification que de certaines fractures du sacrum (38). Néanmoins, cette technique sur cheval debout évite

une anesthésie générale de l'animal (et ses risques inhérents) d'autant plus qu'on manipule un cheval potentiellement atteint d'une fracture du bassin.

A noter que chez les poulains, les petits poneys ou les chevaux de petit gabarit très fins (5), les images obtenues grâce à cette technique sont de bien meilleures qualité et des structures non évaluables chez l'adulte peuvent l'être dans leurs cas.

Une fois les limites de la radiographie du bassin de cheval adulte debout connues, différentes incidences radiographiques sont décrites dans la littérature et réalisées en pratique. C'est le cas de clichés **latéro-médiaux** (Figure 35 (a)), qui sont obtenus en positionnant le générateur latéralement au pelvis et la cassette de l'autre côté du pelvis, collée à la musculature.

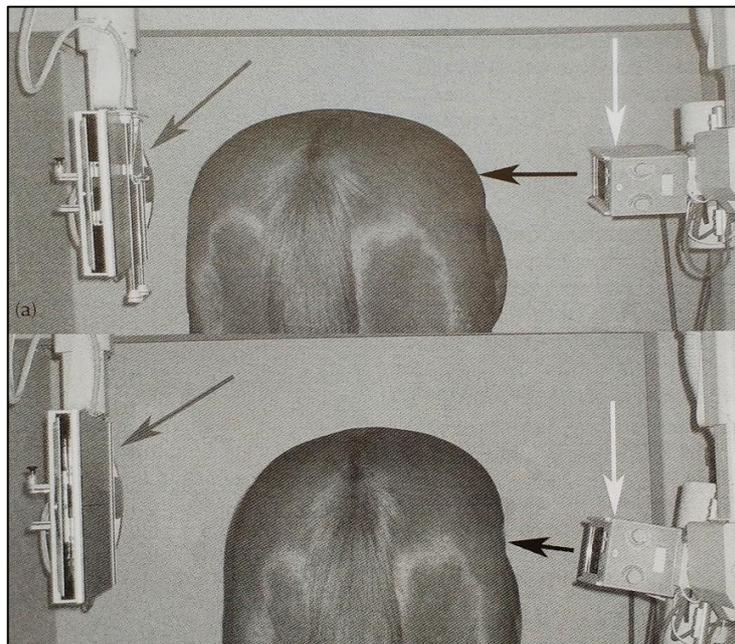


Figure 35 : photographies montrant la position du générateur (flèche blanche), de la cassette (flèche grise), et de la direction du faisceau radiographique (flèche noire) lors de l'acquisition d'un cliché (a) : latéromédial et (b) : oblique ventro-latéral-dorso-médial (5). La cassette doit être alignée à la direction du générateur et au faisceau de rayons X.

Une autre incidence, l'oblique ascendante **ventro-latérale - dorso-médiale** (Figure 35 (b)) permet également d'explorer le bassin. En 2002, Denoix et Audigie (12) indiquent même que cette incidence peut être réalisée à l'aide d'un générateur portable avec de bons résultats. Les auteurs recommandent pour cette technique d'utiliser un

couple film-écran rapide (donc avec un écran renforçateur relativement épais, tout en conservant une résolution correcte, Figure 36 : principe de l'écran renforçateur : le film argentique est bien plus sensible aux photons (surtout longueurs d'ondes situées dans le violet-bleu-vert) qu'aux rayons X, ainsi l'écran renforçateur transforme les rayons X en lumière bleue ou verte, laquelle interagit avec le film pour former l'image latente (39.) et peu contrasté : cela permettrait de visualiser des fragments osseux et des traits de fractures.

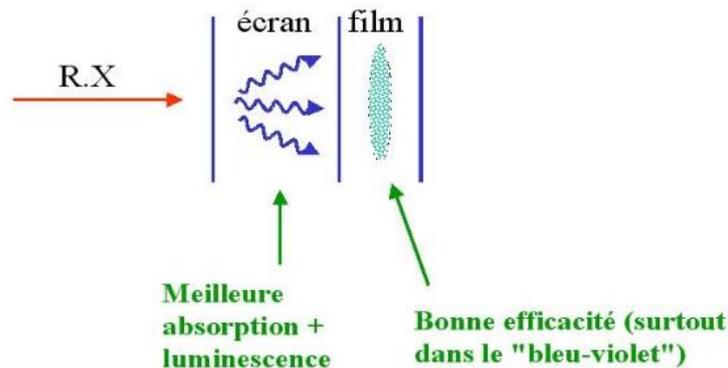


Figure 36 : principe de l'écran renforçateur : le film argentique est bien plus sensible aux photons (surtout longueurs d'ondes situées dans le violet-bleu-vert) qu'aux rayons X, ainsi l'écran renforçateur transforme les rayons X en lumière bleue ou verte, laquelle interagit avec le film pour former l'image latente (39).

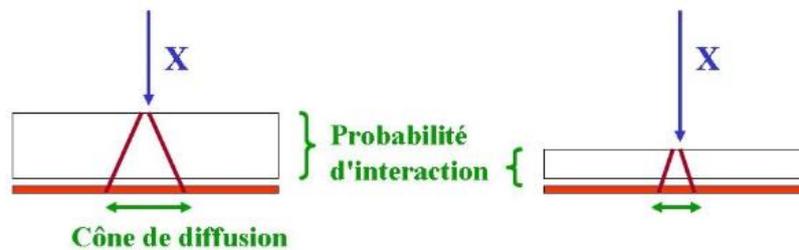


Figure 37 : rapidité du couple film-écran : un accroissement de la rapidité d'interaction du couple film-écran est d'augmenter l'épaisseur de l'écran afin d'avoir une plus grande quantité de photons qui noirciront le film. Dans ce cas, le cône de diffusion des photons est plus large ce qui diminue la résolution (la finesse des détails). Il faut donc trouver un compromis acceptable entre résolution et efficacité (39).

Plus récemment, l'étude de Talbot et al. en 2006 (40), propose aussi de réaliser des clichés radiographiques **latéro-obliques** du bassin pour aider au diagnostic des boîtiers postérieures du cheval (90-130 kV et 124-400 mA). Le faisceau de rayons X est centré entre le grand trochanter et la base de la queue, à environ deux tiers de la distance

entre le tuber sacrale et le tuber ischii. Selon ces auteurs, cette méthode sur cheval debout et sédaté (Detomidine 0.01 mg/kg, IV et Butorphanol 0.02 mg/kg, IV) apporte un diagnostic précis des lésions osseuses de **l'acetabulum, de la tête fémorale, de l'articulation coxo-fémorale, et de la partie caudale du col de l'ilium**. En 2009, Geburek décrit lui-aussi cette incidence radiographique mais les considère comme étant de qualité moyenne, avec la présence de certaines distorsions osseuses (41). De plus, cette technique ne permet pas d'évaluer les potentielles fractures ou lésions osseuses situées sur le pubis, le sacrum, et les ailes de l'ilium, car ceux-ci ne sont pas visualisables sur les clichés.

Une incidence **dorso-médiale – ventro-latérale** est décrite par Dabareiner et Cole en 2009 (42): elle est recommandée pour diagnostiquer les **fractures du tuber coxae**. Le cheval doit s'appuyer sur le membre atteint, afin d'obtenir une rotation ipsilatérale et



dorsale de l'hémi-bassin en question. L'image radiographique obtenue est meilleure selon les auteurs. Le faisceau de rayons X doit être légèrement décalé latéralement de la ligne médiane (figure 38) et orienté avec un angle d'environ 50° avec la verticale.

Figure 38 : incidence dorso-médiale - ventro-latérale (oblique à 50°) recommandée pour diagnostiquer des fractures du tuber coxae selon Dabareiner et Cole, 2009.

Enfin, selon Barrett et al (43), les clichés **ventro-dorsaux** (Figure 3939) obtenus sur cheval debout et sédaté permettent l'établissement de clichés de qualité moyenne, permettant tout de même la reconnaissance d'asymétries importantes au niveau du pelvis ou de déplacements osseux. Lorsqu'on suspecte une lésion sur le col de l'ilium, l'acetabulum, l'aspect proximal du fémur ou l'ischium, Geburek et al. en 2009 (41) conseillent une vue ventro-dorsale avec le membre pelvien concerné **légèrement en**

abduction (30° par rapport à la verticale) et les réglages suivants : 150kV et 350-400mAs. Cependant, cette technique ventro-dorsale présente certains désavantages : il faut placer la cassette dorsalement au sacrum et l'appareil à rayons X ventralement à l'abdomen, juste en avant du membre postérieur, ce qui est risqué en cas de mouvements brusques du cheval, autant pour le personnel que pour le matériel.

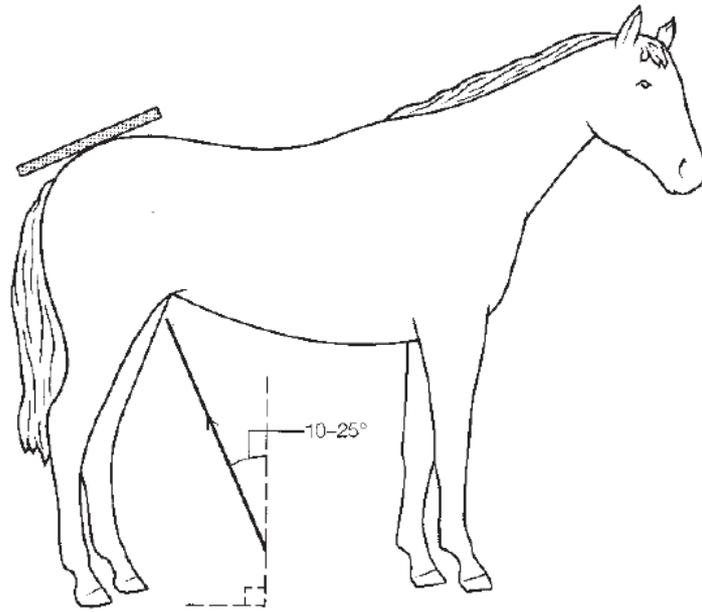


Figure 39 : positionnement pour l'obtention d'un cliché ventro-dorsal du bassin sur cheval debout (34)

Les risques d'exposition à de forts rayons X sont présents quelle que soit l'incidence de la radiographie sur cheval debout étant donné les fortes constantes nécessaires pour obtenir des images. Cependant, les clichés latéraux-médiaux ou obliques permettent une plus grande sécurité du personnel et du matériel dans le cas d'un mouvement brusque du cheval.

2.1.5. Examen radiographique sous anesthésie générale

Pour réaliser des clichés radiographiques de meilleure qualité, **une anesthésie générale et un cheval en décubitus dorsal** (cliché ventro-dorsal, Figure 40) est requise (12). Cependant, cela est problématique puisque lorsqu'on suspecte une fracture du bassin, le couchage du cheval est contre-indiqué. En effet, si on suspecte une fracture du pelvis chez un cheval, les risques d'aggravation de la fracture (déplacement, nouvelle

fracture...) ou bien de section de l'artère iliaque interne sont accrus au moment du relever majoritairement. Butler *et al.* dans *Clinical Radiology of the Horse* (34) conseillent d'attendre six semaines a minima pour réaliser des clichés radiographiques sous anesthésie générale chez un patient pour lequel on suspecte une fracture du bassin. Enfin, un autre aspect à prendre en compte est coût de la technique : sous anesthésie générale et cheval couché, cela est beaucoup plus coûteux (5).

Il est important de veiller à placer le cheval dans un **décubitus dorsal optimal**, afin d'éviter tout mouvement de rotation de la colonne vertébrale et du bassin ; les membres pelviens sont fléchis en position naturelle, i.e. 'en grenouille'. Dans son ouvrage *Equine back pathologies*, Henson décrit une technique pour obtenir des clichés des articulations sacro-iliaques (5) : le faisceau de rayons X est alors centré sur la ligne médiane, à hauteur des tuber sacrale, et doit rencontrer les structures de manière perpendiculaire voire légèrement caudo-crânialement (pas plus de 10° d'angle). L'exposition recommandée est de 96kV et 500mA pendant 5 secondes pour un cheval d'environ 500kg. On peut imaginer garder ces réglages pour prendre d'autres clichés de la région et visualiser le pelvis.

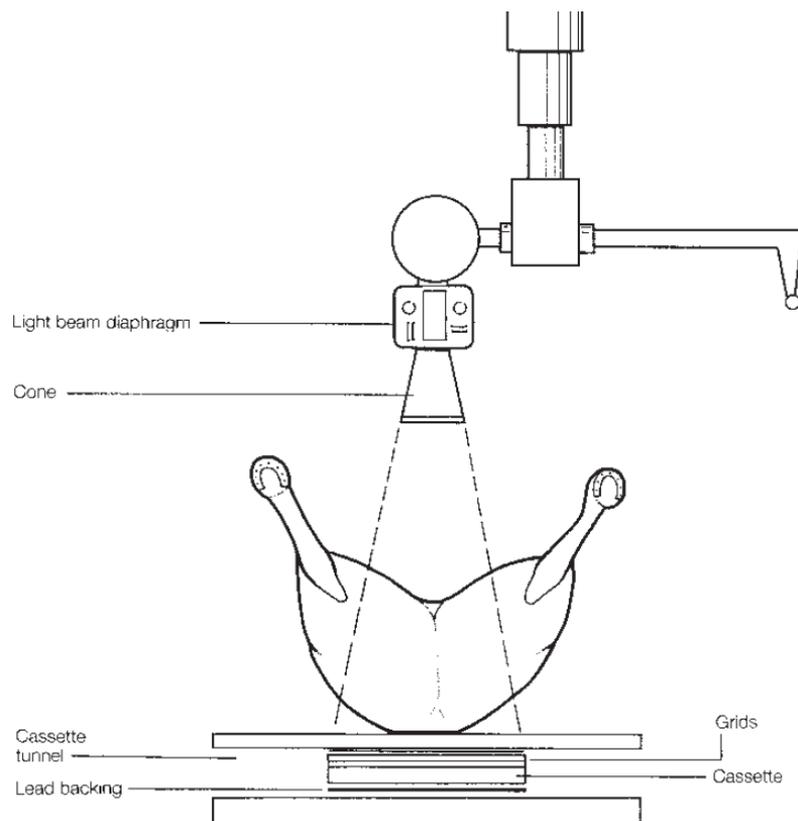


Figure 40 : positionnement du cheval, de la cassette, et du générateur à rayons X pour obtenir des clichés radiographiques ventro-dorsaux du bassin du cheval sous anesthésie générale (34)

Henson explique que la **radiographie sous anesthésie générale** sur cheval couché permet la visualisation de tout le pelvis : **ailles et corps de l'ilium, acétabulum, pubis et les tubérosités ischiatiques** (5). Ceci est confirmé par Butler *et al.* (34), qui indiquent qu'au minimum **sept clichés** qui se superposent sont nécessaires à explorer complètement le bassin d'un cheval adulte avec des radiographies ventro-dorsales réalisées en décubitus dorsal (Figure 41 : positionnement de la cassette pour obtenir les vues successives de (a) la tubérosité ischiatique, (b) le canal pelvien, (c) l'articulation sacro-iliaque, (d) l'aile de l'ilium, (e) l'articulation coxo-fémorale. Pour examiner complètement les côtés droit et gauche, sept clichés au total sont requis (34). Les clichés sont d'abord pris ventro-dorsalement, mais des vues obliques additionnelles non conventionnelles peuvent être nécessaires pour mettre en évidence des lésions spécifiques suspectées au fur et à mesure de l'examen. Le faisceau de rayons X demeure perpendiculaire au sol ; c'est le cheval qui est incliné afin de réaliser les incidences obliques. De même, pour l'articulation de la hanche (i.e. coxofémorale), le

cheval est très légèrement basculé du côté ipsilatéral à la hanche radiographiée afin de rapprocher les structures osseuses de la table et d'obtenir une meilleure image. Ce cliché permet généralement d'entrevoir aussi la partie proximale du fémur.

La superposition de gaz ou de contenu alimentaire peut gêner l'interprétation des clichés en regard d'une potentielle lésion ; malheureusement, la courte mise-à-jeun précédent l'anesthésie générale ne permet pas de résoudre ce problème. Les auteurs préconisent d'essayer de mobiliser les intestins par voie transrectale, mais cela est malheureusement souvent infructueux.

Pour l'examen radiographique du **pubis** notamment, seule l'anesthésie générale permettra d'en obtenir des clichés interprétables, mais bien souvent lors de suspicion de fracture, on ne prendra pas le risque de coucher le cheval. L'anesthésie générale est donc le frein majeur à l'utilisation de la technique radiographique, qui reste, dans tous les cas, assez peu utilisée étant donné les risques et le coût qu'elle représente et ne permet pas d'évaluer les lésions des tissus mous environnants.

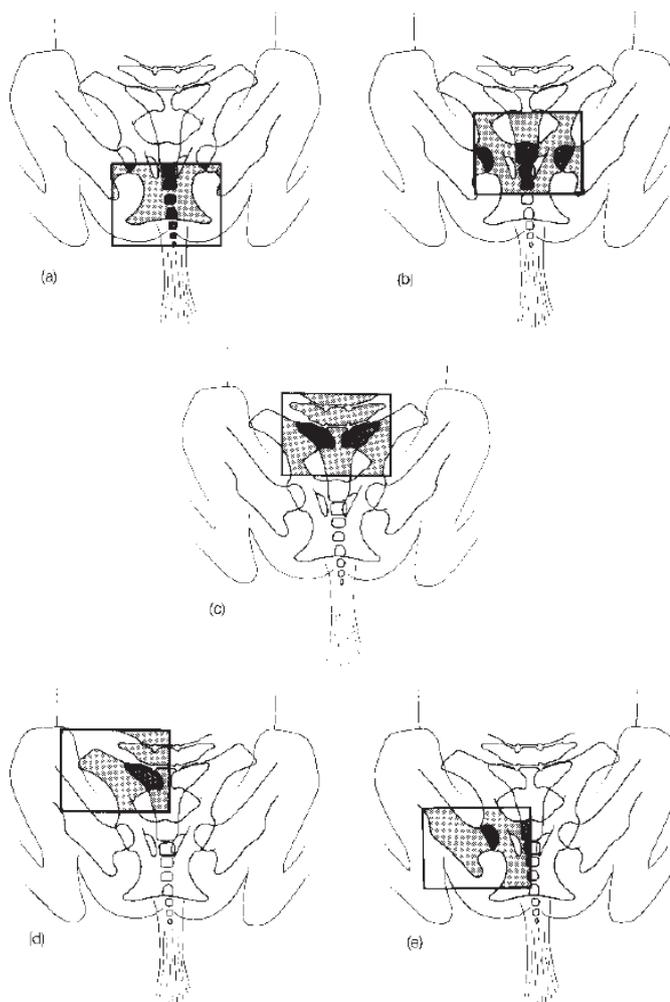


Figure 41 : positionnement de la cassette pour obtenir les vues successives de (a) la tubérosité ischiatique, (b) le canal pelvien, (c) l'articulation sacro-iliaque, (d) l'aile de l'ilium, (e) l'articulation coxo-fémorale. Pour examiner complètement les côtés droit et gauche, sept clichés au total sont requis (34).

2.1.6. Exemples de clichés radiographiques du bassin

Nous allons commencer par illustrer les radiographies du bassin chez le cheval avec des clichés ne présentant **pas d'anomalie**, mais avant cela, il est nécessaire de rappeler quelques aspects du développement osseux.

A la naissance, les branches de la symphyse entre le pubis et l'ischium sont d'ores-et-déjà fusionnées mais leur ossification n'est pas complète. Ce phénomène n'est terminé qu'à partir de l'âge d'un an, tout comme la fusion avec l'ilium ou l'acétabulum. De même, toujours chez les poulains de moins d'un an ; l'ossification des tuber ischii est incomplète, ce qui s'illustre par un contour irrégulier et flou à la radiographie (cf figure 40).

Les centres d'ossification sont les suivants (34) :

- Crête iliaque et tuber coxae sur l'ilium
- Portion acétabulaire du pubis
- Portion caudale de l'ischium et tuber ischii

Ils fusionnent entre 10 et 12 mois d'âge ; seule la symphyse pubienne demeure non-fusionnée durant toute la vie de l'animal. Ci-dessous un exemple de radiographie du bassin chez un poulain de moins de 15 jours.



Figure 42 : cliché radiographique ventro-dorsal du bassin d'un poulain de 11 jours. Notons la position de la symphyse entre l'ilium et le pubis, celle entre l'ilium et l'ischium, ainsi que la large symphyse pubienne (25).

Chez l'adulte, l'interprétation de radiographies du bassin peut être commencée en évaluant la qualité du positionnement du cheval : la **symétrie des deux foramens obturés** en est un indicateur simple. Une asymétrie des foramens est fréquente dans le cas de fractures de l'ischium, du pubis ou de l'acétabulum. Ensuite, la **symphyse pubienne**, qui reste non fusionnée toute la vie de l'animal comme dit précédemment, est généralement **droite** ; elle présente parfois de petits ostéophytes sans conséquence. Les os du pubis (gauche et droit) doivent être alignés, ne pas présenter de décalage ou de « marche » entre les deux. De plus, les contours des **tubérosités ischiatiques** doivent généralement être assez réguliers, bien qu'il existe des variations inter-individuelles. Le col de l'ilium est lui aussi régulier, avec un léger épaissement au niveau de l'insertion

du muscle psoas. Concernant l'**acétabulum** - fusion de l'ilium, ischium et pubis, son bord dorsal est lisse et régulier. L'aspect ventral de celui-ci présente cependant une dépression : la fosse acétabulaire, où s'attache le ligament de la tête fémorale. Les auteurs décrivent parfois la visualisation de la fovea capitis à cet endroit, une petite zone radio-opaque focale, en face de la fosse acétabulaire. La taille et la forme des **articulations sacro-iliaques** sont variables d'un individu à l'autre.



Figure 43 : cliché ventro-dorsal de l'aspect caudal du bassin chez un cheval adulte sain. Noter les légères irrégularités du bord crânial de chaque tubérosité ischiatique (flèches) (34).



Figure 44 : cliché ventro-dorsal du canal pelvien chez un cheval adulte sain. Les flèches centrales indiquent les processus épineux du sacrum. Du gaz présent dans les intestins est visible ; les foramens obturés sont symétriques. Les flèches à gauche et à droite indiquent les insertions des ligaments de la tête fémorale (34).



Figure 45 : cliché ventro-dorsal de l'aile et du col de l'ilium droit chez un cheval sain de 4 ans. Noter la fusion incomplète des centres d'ossification du tuber coxae. L'articulation sacro-iliaque droite est superposée, donc peu définie.



Figure 46 : cliché ventro-dorsal de l'articulation coxo-fémorale droite chez un cheval adulte sain. Noter l'aspect légèrement irrégulier du fémur proximal qui ne doit pas être confondu avec une néoformation osseuse.

Passons maintenant à des exemples de clichés anormaux, dont la plupart sont issus de cas cliniques de la faculté vétérinaire de Barcelone (cas cliniques 1 à 5). Toutes les radiographies ont été effectuées sur cheval debout.

Figure 47 : fracture de l'ischium mise en évidence sur cheval debout par un cliché radiographique vue ventro-dorsale (41)

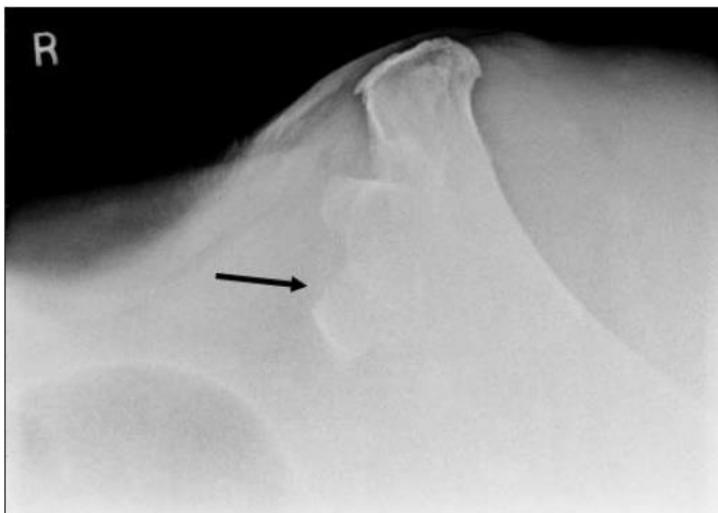


Figure 48 : incidence dorso-médiale - ventro-latérale oblique mettant en évidence une fracture du tuber coxae chez un cheval (cliché obtenu sur cheval debout). Le fragment (indiqué par une flèche) se déplace ventralement et est issu de l'aspect crânial du tuber coxae (44).

Cas n° 1 : ONA

Les radios de cette jument mettent en évidence une fracture de l'ilium gauche impliquant l'acétabulum associée à une fracture du col de la tête fémorale.

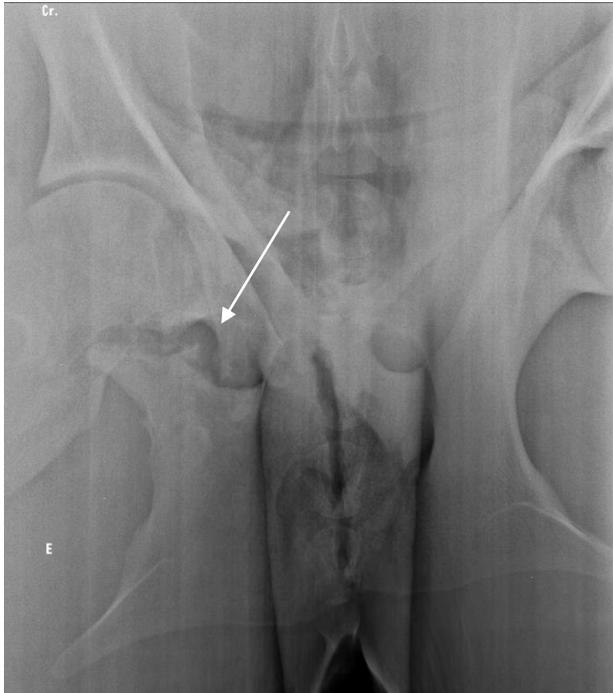


Figure 49 : cliché radiographique dorso-ventral mettant en évidence une fracture de l'ischium gauche impliquant l'acétabulum.

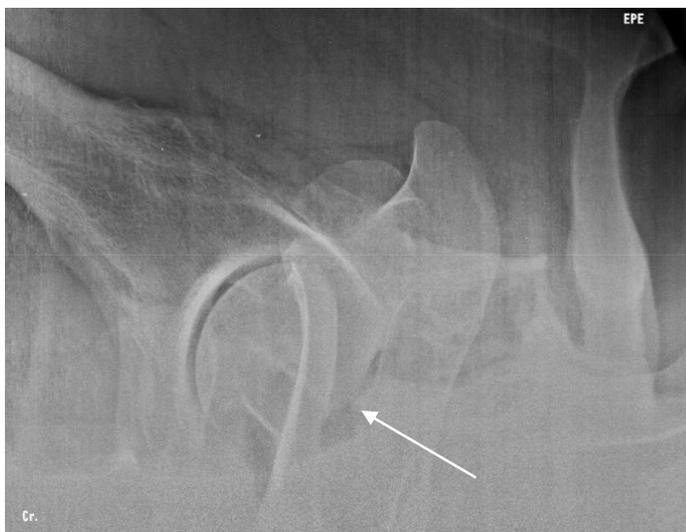


Figure 50 : cliché radiographique latéro-médial gauche centré sur l'articulation coxo-fémorale.

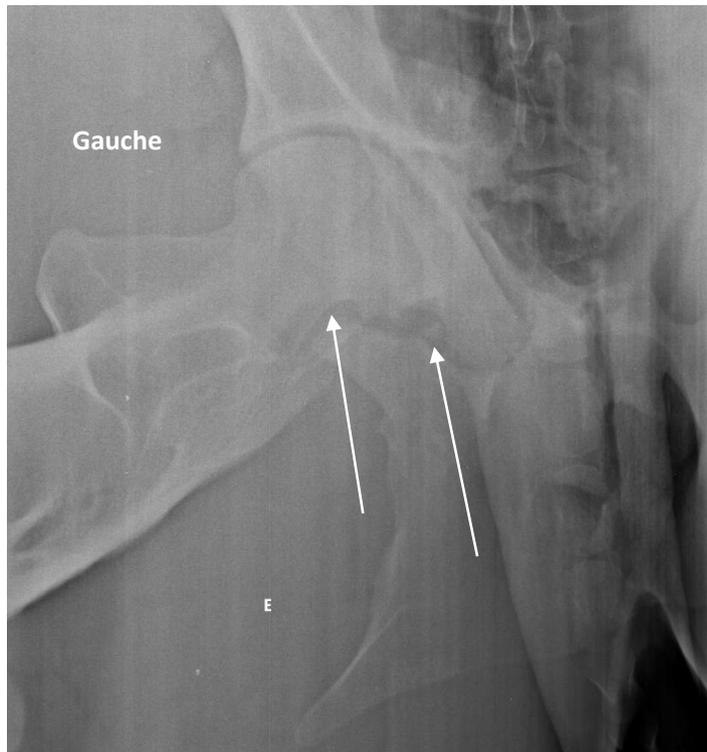


Figure 51 : cliché radiographique ventro-dorsal oblique gauche : le col de la tête fémorale est lui aussi fracturé.

Cas n° 2 : SURIFKA

Les radios suivantes nous permettent de mettre en évidence une fracture de l'ilium gauche déplacée n'impliquant pas l'acétabulum. Plusieurs fragments sont observables. Nous pouvons noter que les centres d'ossification des tubérosités ischiatiques sont visibles ; il s'agit donc d'un poulain de moins d'un an. Cela explique aussi le fait qu'on arrive à obtenir des clichés de profil de l'ilium, ce qui est très difficile voire impossible sur un adulte. Ici, malgré la superposition des deux iliums, les fragments osseux sont visibles.

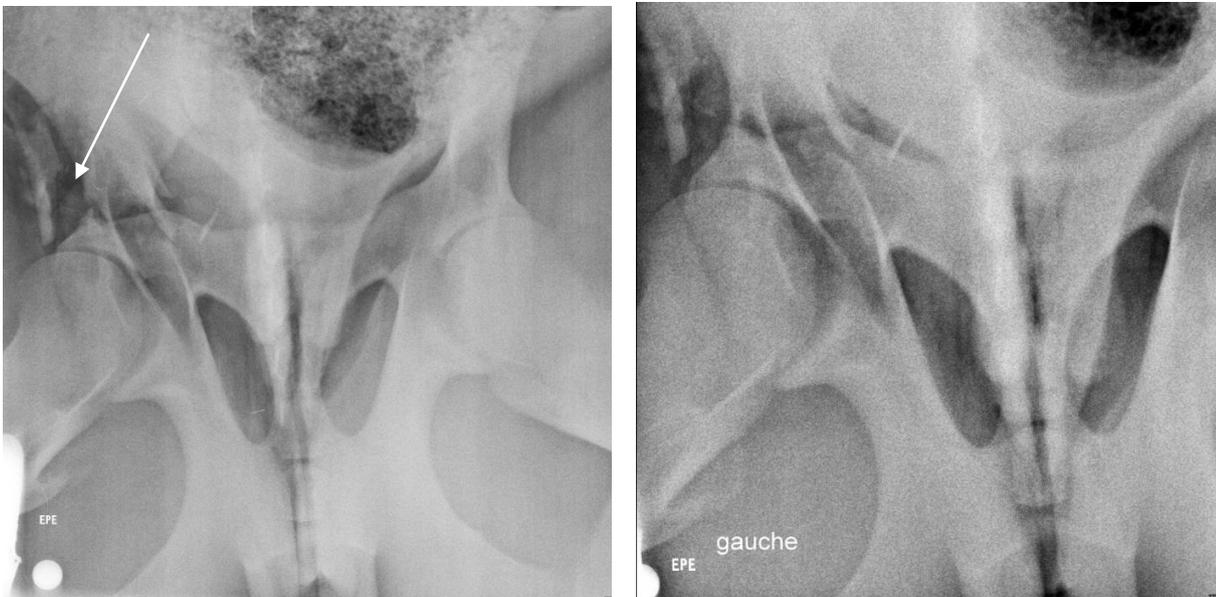


Figure 52 : clichés ventro-dorsaux : la flèche indique une fracture du corps de l'ilium gauche. L'acétabulum n'est pas impliqué dans la fracture.



Figure 53 : cliché profil gauche : on discerne nettement un fragment de grande taille de l'ilium gauche, qui est déplacé dorsalement.

Cas n°3 : GORGEOUS

Ce cheval est atteint d'une fracture du corps de l'ilium gauche non déplacée impliquant l'acétabulum.



Figure 54 : profils gauche et droit. La fracture de l'ilium gauche est uniquement visible sur le profil gauche (flèche).

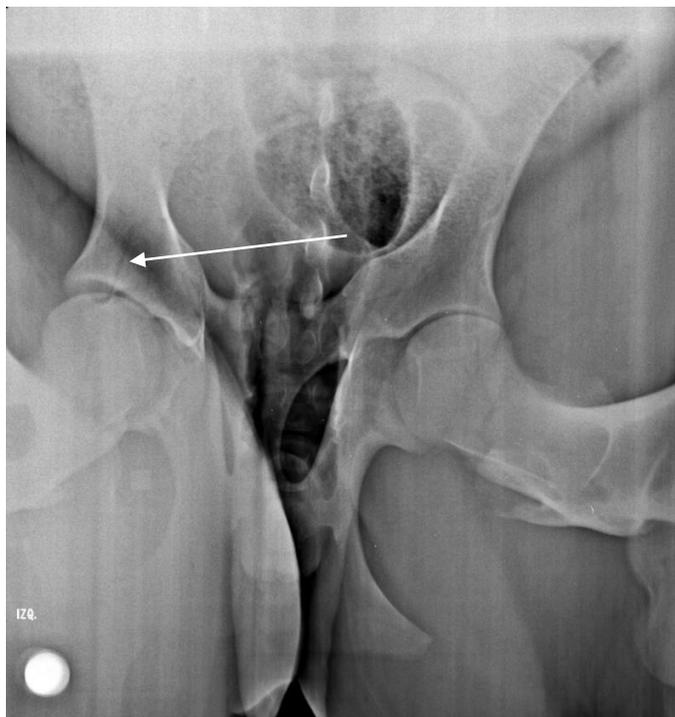


Figure 55 : cliché ventro-dorsal : la trait de fracture radio-transparent est en communication avec l'acétabulum.

Cas n°4 : FARAON

Dans ce cas, le cheval est atteint d'une fracture du corps de l'ischium droit avec atteinte acétabulaire.

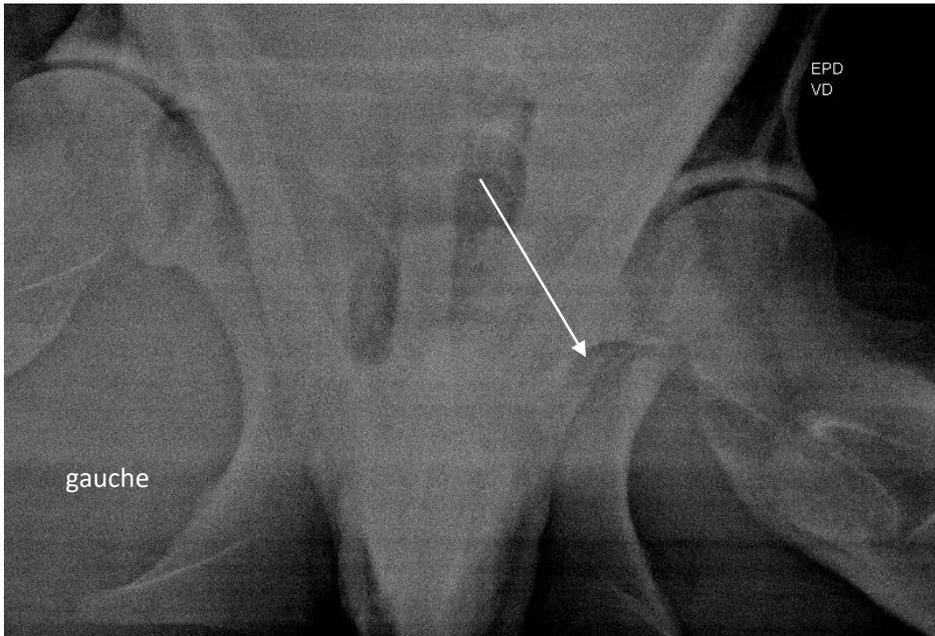


Figure 56 : cliché ventro-dorsal mettant en évidence une zone radio-transparente (flèche) sur l'ischium droit qui est compatible avec une fracture. La vue suivante permet de confirmer la suspicion.

Figure 57 : cliché ventro-dorsal centré sur l'acétabulum droit : la fracture de l'ischium droit est confirmée et elle implique l'acétabulum.

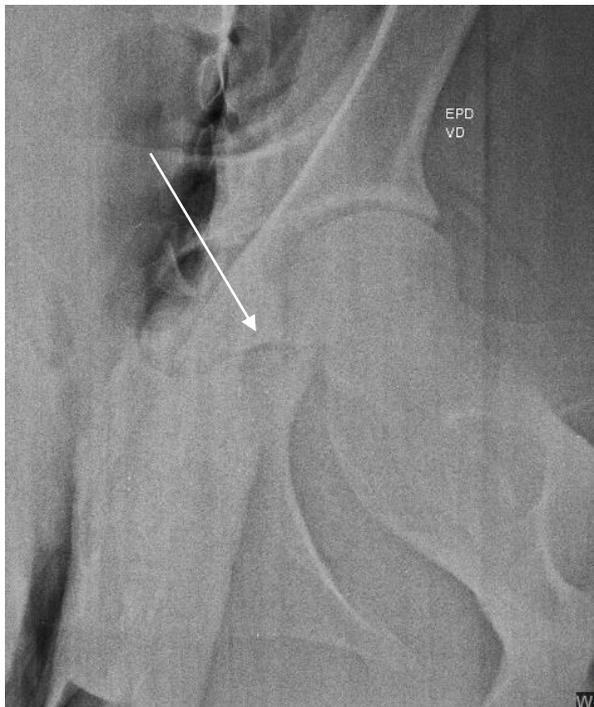




Figure 58 : cliché profil droit : la fracture de l'ischium droit est visible (flèches) ; elle n'est pas déplacée. Il est difficile sur ce cliché de voir l'implication de l'acétabulum.

Cas n°5 : DREAM

Une seule radiographie est disponible dans ce cas : elle permet tout de même de reconnaître une fracture complexe de l'acétabulum et de l'ischium droits avec de multiples fragments qui se superposent et rendent l'interprétation délicate.

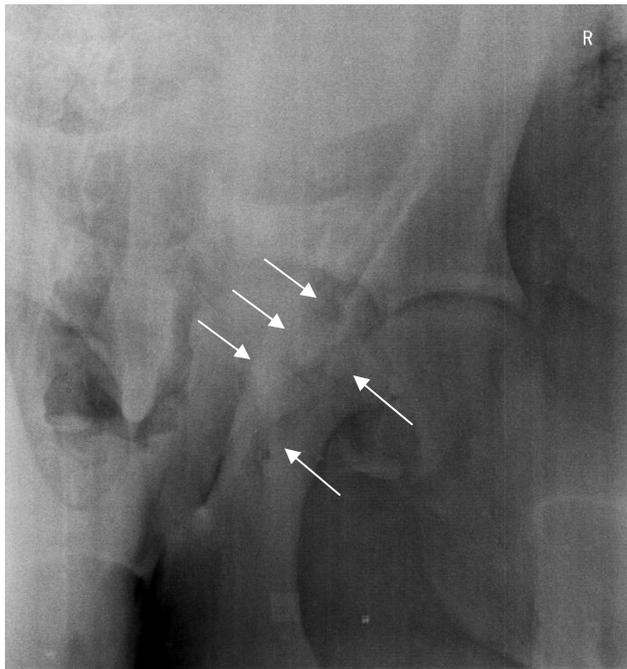


Figure 59 : cliché ventro-dorsal centré sur l'hémibassin droit.

2.2. Examen échographique

2.2.1. Intérêt de l'échographie dans le diagnostic des fractures du bassin

L'échographie est une technique d'imagerie fondée sur la pénétration d'ondes ultrasonores à travers des milieux. Lorsque le faisceau d'ondes sonores traverse des tissus de caractéristiques acoustiques différentes, une partie de ce faisceau est réfléchi. La proportion d'ondes sonores réfléchies dépend de la différence d'impédance acoustique des tissus traversés. La réception des échos par le transducteur (la sonde échographique) est à l'origine de la formation d'une image en échelle de gris en temps réel telle que l'on la voit sur l'écran de l'échographe.

Les ultrasons diffusent facilement à travers les masses musculaires, même lorsqu'elles sont assez épaisses, comme c'est le cas pour le bassin du cheval. Ainsi, l'échographie est une technique très utile pour explorer le bassin du cheval. Cet examen présente de nombreux avantages : il est très fiable (1), peu voire pas invasif (l'échographie transrectale est un acte légèrement invasif) et d'une innocuité reconnue. C'est d'ailleurs la technique de choix selon Audigier et Denoix pour le diagnostic d'une fracture du tuber coxae (12). Selon l'étude d'Almanza *et al.* l'échographie concorde avec l'autopsie, au scanner et à l'IRM (8). Dans l'étude de Geburek *et al.* en 2009, l'échographie a supplanté la radiographie pour diagnostiquer les fractures des ailes de l'ilium (41).

Elle peut d'ailleurs être réalisée sur le terrain, sur cheval debout, sans nécessité de transporter le cheval vers un centre de cas référés. L'utilisation **d'une sonde linéaire basse fréquence (2.5-3.5 MHz)**, dont les ultrasons pénètrent plus en profondeur, pour les chevaux adultes, est optimale et permet un examen complet et précis (45). Sutton et son équipe décrivent en 1998 qu'une exploration transcutanée et transrectale est adaptée avec le mode B (brillance) (46). Il est toutefois possible d'effectuer la quasi-totalité de l'examen avec une sonde échographique convexe (utilisée pour les tendons) ou intra-rectale standard, que bon nombre de praticiens possèdent. Il est recommandé de **commencer par une échographie transcutanée puis d'effectuer une échographie transrectale**. Les auteurs insistent sur le fait que l'examen échographique transrectal devrait toujours être réalisé même si la palpation transrectale ne révèle rien d'anormal. En effet, il n'est pas étonnant de découvrir une fracture grâce à l'échographie transrectale

alors que la palpation transrectale n'avait pas été concluante (5). Les auteurs recommandent toujours de comparer les deux hémibassins entre eux pour plus de précision, quelle que soit la technique échographique réalisée (22).

L'échographie permet ainsi de déterminer la présence d'une **fracture**, d'une **fêlure**, d'une **luxation**, de dénombrer le nombre et la localisation précise d'éventuels **fragments**, mais également d'apprécier **les tissus mous** alentours – à la différence de la radiographie - : la musculature, certains ligaments notamment le ligament sacro-iliaque dorsal peuvent être observés. Aussi, elle permet la mise en évidence d'un ou plusieurs hématomes, de fibrose, d'une enthésopathie (touchant les enthèses c'est-à-dire les insertions tendino-capsulo-ligamentaires sur les os), d'une synovite, d'une arthrite... Un hématome apparaît comme une zone hypoéchogène sans organisation ; une zone fibrosée est faiblement échogène sans organisation non plus. Le tissu musculaire sain doit normalement présenter une striation régulière.

L'échographie est également intéressante pour avoir une idée du **pronostic** notamment en suivant le processus de **guérison** de la fracture.

2.2.2. Préparation du patient

On place le cheval debout en essayant au maximum de maintenir la symétrie et l'appui sur les deux membres postérieurs –ce qui peut être délicat avec un cheval atteint d'une fracture du bassin. La tonte de la région concernée est recommandée, ainsi que son lavage et son savonnage. Les auteurs préconisent également l'utilisation de gel pour améliorer la qualité d'image. Il est intéressant de préparer les deux hémibassins afin de pouvoir comparer les images échographiques et se référer si besoin au côté a priori sain. Si le cheval le permet, cet examen peut être réalisé sans sédation préalable, mais une légère sédation est recommandée (Detomidine HCL 0.004-0.008 mg/kg, IV) dans l'étude d'Almanza et al (45). Il faut cependant veiller à être très méthodique et consciencieux lors de cet examen afin de mettre en évidence toutes les lésions ; plusieurs sites de fractures peuvent effectivement être envisageables chez certains chevaux. Cet examen délicat nécessite un opérateur expérimenté, mais les auteurs recommandent à tout vétérinaire de s'y essayer, d'autant plus si le client n'envisage pas de référer le cheval dans une clinique spécialisée.

2.2.3. Technique échographique du bassin

2.2.3.1. Echographie transcutanée

Comme dit précédemment, on place le cheval en appui de manière symétrique sur ses deux membres postérieurs dans l'idéal. L'examen doit être le plus rigoureux et systématique possible afin de ne pas passer à côtés d'une ou même plusieurs lésions.

L'approche de Geburek et al. en 2009 (41) est de commencer par examiner en coupes transversale et longitudinale les contours des **ailes de l'ilium** (Figure 61) en déplaçant la sonde latéro-latéralement d'un tuber coxae au tuber coxae controlatéral : **ligne notée (A)** sur la Figure 60 à une profondeur de 10-15 cm. L'aspect caudal de l'aile de l'ilium doit faire l'objet d'une attention particulière chez les galopeurs puisque c'est là que se situent la plupart des fractures de stress. Henson conseille de se méfier des artefacts créés par les ultrasons au contact des fascias sus-jacents (Figure 62) (5). Une grande rigueur et une technique plus précise est nécessaire pour l'examen de l'ilium : la sonde échographie doit être tenue parallèlement au col de l'ilium, afin de ne pas créer d'images faussement positives en faveur de fractures (effet de marche d'escalier si la sonde est oblique). De plus, en phase aiguë, il est aisé de passer à côté d'une fracture incomplète de l'ilium, ce qui peut justifier de **réitérer l'examen s'il n'est pas conclusif**. Une étude post-mortem a d'ailleurs montré que l'origine crâniale des fractures du corps de l'ilium était bien souvent ventrale, à la jonction avec l'aile de l'ilium, ce qui n'est alors pas visible à l'échographie, à moins que la fracture ne soit déplacée ou affecte toute l'épaisseur de l'ilium.

Il est ensuite conseillé d'observer les contours dorsaux du pelvis en déplaçant la sonde caudalement en coupe longitudinale **depuis le tuber coxae jusqu'à l'ischium** ou le grand trochanter : **lignes notées (B1 et B2)** : tout le corps de l'ilium est alors examinable. Ici, la profondeur devrait être réglée sur 15-20 cm car l'ilium devient de plus en plus profond à mesure qu'il se rapproche de l'articulation coxofémorale. La sonde est déplacée encore plus caudalement afin d'observer **l'ischium (ligne B3)**. Les auteurs s'accordent sur le fait que les **coupes longitudinales** sont plus utiles dans le cas de l'examen du bassin pour visualiser les anomalies de surface créées par les fractures, mais les vues transverses peuvent parfois s'avérer de bons compléments diagnostiques. Pour finir, l'observation de l'articulation coxofémorale est importante : la Figure 69 illustre les

coupes à réaliser pour l'observer de manière la plus complète possible même si les aspects ventral et caudal ne sont pas visualisables avec une échographie transcutanée.

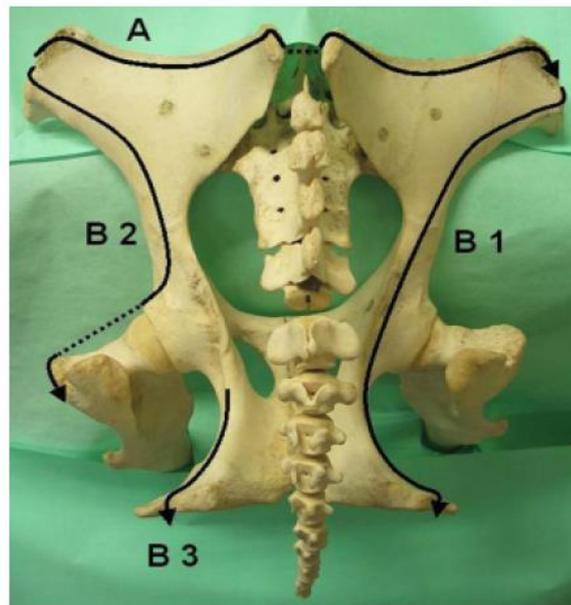


Figure 60 : lignes de repères pour l'échographie transcutanée effectuée dans l'étude de Geburek et al. en 2009 (41). A : tuber coxae et ailes de l'ilium ; B1 : tuber coxae, aile de l'ilium, col de l'ilium, ischium ; B2 : tuber coxae, aile de l'ilium, col de l'ilium, acétabulum et grand trochanter ; B3 : ischium.

Nous allons maintenant illustrer cette méthode par des images de référence chez des chevaux ne présentant pas d'anomalie.

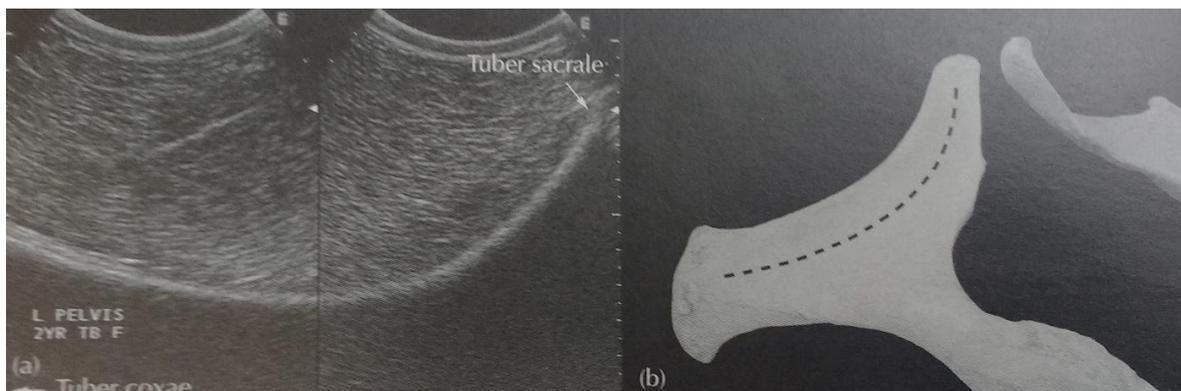


Figure 61 : aspect échographique en coupe longitudinale de l'aile de l'ilium gauche chez un cheval sain (a) et illustration anatomique de la coupe (b). La surface osseuse de l'ilium est lisse, régulière et convexe. L'image est obtenue avec une sonde convexe de 4,0 MHz, à une profondeur de 11 cm (5).

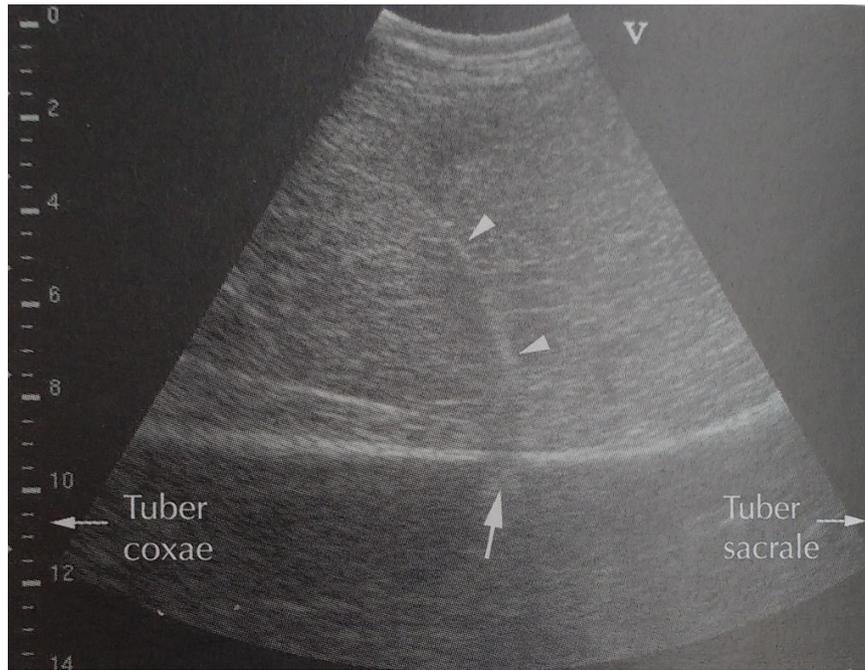


Figure 62 : coupe échographique longitudinale normale d'une aile de l'ilium présentant un artefact au niveau de sa surface (discontinuité au niveau de la flèche blanche) créé par la réfraction des ultrasons par les fascias sus-jacents (5).

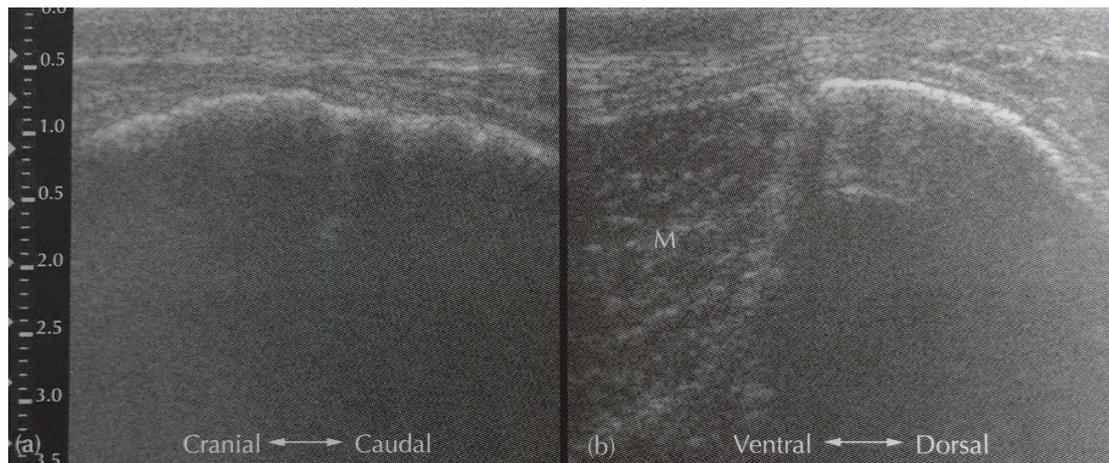


Figure 63 : échographie d'un tuber coxae sain : (a) coupe transversale ; (b) : coupe longitudinale. Le tuber coxae est très proche de la surface de la peau (à 1-2 cm) et présente des attaches musculaires ventralement (M). Les images ont été obtenues avec une sonde linéaire de 10MHz, avec une profondeur de 3,5 cm (5).

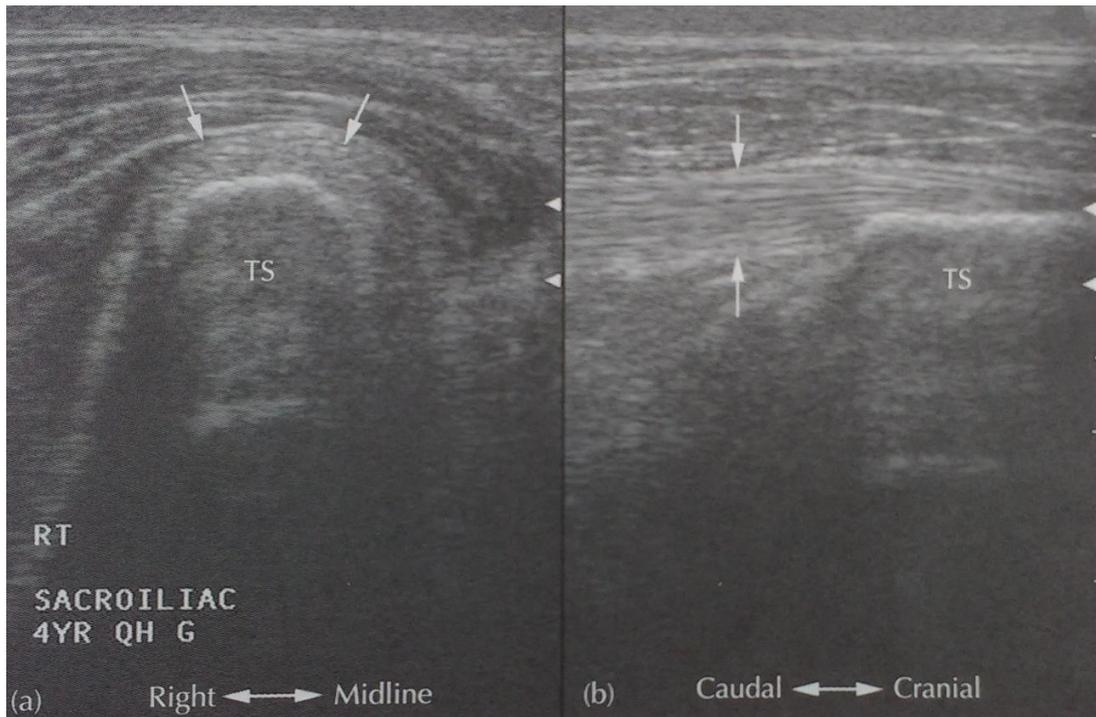


Figure 64 : échographies transcutanées (a) en coupe transversale et (b) en coupe longitudinale montrant l'aspect dorsal du ligament sacro-iliaque court (flèches blanches) et son origine sur le tuber sacrale (TS) droit dont la surface est lisse et régulière chez ce cheval adulte. Les images sont obtenues avec une sonde linéaire de 10 MHz, à une profondeur de 5 cm (5).

Les tuber sacrale et le sacrum peuvent être également observés par échographie transcutanée en positionnant la sonde de manière presque perpendiculaire entre les deux tuber sacrale. C'est ce que décrivent Tomlinson et al en 2001 (47). Une coupe transversale permet ainsi d'observer les deux tuber sacrale gauche et droite et le sacrum mais aussi les ligaments sacro-iliaques dorsaux longs et courts (portion étroite et large) (Figure 65).

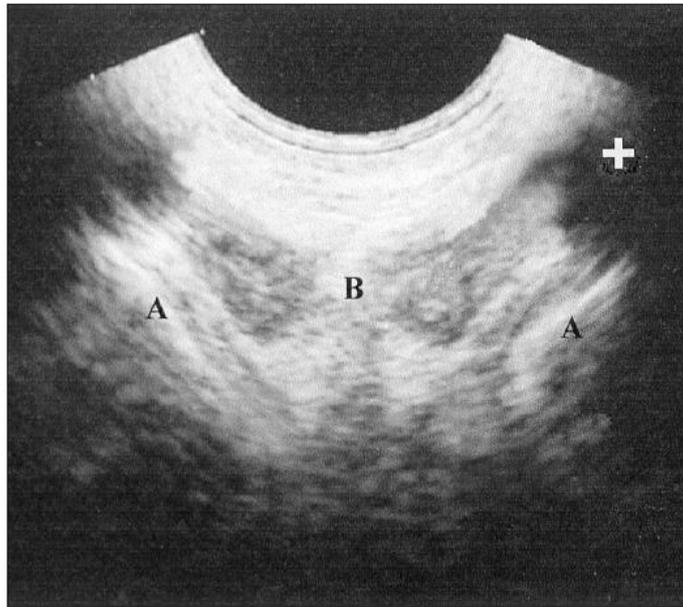


Figure 65 : image échographique transcutanée de la région sacro-iliaque chez un cheval. Le marqueur blanc indique le côté droit du pelvis. Les tuber sacrale (A) sont visualisés par une ligne convexe hyperéchogène de part et d'autre du processus épineux du sacrum (B) (47).

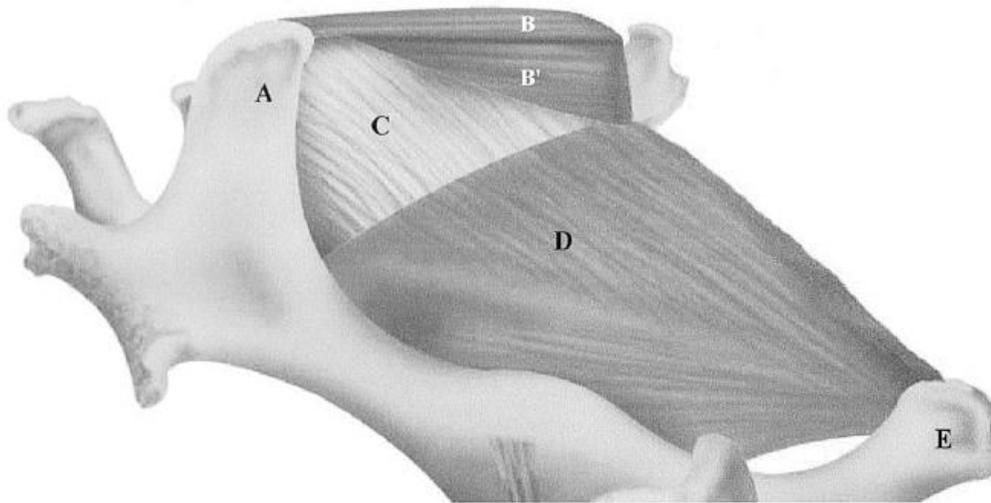


Figure 66 : illustration de la région sacro-iliaque en vue longitudinale (latérale) chez un cheval. Les tuber sacrale (A) et ischii (E) sont visibles, ainsi que les portions étroite (B) et large (B') du ligament sacro-iliaque dorsal court. Le ligament sacro-iliaque dorsal long (C) forme des aponévroses avec le ligament sacro-sciatique (D) (47).

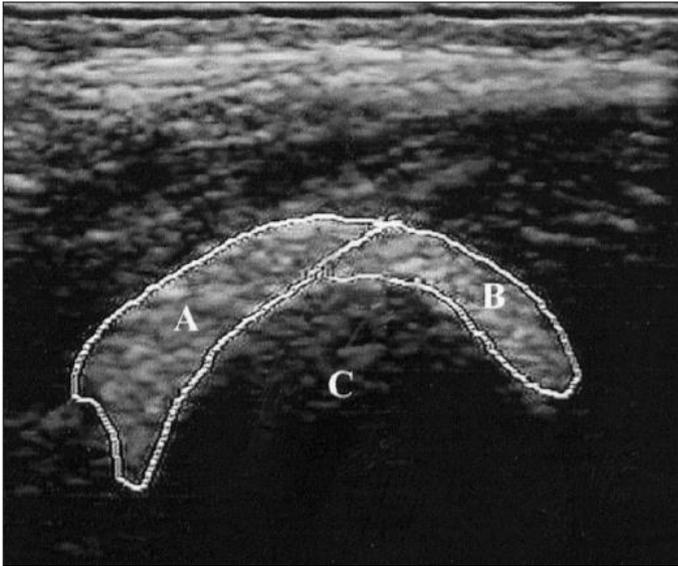


Figure 67 : échographie transcutanée transversale du tuber sacrale droit chez une cheval. Les deux portions du ligament sacro-iliaque court sont visibles : large (A) et étroit (B), recouvrant le tuber sacrale (C) (47).

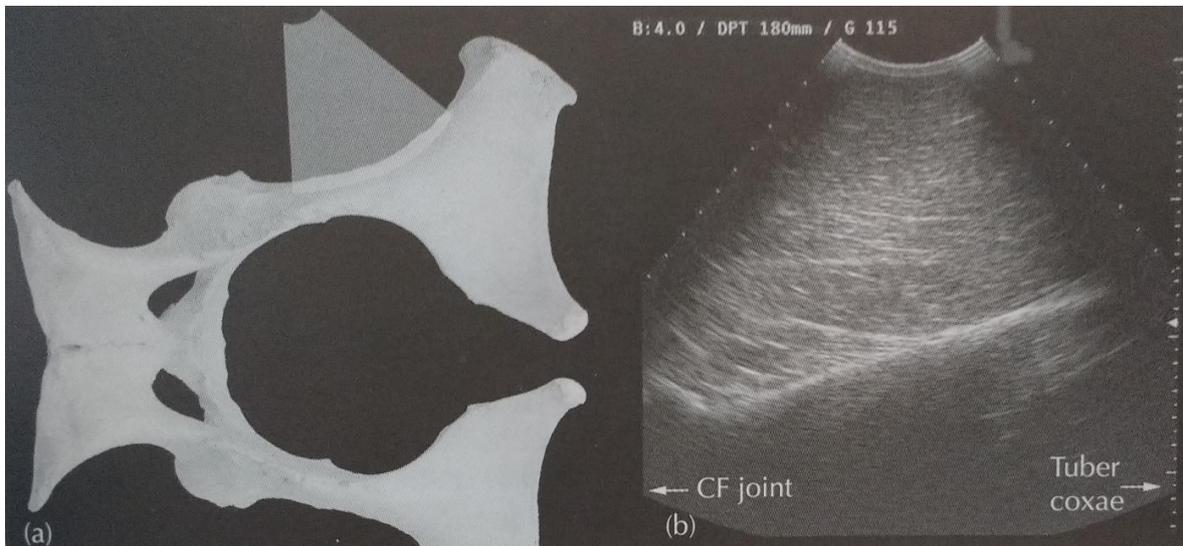


Figure 68 : échographie transcutanée du corps de l'ilium : (a) vue dorso-ventrale montrant l'orientation de la sonde pour obtenir une coupe longitudinale. (b) aspect normal du corps de l'ilium en coupe longitudinale. L'image a été obtenue avec une sonde curviligne de fréquence 4,0 MHz, avec une profondeur de 18 cm (5).

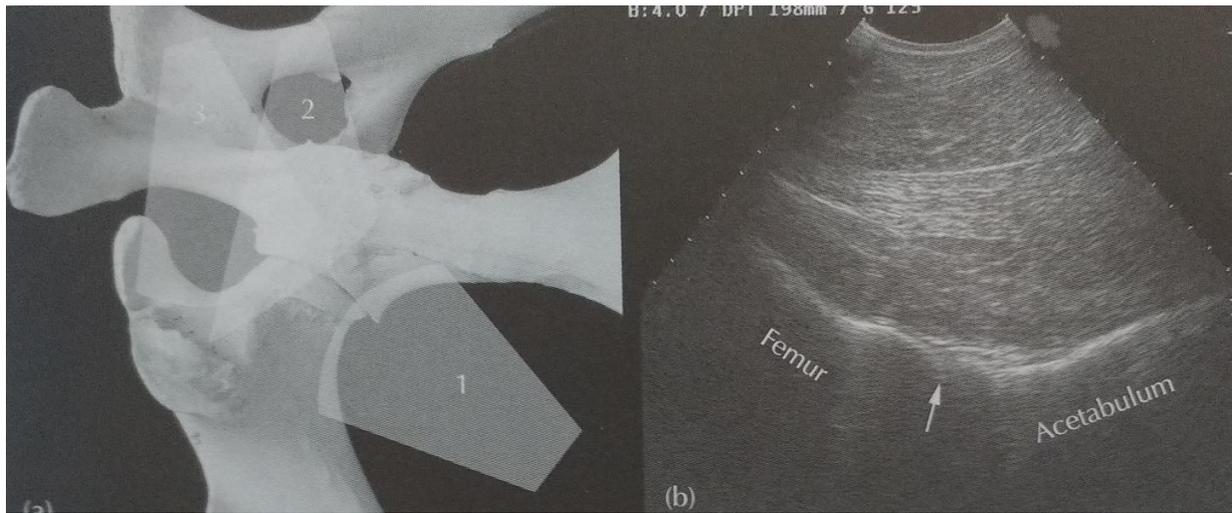


Figure 69 : échographie transcutanée de l'articulation coxofémorale : (a) vue latérale anatomique des coupes transversales pouvant être réalisées pour obtenir des vues (1) crâniale, (2) crâniodorsale, (3) dorsale de l'articulation. (b) Image échographique obtenue avec l'orientation de la sonde n°2 (vue crâniodorsale). Toutes les surfaces osseuses doivent être lisses, comme c'est le cas ici. L'image a été obtenue avec une sonde curviligne de 4,0 MHz, à une profondeur de 20 cm (5).

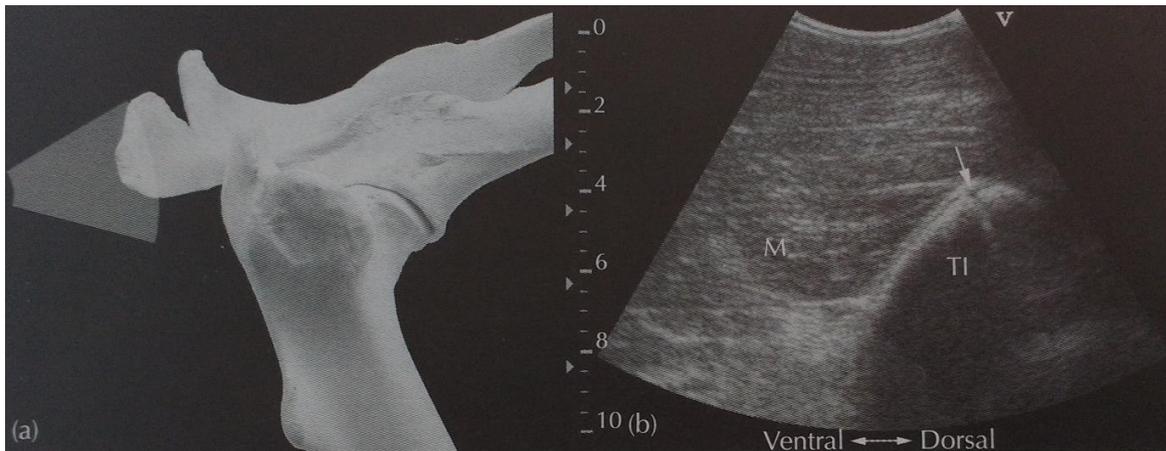


Figure 70 : échographie transcutanée du tuber ischii : (a) vue latérale anatomique du fémur proximal illustrant la coupe réalisée pour obtenir l'image (b) : notons les attaches musculaires ventrales (M). La flèche indique une fermeture incomplète des cartilages de croissance chez ce jeune individu de 8 mois. L'image est obtenue avec une sonde curviligne de 5 MHz, à une profondeur de 10 cm (5).

Passons maintenant à des exemples d'images anormales.

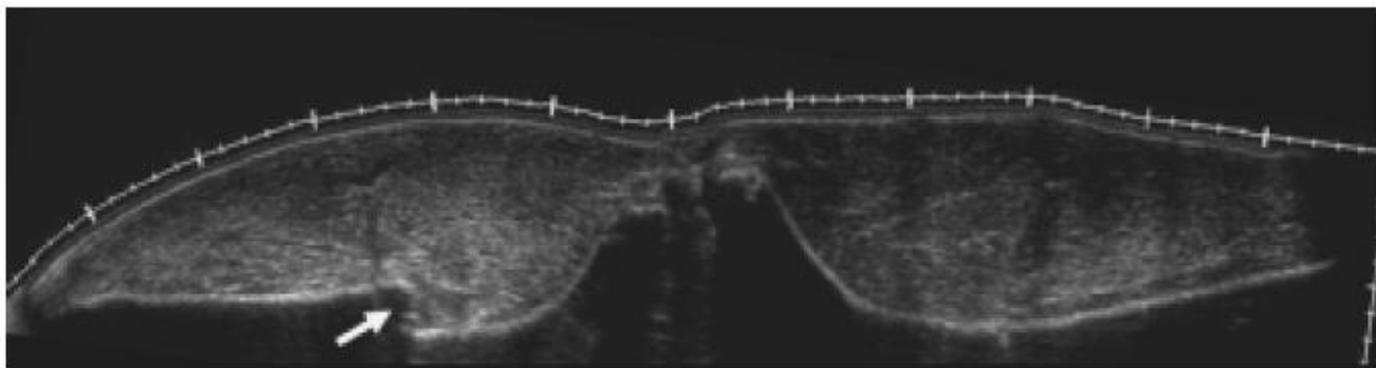


Figure 71 : panorama obtenu par échographie transcutané montrant une fracture sur l'aile gauche de l'ilium (flèche blanche) et déplacement ventral du tuber sacrale gauche (41).

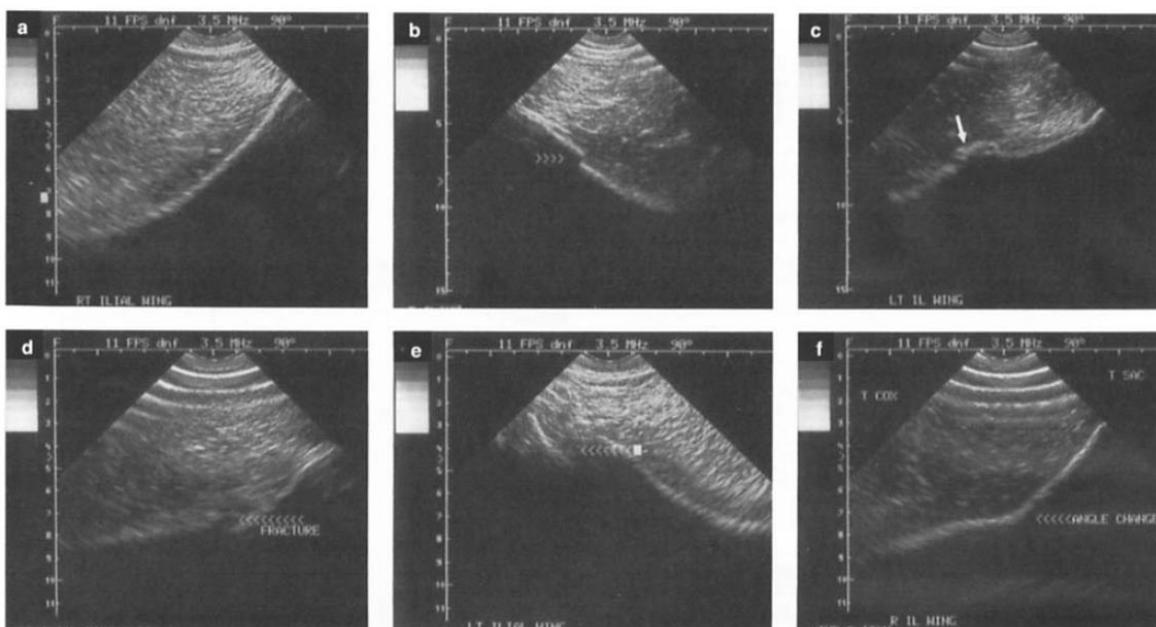


Figure 72 : échographies en coupe transversale d'iliums de différents chevaux de l'étude de Pilsworth et al. en 1994 (26) ; (a) : exemple d'image échographique normale lors de l'approche du tuber sacrale en haut à droite de l'image, au-dessus de la ligne hyperéchogène représentant la surface de l'os, on trouve l'aspect granuleux normal du muscle. (b) : discontinuité de la surface hyperéchogène de l'ilium (flèches) suggérant une fracture. (c) : aspect irrégulier de la surface de l'ilium suggérant la présence d'un cal osseux (flèche). (d) : discontinuité angulaire marquée et perte des contours réguliers de la surface de l'ilium suggérant une fracture (flèches). (e) : discontinuité marquée suggérant une fracture déplacée (flèches). (f) : aspect de l'ilium 103 jours après le diagnostic d'une fracture : le trait fracturaire est comblé par du matériel ressemblant à de l'os, cependant l'angulation de l'ilium est anormale.



Figure 73 : image échographique de l'ilium en coupe transversale d'un cheval présentant une fracture déplacée de l'aile de l'ilium. Les deux fragments sont mis en évidence par les flèches (22).

L'étude de Tomlinson et al (47) en 2001 nous avertit d'une confusion qui peut parfois être faite lors de l'échographie de l'ilium : une discontinuité (ligne hypoéchogène) de la surface échogène du corps de celui-ci, crânialement à l'acétabulum, en regard de la colonne vertébrale, ressemblant à une 'marche' dans la surface osseuse, mimant une fracture, peut exister. Il faut donc bien s'assurer de l'absence de cicatrice, de fragment osseux, d'hématome, et comparer avec le corps de l'ilium controlatéral pour éliminer l'hypothèse d'une fracture à cet endroit.

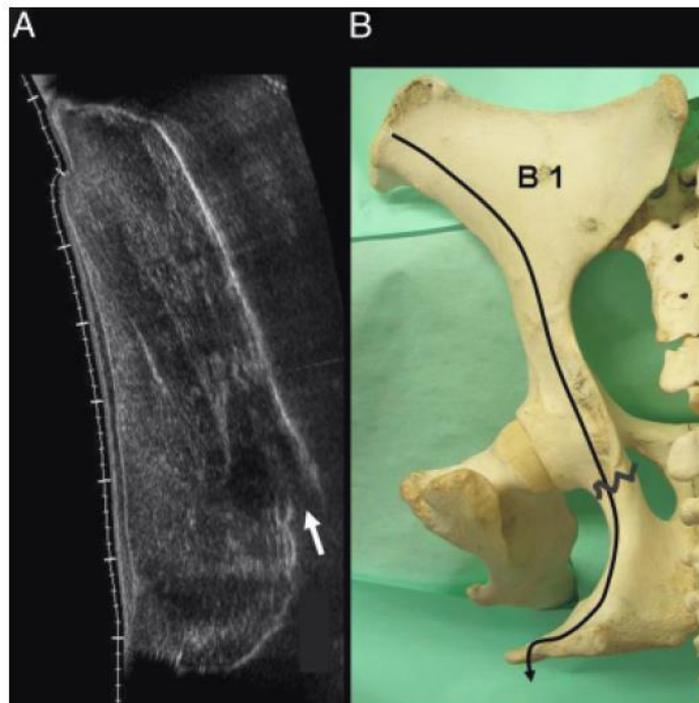


Figure 74 : A : mise en évidence d'une fracture de l'ischium gauche (flèche blanche) ; B : spécimen anatomique représentant la ligne B1 et la position du trait de fracture (41)

2.2.3.2. Echographie transrectale

L'échographie transrectale permet un examen précis du **sacrum**, des **articulations sacro-iliaques** et de la **jonction lombosacrée**. De plus, cela permet bien souvent de diagnostiquer des fractures de **l'ischium ou du pubis** qui ne sont pas visibles par échographie transcutanée (5). La sédation est très vivement recommandée pour la sécurité de l'opérateur ainsi que du cheval (22). L'équipe de Walker et al. profite de la sédation pour commencer par l'examen échographique transrectal avant d'effectuer celui transcutané. Il est conseillé d'effectuer une palpation transrectale sans sonde avant de réaliser l'échographie transrectale afin de bien localiser les zones à échographier et d'appréhender manuellement une potentielle lésion.

Il est possible d'utiliser une sonde micro convexe classique utilisée en reproduction (10 MHz), ou bien une sonde micro convexe de moyenne fréquence (5-7 MHz). En effet, les structures à observer sont localisées à proximité de la muqueuse rectale, donc il n'est pas nécessaire d'avoir des ultrasons pénétrant trop en profondeur. Les auteurs recommandent de sélectionner le mode « musculosquelettique » sur l'échographe, avec une profondeur entre 3 et 6 cm.

Lors de l'introduction de la sonde dans le rectum, la surface osseuse de **l'ischium** est directement évaluable ventralement et en déplaçant la sonde à droite et à gauche. L'ischium doit avoir une surface régulière et lisse, qui devient plus rugueuse au niveau de la symphyse pubienne (Figure 75 b).

L'observation du **pubis** se fait en avançant la sonde un peu plus crânialement dans le rectum, après avoir passé le foramen obturé (Figure 75 c) : ici encore, un balayage de droite à gauche est important pour ne pas passer à côté d'une éventuelle lésion du pubis.

L'image du **sacrum** est réalisée en orientant la sonde dorsalement au rectum, sur la ligne médiane et suivie de part et d'autre en direction latérale de chacune des ailes de l'ilium. Le **ligament sacro-iliaque ventral** est également observable et apparaît comme une structure d'apparence échogène à proximité de l'articulation sacro-iliaque, ventralement au sacrum et à l'aile de l'ilium.

L'échographie transrectale permet enfin d'explorer la **surface médiale de l'acétabulum**.

Ci-dessous, quelques images d'échographies transrectales trouvées dans la littérature.

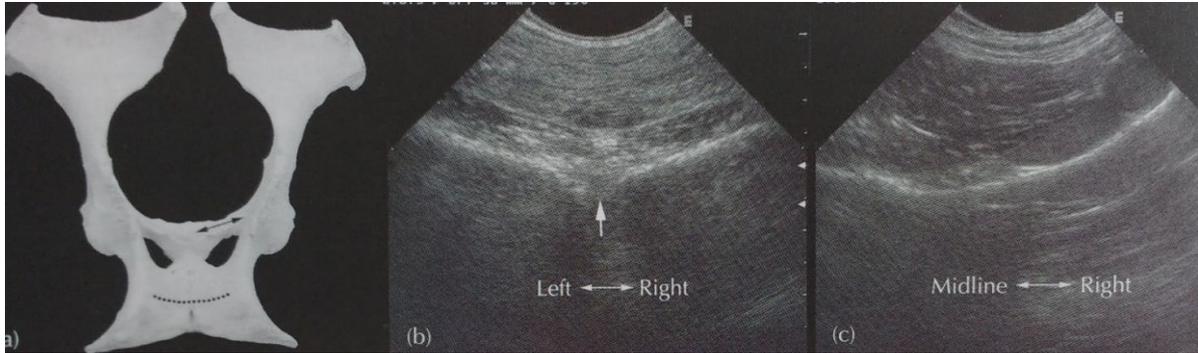


Figure 75 : échographie transrectale de l'ischium et du pelvis : (a) vue dorsale du pelvis indiquant la coupe utilisée pour obtenir une image de l'ischium (traits pointillés) et du pubis (ligne avec double flèche). (b) Echographie transrectale d'un ischium sain, la discontinuité de la surface osseuse représentée par la flèche blanche indique la portion ischiale de la symphyse pelvienne. (c) Echographie transrectale du pubis droit chez un cheval sain. Les deux images ont été obtenues avec une sonde micro convexe de fréquence 8,5 MHz, avec une profondeur de 5,8 cm (5).



Figure 76 : structures internes du pelvis équin en vue médiale (A). La table ischiatique (1), le pubis (2), le col de l'ilium (3), l'épine ischiatique (4) et la surface médiale de l'ilium (5) sont visibles. (B) : image normale sagittale transrectale de la surface médiale de l'acétabulum (flèches) et vaisseaux obturateurs (triangles). (C) : image normale sagittale transrectale de la surface médiale du corps de l'ilium (flèches) entre la grande échancrure sciatique et l'épine sciatique (22).

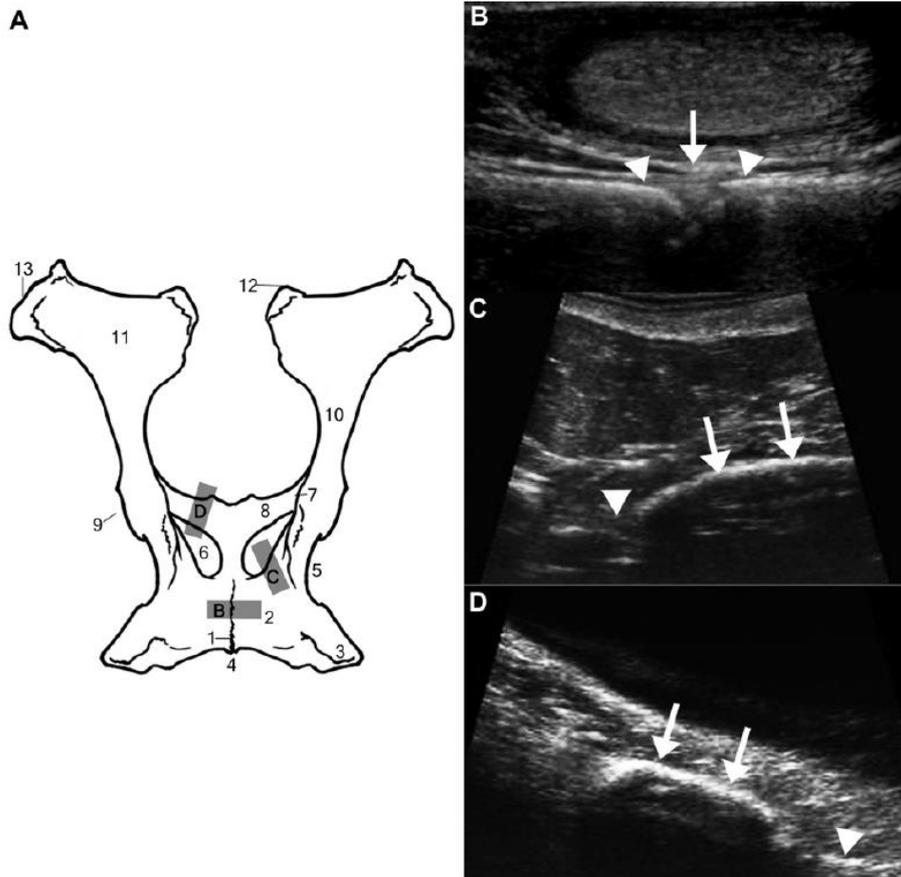


Figure 77 : (A) : structures internes du pelvis équin incluant la symphyse pubienne (1), la table ischiatique (2), la tubérosité ischiatique (3), l'arcade ischiatique (4), la petite échancrure sciatique (5), le foramen obturé (6), l'épine sciatique (7), l'os du pubis (8), l'acétabulum (9), le corps de l'ilium (10), l'aile de l'ilium (11), le tuber sacrale (12), et le tuber coxae (13). (B) : images transrectales normales de la symphyse pubienne (flèche) et des tables ischiatiques (triangles) ; (C) de la bordure caudale du foramen obturé (triangle) et du bord crânial de l'ischium (flèches) ; (D) du pubis (flèches) et des tissus mous autour du foramen obturé (triangle). D'après Walker *et al.* (22).

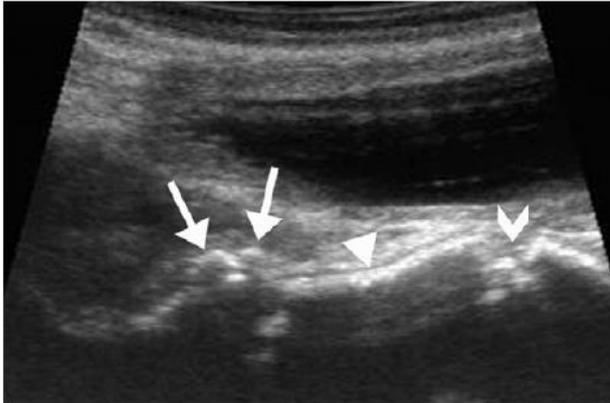


Figure 78 : image échographique transrectale d'une coupe transversale du pelvis de cheval, montrant la symphyse pubienne (V), la section normale de l'ischium (triangle) et un cal osseux sur l'ischium (flèches) dû à une ancienne fracture de l'ischium (22).



Figure 79 : image échographique transrectale sagittale de l'aspect médial d'un acétabulum de cheval montrant des cals osseux extensifs (flèches) ainsi que le déplacement des vaisseaux obturateurs (triangles) (22).

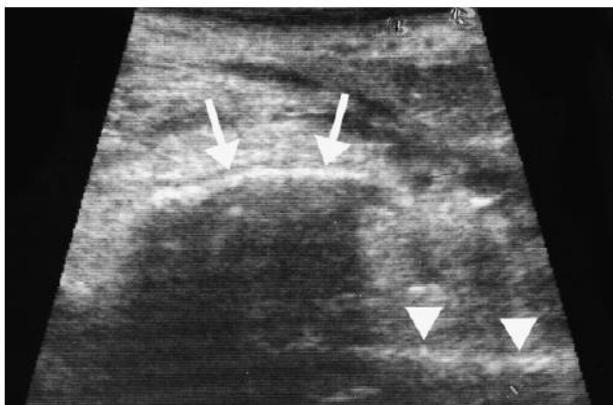


Figure 80 : image échographique transrectale sagittale de cheval montrant une fracture de l'ischium déplacée : les surfaces osseuses sont en discontinuité (flèches et triangles) (22).

Un examen négatif à l'échographie n'implique pas l'absence de fracture : certaines fractures non-déplacées ou infimes ne sont pas toujours visibles à l'échographie. Si la boiterie ou les signes cliniques de la fracture du bassin persistent, il est utile que le vétérinaire répète l'examen échographique ou conseille des radiographies ou une scintigraphie.

2.3. Gamma scintigraphie

2.3.1. Principe

La gamma scintigraphie, technique décrite pour la première fois par Ueltschi en 1977 (48) est une technique devenue très utilisée pour le diagnostic clinique des affections du bassin chez le cheval. En effet, les limites de la radiographie dans cette région du cheval ont poussé le développement d'autres méthodes d'imagerie chez les équidés, à l'instar de ce qui se fait chez l'homme. Cette technique, qui a évolué depuis quarante ans, permet ainsi la visualisation de toutes les structures du bassin, ainsi que leur potentiel remodelage. Elle est indiquée dans le cadre d'une investigation du bassin, lorsque les autres techniques d'imagerie n'ont pas permis d'obtenir des images d'assez bonne qualité.

La scintigraphie nucléaire est une méthode mesurant **l'activité d'un organe ou d'un tissu**, via la fixation d'un agent radioactif introduit dans l'organisme, chimiquement lié à un agent traçant. La localisation de l'agent radioactif est ensuite déterminée grâce à une

gamma caméra. Différents agents radioactifs sont utilisés chez le cheval en fonction de la cible d'organes à étudier. Pour les os, chez le cheval, les images scintigraphiques sont obtenues à l'aide de **technetium-99m** (^{99m}Tc) associé à un traceur à affinité osseuse, du diphosphonate de méthylène (MDP) ou de l'hydroxy méthylène (HDP). La désintégration de l'isotope radioactif entraîne l'émission de rayons gamma dont la demi-vie est de six heures, ce qui le rend idéal pour l'utiliser dans les conditions cliniques (5). Attention, la scintigraphie est parfois non conclusive dans le cas de lésions encore en phase aiguë. La plupart des auteurs recommandent **d'attendre entre 5 et 7 jours** suivant le traumatisme avant de réaliser la scintigraphie, et cela va même jusqu'à 14 jours lorsqu'une fracture impliquant l'acétabulum est suspectée.

2.3.2. Procédure

Généralement, lorsque le cheval est présenté pour une boiterie postérieure, il est d'usage de le travailler un moment avant l'injection de l'agent radioactif. Attention cependant, si le cheval a été mis au repos du fait de son affection depuis plusieurs jours ou semaines avant la scintigraphie, il peut se produire une rhabdomyolyse induite à l'exercice qui rendrait plus difficile l'interprétation de l'examen scintigraphique (superposition des émissions de la radioactivité concentrée dans les tissus mous et osseux).

Le ^{99m}Tc -MDP (ou ^{99m}Tc -HDP) est administré par voie intraveineuse, après pose d'un cathéter dans la veine jugulaire, à raison de 10MBq/kg selon Alain Nelson (5). Ce dernier diffuse donc par voie systémique à tout l'organisme et se fixe dans les territoires où l'activité ostéoblastique, le métabolisme et le flux sanguin osseux sont importants.

Entre 15 et 60 minutes après l'injection de l'isotope radioactif, les auteurs recommandent l'administration de diurétiques afin de favoriser la vidange de la vessie avant l'examen scintigraphique. En effet, cela limiterait le risque que la vessie ne masque la radioactivité émise par le pelvis, et diminuerait les doses d'élément radioactif auquel les travailleurs sont exposés. Pendant cette période-là, le cheval est donc laissé au box.

2.3.3. Acquisition d'image du pelvis

Une fois l'injection du produit radioactif réalisée, trois phases d'acquisition d'images sont possibles en scintigraphie. La première phase, dite **phase vasculaire**, dure

entre une et trois minutes suivant l'injection et correspond au passage de l'isotope radioactif dans le courant circulatoire sanguin. Elle est très brève et apporte assez peu d'informations pour l'investigation des lésions osseuses du bassin (elle pourrait informer sur un thrombo-embolisme aortique par exemple). La seconde phase d'acquisition d'images concerne les **tissus mous**, l'isotope radioactif y parvient entre trois et quinze minutes suite à l'administration (cas de la rhabdomyolyse liée à l'exercice). Cette phase encore n'est pas très utilisée dans le cadre d'une suspicion de lésion osseuse. Enfin, la troisième et dernière phase, dite **phase osseuse**, permet l'acquisition d'images des structures osseuses du bassin. Il faut attendre pour cela entre 120 et 180 minutes avant de pouvoir prendre des clichés, ce qui laisse le temps au diurétique d'agir (cf 2.3.2.) et aux tissus mous de se débarrasser de la substance radioactive.

Lors de l'acquisition des images du pelvis, les **vues classiquement réalisées** sont :

- Vue dorso-ventrale des deux tuber sacrale.
- Vue dorso-ventrale de la région du sacrum.
- Deux vues obliques dorso-latérales : pour chaque aile de l'ilium, incluant le tuber coxae. Une étude de Hornof *et al.* en 1996 (18) a montré l'importance de la réalisation de ces vues obliques afin de ne pas passer à côté d'anomalies au niveau de l'ilium (notamment des fractures de stress chez les chevaux de course).
- Deux vues latéro-médiales à gauche et à droite : visualisation de la crête iliaque, de l'acétabulum et de la tête fémorale de chaque côté.

D'autres vues supplémentaires peuvent être réalisées, notamment pour obtenir des images de la région des tubérosités ischiatiques ou de l'acétabulum. Les auteurs recommandent également d'effectuer une deuxième vue dorsale oblique centrée sur les tuber sacrale (5). Ce protocole permet l'examen minutieux complet de tout le pelvis osseux du cheval.

Lors du 48^{ème} congrès du British Equine Veterinary Association (BEVA), cinq sites où la fixation du marqueur est prépondérante au niveau du bassin ont été décrits : les tuber sacrale (la fixation est accrue en raison de leur localisation superficielle), les ailes de l'ilium

à la base des tuber sacrale, l'articulation sacro-iliaque, les ailes de l'ilium crânialement aux surfaces articulaires du sacrum, les crêtes iliaques (49).

2.3.4. Anomalies scintigraphiques du pelvis chez le cheval

Au moment de l'interprétation des images scintigraphiques, il est important de considérer plusieurs points.

D'abord, il est bon de se souvenir que la quantité de radioactivité détectée par la gamma caméra dans un tissu est proportionnelle, à la fois à la quantité de radioactivité dans l'os, mais aussi à **l'épaisseur** des tissus mous sus-jacents, qui atténue celle-ci. Ainsi, il faut se méfier lorsqu'un cheval a une amyotrophie unilatérale des muscles glutéaux par exemple, à ne pas surinterpréter des images.

De plus, **l'âge** du cheval a aussi une importance : chez un jeune individu pour lequel les plaques de croissances ne sont pas encore fermées, il est normal d'avoir une forte radioactivité émise dans ces zones-là. Attention donc à ne pas considérer de telles images comme pathologiques (5).

Enfin, toute augmentation de la fixation de l'isotope radioactif dans une zone n'est pas forcément synonyme d'affection pathologique. Un **remodelage physiologique** est aussi possible, ce qui rend indispensable l'étape initiale de l'examen physique, permettant d'orienter le diagnostic. Seule la confrontation des résultats de scintigraphie avec une étude post-mortem des os permettrait de garantir la fiabilité de cette méthode diagnostique. En médecine humaine, l'apport de l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM), le scanner (Computed Tomography ou CT) et la tomographie par émission monophotonique (Single Photon Emission Computed Tomography ou SPECT) sont d'une grande aide pour l'investigation de lésions du dos et du bassin, ce qui n'est pas encore le cas en médecine vétérinaire équine.

Les fractures du bassin les plus souvent diagnostiquées en scintigraphie chez le cheval sont les **fractures de stress** (50), avec une fixation très importante du marqueur sur l'aile de l'ilium, majoritairement dans le premier tiers axial de l'os. La scintigraphie est d'ailleurs la technique de choix pour le diagnostic des fractures de stress selon Hornof et al, 1996 (18). Walker et al. en 2011 valide cette théorie et ajoute que la scintigraphie est excellente pour mettre en évidence les remodelages osseux du corps de l'ilium, qui peuvent être des

précurseurs de fractures de l'ilium catastrophiques (22) (18). La scintigraphie est aussi efficace pour détecter des fractures des **tuber coxae**, **tuber ischii**, **grand trochanter**, et **troisième trochanter**.

Cependant, une étude suggère que cette méthode d'imagerie est **peu fiable pour diagnostiquer les fractures du pubis** du fait de la forte fixation du marqueur radioactif dans la vessie (22).

Ainsi, la scintigraphie, qui localise précisément l'affection, par le biais d'une fixation accrue de l'isotope radioactif à cet endroit, est une aide précieuse à l'établissement d'un pronostic, via notamment la connaissance de l'implication ou non de l'acétabulum. **Cependant**, elle ne permet pas de donner avec précision la configuration d'une fracture (51) et parfois ne permet pas de conclure à la cause certaine de la boiterie. De plus, une autre limite de la scintigraphie est liée au moment de réalisation de l'examen : une scintigraphie réalisée trop précocement à la suite d'une fracture peut aboutir à un résultat faussement négatif (phase aigüe), alors qu'un examen réalisé tardivement (phénomène chronique) peut être non conclusif du fait d'une amyotrophie de la région (11).

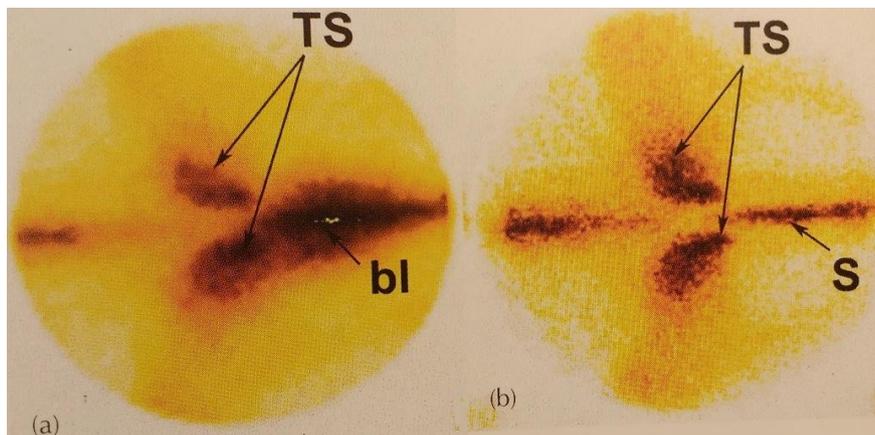


Figure 81 : image scintigraphique dorso-ventrale normale du pelvis caudal. (a) image obtenue avant vidange de la vessie, montrant un point chaud "bl" (bladder) associé à la vessie : les deux tuber sacrale (TS) ne sont pas aisément distinguables. (b) image obtenue après miction : les deux tuber sacrale sont clairement visibles (TS) et le sacrum (S) également (5).

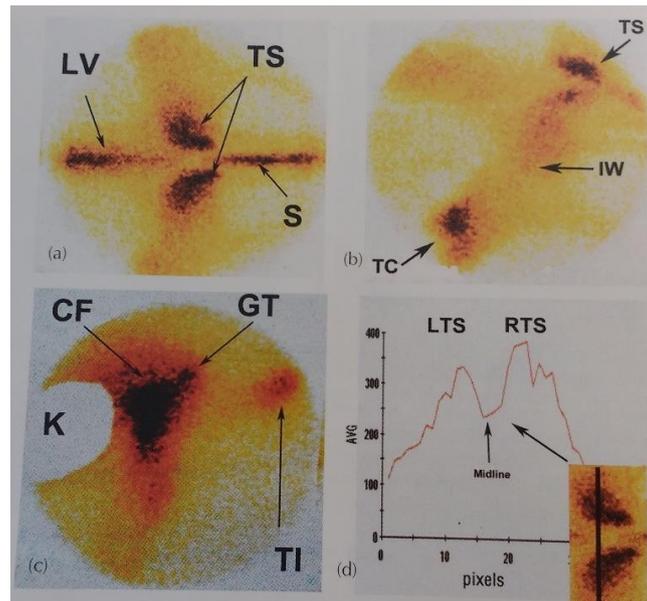


Figure 82 : Images scintigraphiques normales du pelvis chez le cheval. (a) vue dorso-ventrale, notez les deux points chauds des tuber sacrale (TS), le sacrum (S), la ligne des vertèbres lombaires (LV). (b) vue oblique dorsolatérales ventro-médiale de la région crâniale, les deux hotspots sont le tuber coxae (TC) et tuber sacrale (TS) ; l'aile de l'ilium (ilial wing IW) a une prise intermédiaire. (c) vue latéro-médiale du pelvis caudal : visualisation de l'articulation coxo-fémorale (coxofemoral joint CF), du grand trochanter (great trochanter GT) et tuber ischii (TI). La région de la vessie (K) a été masquée. (d) exemple de profil de radio émission de la région sacro-iliaque chez un cheval normal. On distingue deux pics correspondant aux tuber sacrale droit (right tuber sacrale RTS) et gauche (left tuber sacrale LTS), avec une diminution entre les deux correspondant à la ligne médiane du cheval (5).

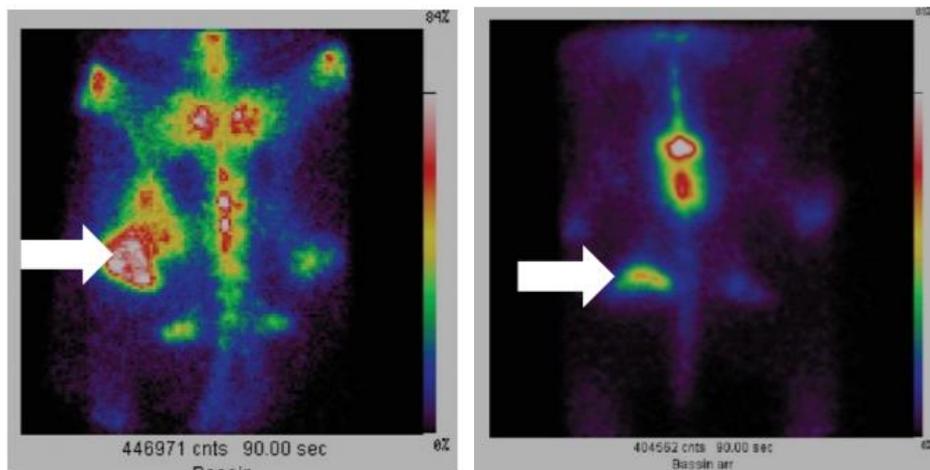


Figure 83 : images scintigraphiques de la Clinique Vétérinaire du Livet (Calvados). A gauche : vue dorsale du bassin montrant une activité osseuse augmentée sur l'articulation de la hanche gauche chez un Trotteur de 2 ans. L'examen échographique a ensuite révélé une fracture de la tête fémorale et de l'acétabulum à gauche. A droite : vue caudale du bassin montrant une activité osseuse augmentée sur la tubérosité

ischiatique gauche d'un Pur-Sang de 3 ans. L'examen échographique a ensuite révélé une fracture du tuber ischii gauche.

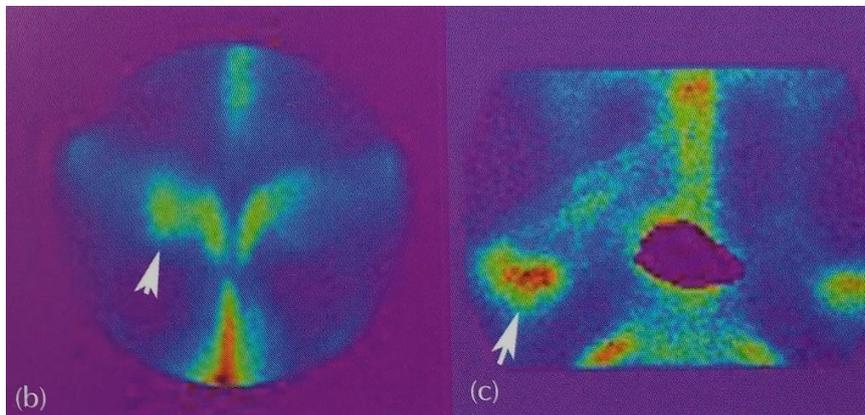


Figure 84 : images scintigraphiques du pelvis. (b) vue dorsoventrale avec augmentation marquée de la fixation du marqueur au tiers médial de l'ilium gauche compatible avec une fracture de stress chez ce Pur-Sang de 2 ans (flèche blanche). (c) vue caudale avec masquage de la vessie (zone violet foncé) : augmentation de la fixation du marqueur dans la région du grand trochanter du fémur gauche (flèche blanche) sur un cheval de sport de 10 ans (5).

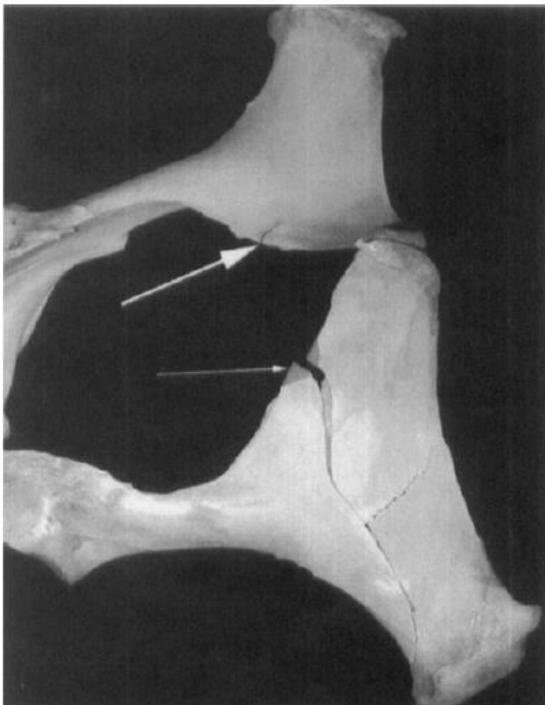


Figure 85 : bassin de cheval atteint d'une fracture complète de l'ilium droit suite à une course de galop. La zone grisée (petite flèche blanche) sur l'aspect médial de l'ilium droit représente un site avec réaction périostée, précurseur de la fracture iliaque. La grande flèche blanche indique une fracture de fatigue préexistante (« micro-cracking ») sur l'ilium gauche, une réaction périostée était également visible sur ce site (27).

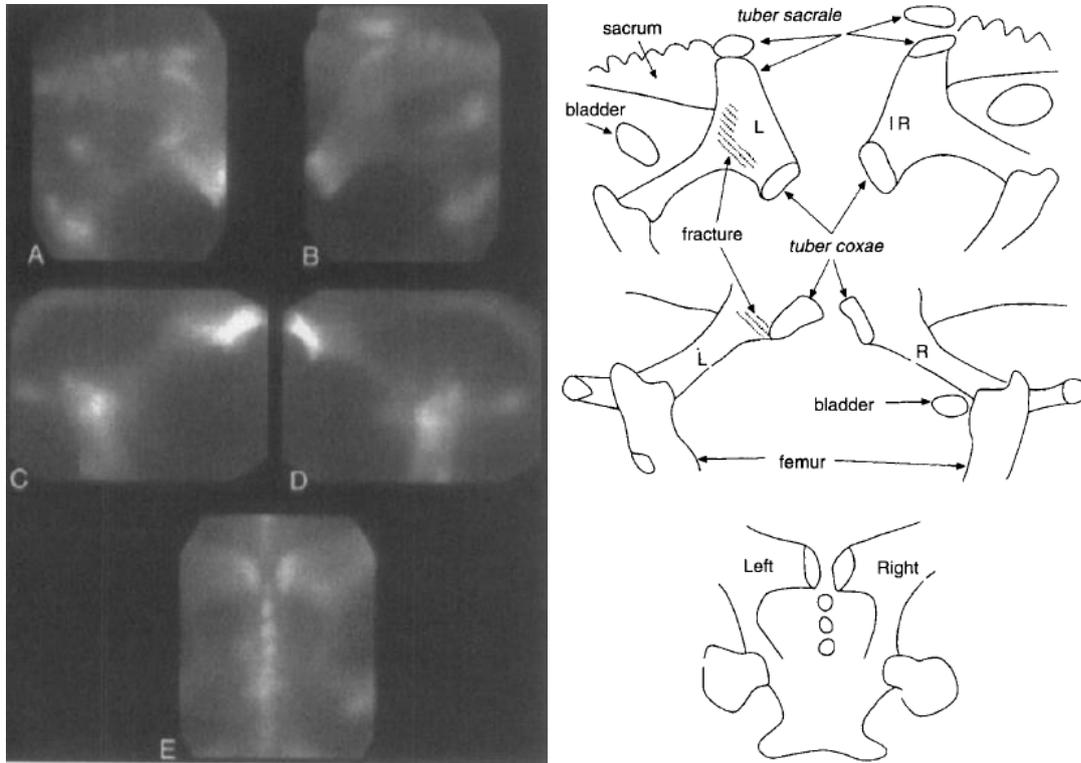


Figure 86 : (à gauche ci-dessus) images scintigraphiques d'un cheval présenté pour une boiterie postérieure à droite. Les vues obliques droite (A) et gauche (B), les vues latérales droite (C) et gauche (D) ainsi que la vue dorso-ventrale (E) sont présentées. La vue oblique droite (A) est orientée de la même manière que la Figure 85. Le schéma de la Figure 87 est une représentation légendée des images scintigraphiques. La vue oblique gauche est considérée comme normale. Notez la diminution visible de fixation du marqueur radioactif sur le corps et l'aile de l'ilium comparée au tuber coxae et tuber sacrale. L'isotope radioactif s'est fortement fixé sur l'ilium droit ce qui correspond de près à la zone atteinte par la fracture sur la Figure 85 (27).

Figure 87 : (à droite ci-dessus) schéma anatomique légendé du cas des Figure 85 et Figure 86. La zone correspondant à a fracture de l'ilium gauche a été ombrée (27).

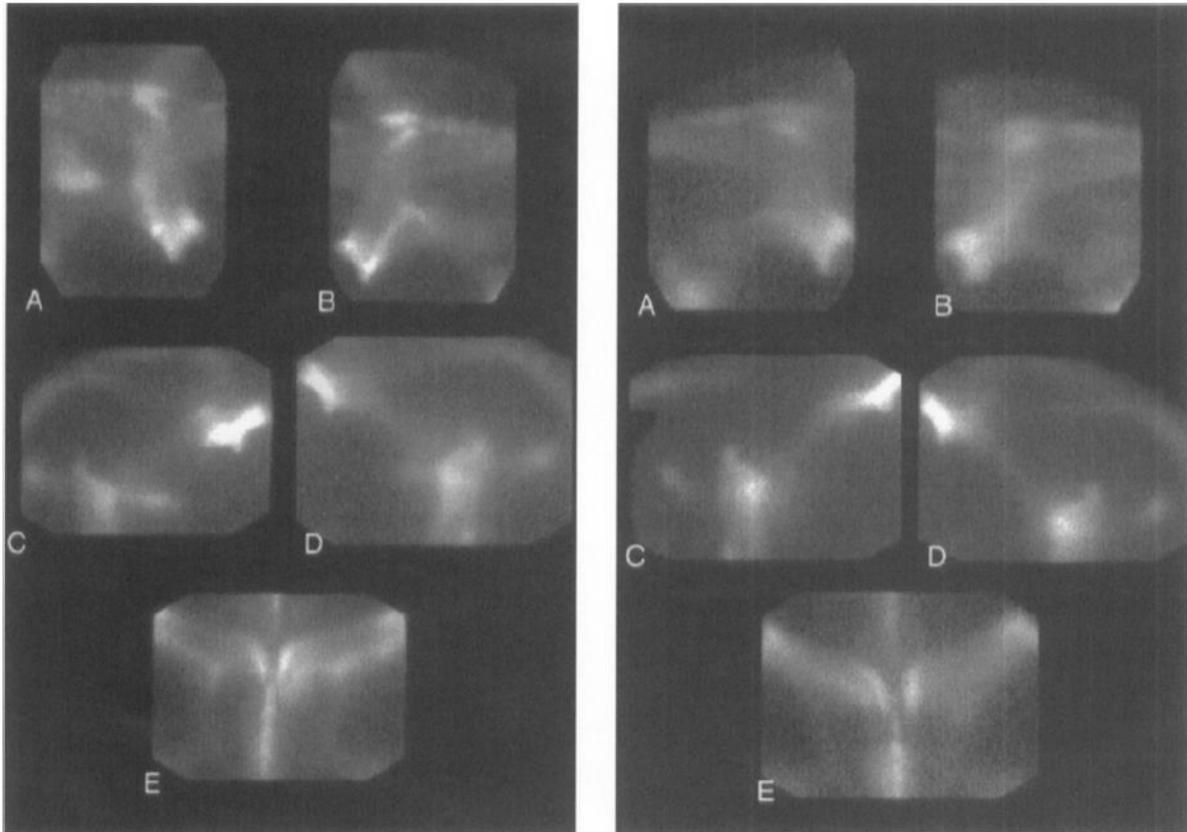


Figure 88 : autres exemples d'images scintigraphiques du bassin de cheval. Images obliques droite (A) et gauche (B) ; images latérales droite (C) et gauche (D) ; cliché dorso-ventral (E). D'après (18).

A gauche : cheval présenté pour une boiterie postérieure droite. Les clichés obliques révèlent une augmentation bilatérale focale de la fixation du marqueur radioactif, plus intense du côté droit (ilium). Sur le cliché dorso-ventral, l'augmentation de fixation du marqueur est notable.

A droite, cheval présenté pour une boiterie postérieure gauche : on remarque une augmentation de la fixation du marqueur radioactif sur l'ilium gauche (bien visible sur les vues obliques) et des asymétries sur les vues latérales et dorsale.

2.4. Imagerie par Résonance Magnétique ou IRM

L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est une méthode permettant l'obtention d'images en trois dimensions et en coupe de grande précision anatomique, tout en étant non invasive et sans effet secondaire connu. Elle repose sur le phénomène de résonance magnétique nucléaire (RMN) des protons de l'eau lorsqu'ils sont soumis à un champ magnétique extérieur et à une excitation électromagnétique supplémentaire. La résonance des protons a lieu lorsqu'on supprime ce champ magnétique, et que les

vecteurs de magnétisation de ceux-ci se réorientent dans leurs positions initiales. Des agents de contraste peuvent être utilisés pour augmenter la sensibilité de la technique, - ils sont très utilisés en humaine, mais bien plus rarement en équine - en augmentant la vitesse de relaxation magnétique des atomes lorsqu'on stoppe l'excitation électromagnétique.

La scintigraphie permet de localiser la lésion, puis l'IRM de caractériser avec une extrême précision celle-ci.

C'est une méthode très intéressante mais elle requiert un matériel de haute qualité, très cher, peu abordable en dehors des cliniques de référence. Elle est en plein essor en médecine vétérinaire équine, notamment pour l'examen du pied et du boulet, mais pas encore disponible pour l'examen de structures aussi volumineuses que le bassin du cheval. De plus, le repos est nécessaire pendant quelques semaines avant de procéder à l'examen IRM puisqu'il faut bien souvent transporter le cheval dans un centre où de tels équipements sont disponibles. C'est une méthode très utile à la fois pour les problèmes aigus et chroniques du membre distal du cheval (13). Le coût de l'examen s'élève entre 450 et 1900€ selon les zones examinées.

2.5. Scanner ou tomodensitométrie

Le principe du scanner est, comme la radiographie, fondé sur l'absorption plus ou moins importante des rayons X dans la matière. Ici, les images acquises en coupe (2D) sont reconstituées en trois dimensions à l'aide d'outils informatiques.

En médecine vétérinaire équine, le scanner est utilisé de manière prédominante pour les affections au niveau de la tête du cheval, toujours sous anesthésie générale : affections sinusales, dentaires ou mandibulaires, bulles tympaniques, cerveau. Chez les poulains, il est aussi possible d'explorer le thorax et l'abdomen (à la recherche de malformations congénitales notamment). Concernant l'orthopédie équine, les régions des membres généralement explorables sont les : pied, coude, carpe, jarret, grasset ; les vertèbres cervicales. Il peut également être utilisé pour la gestion préopératoire des fractures complexes et pour réaliser des bilans d'extension en cancérologie.

Malheureusement, le scanner ne permet pas d'explorer le bassin du cheval, cet appareil n'est pas non plus adapté pour une structure aussi volumineuse.

2.6. Thermographie

La thermographie est une technique qui permet de représenter sous forme d'image la température de surface du corps grâce à son rayonnement infrarouge. La température de la peau est généralement 5°C plus faible que la température interne (36,8-38°C physiologiquement en moyenne chez le cheval adulte). Plus une zone a une température élevée, plus elle émet des rayonnements infrarouges. Une augmentation de 0,3°C entre deux régions anatomiques symétriques indique la présence d'une inflammation, mais une diminution de température peut aussi être indicative d'une anomalie de sollicitation de la zone, donc d'une région douloureuse. Une anomalie thermographique peut ainsi être une augmentation ou une diminution de la température ou bien juste un thermogramme anormal.

Ces variations de températures sont mesurées à l'aide d'une caméra thermique, dont la sensibilité est dix fois supérieure à la main humaine (5).

La thermographie, incluse dans un programme de bien-être et de surveillance du cheval, permet de détecter des inflammations naissantes, deux semaines avant l'apparition de signes cliniques. Cela est donc très intéressant pour identifier des problèmes subcliniques et rectifier le tir de l'entraînement, apporter des soins...pour prévenir la blessure.

C'est une technique qui est utilisée dans le cadre d'anomalies tendineuses, musculaires, de lésions podales, de fractures de stress du radius et de l'ulna, mais aussi pour détecter des dorsalgies (conflits de processus épineux, douleur au niveau du ligament supra-épineux, blessures au niveau du garrot, douleurs liées à la selle...) et d'anomalies sacro-iliaques (subluxation, ligament sacro-iliaque anormal...). Elle n'est généralement **pas utilisée** comme aide diagnostique pour **les fractures du bassin** telles que les fractures de stress mais peut tout de même **orienter** le diagnostic en cas de découverte fortuite d'une anomalie du pelvis.

Il existe deux vues principalement réalisées sur le rachis du cheval en thermographie : il s'agit de la **vue thoraco-lombaire** (garrot, milieu du dos et sacrum) et de la **vue de la croupe** (région sacro-iliaque).

Dans le cadre de la zone sacro-iliaque, l'anomalie la plus fréquemment rencontrée est une zone froide (« cold spot ») centrée entre les deux tuber sacrale, ce qui serait expliqué

par une réduction du mouvement de la zone : soit liée à une affection primaire de la zone, soit secondaire à une autre affection diminuant la mobilité de la région pelvienne. Généralement les affections de la zone sont chroniques et pas toujours cliniques.

Dans tous les cas, les auteurs recommandent la réalisation d'un échographie de la région présentant un résultat anormal à l'examen thermographique pour explorer l'origine de l'inflammation ou de la non-mobilisation (5).

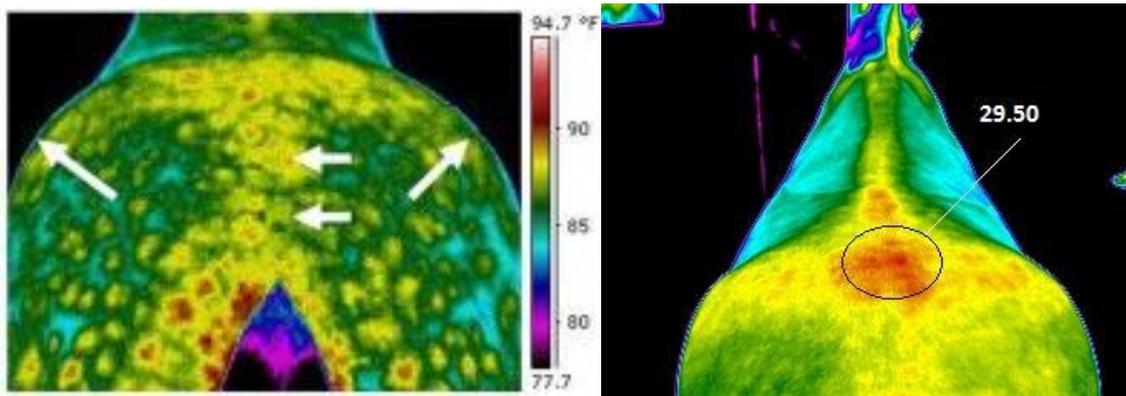


Figure 89 : (à gauche) Exemple de thermogramme de la croupe chez un cheval sain : les zones les plus chaudes (en jaune) sont situées le long du rachis et d'un tuber coxae à l'autre. (à droite) Exemple de "hot spot" (cercle noir) au-dessus des tuber sacrale indiquant une potentielle affection sacro-iliaque (5).

3. Une combinaison de techniques pour améliorer la sensibilité et la spécificité de l'examen

Comme dit précédemment, en 2009, Geburek et son équipe ont mis en évidence l'avantage de l'échographie pour diagnostiquer les fractures des ailes de l'ilium, alors que les fractures acétabulaires étaient généralement mieux mises en évidence avec la radiographie (radiographies sur cheval debout, clichés ventro-dorsaux et/ou obliques dorso-médiaux-ventro-latéraux). Les deux techniques ont présenté des résultats similaires pour le diagnostic de fractures du tuber coxae, du col de l'ilium, de l'ischium et du col du fémur. Plus globalement, cette étude a montré une **concordance de 73%** entre les résultats de l'**échographie** et de la **radiographie** sur cheval debout (41). Ainsi, cette équipe de chercheurs préconisent d'associer les deux méthodes, en commençant par la radiographie, puis en effectuant dans un deuxième temps l'échographie (plus rapide, de qualité excellente même sur cheval debout, et considérant les lésions des tissus mous.)

Une approche décrite par Hennessy *et al.* en 2013 (17) afin de diagnostiquer une fracture du bassin est de **combiner la scintigraphie et l'échographie**. La radiographie est dans leur étude uniquement utilisée pour diagnostiquer l'implication de l'articulation coxo-fémorale (technique cheval debout et couché, clichés en vue ventrodorsale, 150 kV et 250-300 mA). En effet, la scintigraphie est la méthode de référence pour diagnostiquer les fractures de stress chez le Pur-Sang, qui ne sont, même avec un matériel échographique performant (examen transrectal et transcutané avec des ultrasons pénétrant à 25 cm de profondeur) pas toujours décelables s'il n'y a pas de discontinuité osseuse visible ou de cal osseux formé au moment de l'examen. Il faut attendre entre 5 et 7 jours avant de réaliser cet examen lors d'une suspicion de fracture de stress. On apprécie donc l'excellente sensibilité de la scintigraphie, mais on regrette sa faible spécificité : effectivement, il est difficile de différencier une fracture de stress d'une autre affection pelvienne (myopathie, desmopathie, arthropathie coxo-fémorale...). (41)

Dans le cas des **fractures du pubis**, les auteurs déplorent la difficulté d'obtention d'images de qualité : la radiographie sur cheval debout ne permet pas d'acquérir des clichés interprétables, la radiographie sous anesthésie générale est trop risquée, l'échographie est envisageable. Pour ces derniers, c'est la scintigraphie qui reste encore l'examen de choix : une vue caudale, avec la caméra placée parallèlement à la surface postérieure des cuisses, la queue légèrement décalée d'un côté, donne des images du pubis très correctes.

Deux des **limites de la scintigraphie** sont la nécessité de déplacer un cheval potentiellement non transportable (boiterie de soutien, douleur sévère, cheval refusant de se déplacer) dans un centre vétérinaire disposant de l'équipement de scintigraphie, mais aussi son coût assez élevé (1500€ en moyenne pour une scintigraphie du bassin).

L'échographie présente également l'avantage d'être l'examen le moins coûteux, et le plus abordable dans les conditions de terrain, sans avoir besoin de transporter le cheval vers un centre de référent. De plus, avec ce type d'examen, aucune personne n'est exposée à des rayons X et aucune anesthésie générale n'est requise. Enfin, c'est un examen relativement rapide en général, qui apporte souvent des réponses. Attention cependant, lorsque l'examen est négatif, Mary Beth Whitcomb dans *Equine Back Pathologies* (5) recommande de garder en tête de l'utilité de la radiographie et de la scintigraphie.

L'échographie est également un examen qui sera utile pour suivre l'évolution et la guérison des lésions osseuses ou ligamentaires du bassin, sur le terrain (47).

D'autres études ont comparé différentes techniques d'imagerie du pelvis. C'est le cas de Tomlinson *et al.* en 2001 (47) qui ont réalisé la cartographie échographique du bassin de six poneys et six chevaux en validant leurs images échographiques à l'aide de mesures IRM et scanner réalisées post-mortem. Cette étude a montré un fort degré de corrélation entre les mesures obtenues par échographie, IRM, scanner et coupes sur bassin congelé (Figure 90). Le scanner n'a pas permis de séparer les tissus mous donc les mesures ligamentaires n'ont pas été réalisées avec cette technique. Au contraire, l'IRM a permis d'en rendre compte, mais a présenté certaines limites concernant la distinction précise entre le ligament sacro-iliaque ventral, la capsule de l'articulation sacro-iliaque et le fascia l'entourant. Ainsi, les auteurs ont montré dans leur étude que l'**échographie** était une **technique de choix** pour apprécier des **anomalies osseuses** et **ligamentaires** du bassin chez le cheval. Ils recommandent donc cette technique. Les valeurs de référence des différentes structures mesurées chez les individus sains sont regroupées dans les tableaux 1 et 2 situés dans l'annexe du manuscrit.

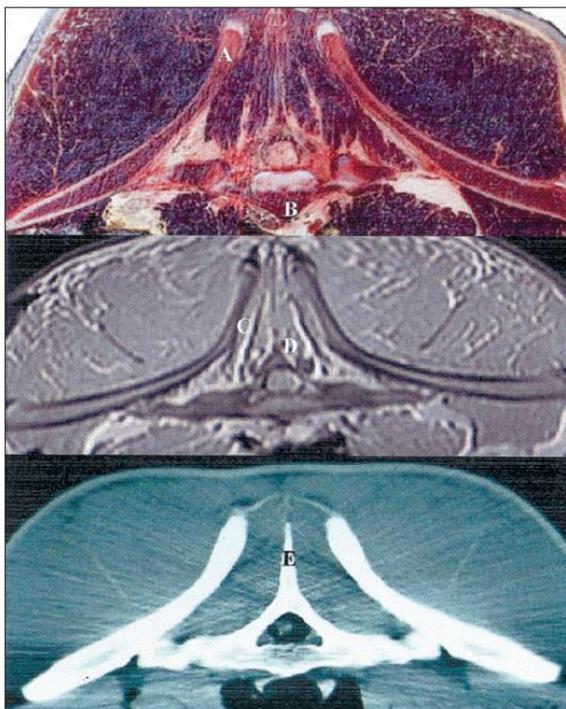


Figure 90 : section de pelvis congelé (haut) ; image obtenue par résonance magnétique (IRM, milieu) et image scanner (bas) de la région sacro-iliaque et du bassin chez un poney. A : tuber sacrale et B : corps vertébral sacré sur la section congelée ; C : ligament sacro-iliaque dorsal court et D : ligament sacro-iliaque dorsal long visibles sur l'IRM ; D : processus épineux du sacrum visible au scanner.

Afin de renforcer l'aide au diagnostic échographique d'anomalies du bassin, Tomlinson et al proposent de mesurer les distances entre les différents os de cette unité afin de mettre en évidence précisément des déplacements avec ou sans fracture (47). Ceci n'est pas souvent réalisé en pratique, mais serait peut-être une habitude simple à mettre en application en pratique courante et qui pourrait s'avérer utile.

4. Conduite à tenir en pratique

En pratique et sur le terrain, il est important de commencer par un examen clinique complet (pouvant conduire à l'identification d'anomalies extérieures visibles comme des asymétries, de l'amyotrophie, un gonflement, une chaleur...) puis un examen locomoteur précis (qui nous amènera souvent à suspecter une boiterie d'origine haute). L'étape suivante sera généralement de réaliser une échographie transcutanée, une palpation transrectale et une échographie transrectale. La gestion du cas en fonction des anomalies diagnostiquées fera l'objet de la partie IV (traitement, pronostic).

En effet, d'après les différentes études que nous avons citées tout au long de ce manuscrit, il ressort que l'échographie est la technique de choix pour un vétérinaire itinérant lors d'une suspicion de fracture du bassin. C'est un examen qui a prouvé son efficacité avec un clinicien qui maîtrise la technique, est peu cher, non invasif et qui permet également un suivi des lésions. Toutes les structures (osseuses, ligamentaires, tendineuses) sont alors appréciables. Attention cependant à ne pas exclure une fracture du bassin si l'évaluation échographique ne permet pas de la mettre en évidence. Il est possible de passer à côté de certaines lésions osseuses peu importantes et non déplacées par exemple. C'est alors à ce moment-là qu'il peut être intéressant de **réitérer** ultérieurement l'examen et/ou de **référer** le cheval vers un centre possédant davantage de matériel d'imagerie afin d'avoir une approche multimodale, ce qui augmenterait sensibilité et spécificité de la démarche.

5. Diagnostic différentiel

Une **fracture du sacrum** (Figure 91) peut donner l'apparence d'une amyotrophie glutéale alors qu'en réalité il s'agit d'une angulation anormale de la croupe liée à la fracture sacrée. A la différence d'une fracture du bassin qui entraîne une boiterie du côté ipsilatéral à la lésion, un cheval atteint d'une fracture du sacrum présente une **boiterie**

postérieure bilatérale. De plus, des **lésions neurologiques** telles qu'une paralysie flasque de la queue, une sensibilité réduite autour de la base de la queue, une incontinence urinaire chez les juments, et/ou une perte de tonus anal peuvent apparaître suite à une fracture du sacrum, parfois plusieurs semaines après le traumatisme. Les signes cliniques, la palpation transrectale, et l'imagerie (scintigraphie et échographie transrectale) permettent généralement de conclure.

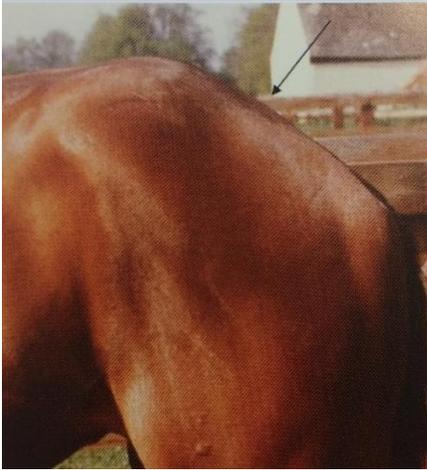


Figure 91 : photographie montrant l'aspect pathognomonique d'un cheval atteint d'une fracture du sacrum, c'est-à-dire avec un changement marqué d'angle de la croupe caudalement au tuber sacrale (5).

La présentation clinique d'une **affection sacro-iliaque** peut ressembler à celle d'une fracture de l'aile de l'ilium à savoir un faible engagement postérieur, une raideur dans le travail latéral ou les changements de main (14), une boiterie subtile mais qui peut être chronique... La méthode diagnostique de choix décrite par les auteurs est la scintigraphie, mais l'échographie transcutanée est également d'une aide précieuse pour observer des changements au niveau des ligaments sacro-iliaques (dorsaux courts et longs) ainsi que l'aspect caudo-médial de l'articulation. L'échographie transrectale permet elle d'observer la partie ventrale de l'articulation sacro-iliaque et les ligaments sacro-iliaques ventraux.

Une **fracture impliquant l'acétabulum**, présentée par un cheval qui ne pose généralement pas de poids sur le membre concerné, peut être confondue avec une **luxation coxofémorale**. Dans ce cas, la tête fémorale est habituellement luxée crânialement et dorsalement à l'articulation coxofémorale, ce qui peut conduire à un membre apparaissant plus court, un jarret déplacé latéralement i.e. plus « à l'extérieur » que celui du membre controlatéral et une asymétrie des grands trochanters. De plus, la patelle peut être déplacée dorsalement du fait de la masse du quadriceps et de la position anormale de la tête fémorale. Que l'acétabulum soit fracturé ou l'articulation coxofémorale luxée, le signe clinique commun de ces deux affections est la douleur sévère présentée

par le cheval. Attention, cette douleur sévère peut aussi être confondue avec une **rhabdomyolyse sévère** liée à l'exercice (5). L'imagerie permet en général de différencier ces différentes affections.

D'autres affections de la **région coxo-fémorale** (arthrite septique de la tête fémorale, fracture du grand trochanter ou du col du fémur...) sont à distinguer d'une fracture impliquant l'acétabulum. La boiterie peut être sévère ou subtile, en fonction des structures lésées et de la chronicité du cas. Généralement, une affection de cette région entraînera un mouvement de circumduction latérale du membre pelvien lors du déplacement. Une **bursite trochantérique** peut être diagnostiquée grâce à la visualisation d'une quantité accrue de fluide dans la bourse, de l'épaississement de la capsule articulaire ou de certains tendons, d'enthésopathies à la base du grand trochanter fémoral dans les cas chroniques (13). Cette affection est fréquemment bilatérale. D'autres **arthropathies** de l'articulation de la hanche existent et font souvent suite à un trauma de la capsule articulaire ou des ligaments de la tête fémorale. La différenciation avec une fracture impliquant l'acétabulum est faite grâce à l'imagerie.

Les signes cliniques de **fractures multiples** du bassin peuvent être proches de ceux présents lors d'une **fracture de la colonne vertébrale** avec rupture partielle ou totale de la moelle épinière. Avec un examen clinique attentif, il est cependant possible de faire la différence entre ces deux affections, notamment en évaluant le tonus musculaire et les réflexes des membres pelviens, de la queue, du périnée... Toutefois, un cheval en état de choc peut avoir des réponses fortement ralenties voire absentes. Il faut ainsi être vigilant à ne pas condamner le cheval en annonçant un pronostic plus sombre qu'il ne l'est réellement. Dans le cas de fracture(s) sévère(s) unilatérale(s), le cheval est normalement en capacité de se relever s'il est roulé et positionné de sorte à pouvoir mettre du poids sur le membre pelvien sain. C'est une solution à tenter avant même de considérer l'euthanasie (5).

Quant aux fractures du **tuber coxae**, Denoix et Audigie (12) écrivent que « *le diagnostic différentiel des fractures du bassin pour une fracture du tuber coxae ne se pose que si on a une boiterie d'appui incompatible avec le stade évolutif de la fracture du tuber coxae* ». En effet, selon ces auteurs, le déplacement distal d'un tuber coxae est pathognomonique de ce type de fracture, tout comme la clinique (variation importante

d'amplitude du tuber coxae au trot en ligne droite appréciable, défaut d'engagement, phase postérieure de la foulée réduite...). Dans le doute, l'imagerie, avec notamment l'échographie, est recommandée pour confirmer le diagnostic. En effet, une fracture du col de l'ilium avec rotation de l'aile de celui-ci peut entraîner une apparence de « hanche coulée », généralement attribuée aux fractures du tuber coxae.

IV. Pronostic et traitement des fractures du pelvis chez le cheval

1. Pronostic sportif et reproducteur

Les auteurs s'accordent sur le fait que le pronostic sportif des fractures du bassin dépend majoritairement de la **localisation** et de **l'implication ou non de l'acétabulum** dans la fracture. De plus, le **type de fracture** importe également : une fracture déplacée ou ouverte est de moins bon pronostic qu'une fracture simple et non déplacée (14, 22). En effet, une fracture déplacée est plus douloureuse qu'une fracture non déplacée et provoque plus souvent une atrophie musculaire retardant le retour à l'entraînement. Ces dernières sont également souvent à l'origine d'ostéophytes (notamment au niveau de l'articulation sacro-iliaque), ou de changements arthro-dégénératifs à la surface de l'ilium par exemple. Selon l'étude d'Hennessy *et al.* (17), le pronostic sportif pour le retour en course des Pur-Sangs suite à une fracture du bassin est globalement bon s'ils survivent à la période post-traumatique immédiate. En effet, selon diverses études, **entre 61 et 75%** des chevaux atteints de fractures du bassin (hors fractures impliquant le col de l'ilium ou l'acétabulum) retournent en course à la fin de leur période de convalescence (7,10,17).

De manière évidente, la sévérité du cas accroît avec la multiplication du nombre de fractures, ainsi le pronostic des **fractures multiples** du bassin est réservé. En effet, les fractures complexes, avec potentiellement la présence de plusieurs fragments sont davantage susceptibles de toucher l'acétabulum ou le col de l'ilium et donc de ternir le pronostic sportif ou reproducteur. De plus, le **risque hémorragique** et donc de choc hypovolémique augmente aussi dans ce cas, engageant le pronostic vital. Enfin, le choc d'un traumatisme violent, la douleur ressentie par le cheval et l'instabilité coxo-fémorale peuvent souvent rendre difficile son relever, conduisant parfois à l'euthanasie du cheval sur le site de l'accident.

Les fractures du bassin qui peuvent poser problème pour l'avenir **reproducteur** d'une jument sont les fractures complètes de l'aile de l'ilium ou les fractures de l'acétabulum. Cependant, il est très rare qu'une fracture du bassin entraîne une distorsion de la filière pelvienne suffisamment sévère pour compromettre son intégrité et la capacité de la jument à pouliner. L'incidence de ce problème est faible selon différents auteurs (10,37).

Une **constipation** intermittente ou plus rarement permanente a également été décrite à la suite d'une fracture du bassin (24).

Enfin, le **pourcentage de survie** suite à une fracture du bassin varie entre 50 et 77% selon Knottenbelt *et al.* en 2014 (29).

1.1. Fractures de l'aile ou du col de l'ilium

Les fractures de l'**aile** de l'ilium sont le plus souvent rencontrées chez les chevaux de course, car elles sont le site de prédilection des **fractures de stress** bien qu'elles puissent aussi résulter d'une chute sur le côté à grande vitesse. Elles sont la plupart du temps unilatérales mais peuvent dans les cas les plus sévères toucher les deux hémibassins. Le **pronostic** sportif des chevaux de course avec des fractures de l'aile de l'ilium est **bon tant que l'articulation sacro-iliaque** ou **coxo-fémorale** n'est **pas impliquée**, et la plupart des athlètes peuvent retourner à l'entraînement ou en course après consolidation (17,52). Dans l'étude rétrospective de Claire Moiroud réalisée avec les cas du CIRALE en 2009 (11), il apparaît que les fractures de l'ilium sont de moins bon pronostic chez les Trotteurs par rapport aux Pur-Sangs.

La **complication** la plus sévère lorsque la fracture se situe à la base du col de l'ilium ou s'étend de l'aile de l'ilium vers son col, est la **lacération de l'artère iliaque interne**, conduisant à un choc hypovolémique, et rapidement à la mort. Dans le même temps, un gonflement de la région supérieure de la cuisse est visible.

Concernant les fractures du **col** de l'ilium, qui est l'une des surfaces portantes du bassin (11), elles sont de **moins bon pronostic** (et d'autant moins que le fragment est déplacé) pour un retour en course ou au travail, à la fois car le risque d'hémorragie interne est plus élevé (toujours par rupture de l'artère iliaque interne) mais aussi car les chevaux atteints sont davantage douloureux, ce qui augmente le risque de fourbure du membre

controlatéral, mais aussi de contracture du muscle biceps fémoral ou du muscle semi-tendineux, ou encore d'accrochement de la rotule. Dans ce cas, une **boiterie peut persister** même après consolidation de la fracture, notamment du fait du remodelage osseux (arthropathie sacro-iliaque fréquente suite à une fracture de l'aile de l'ilium (11)) ne permettant pas un retour à l'exercice ou à la compétition. Parfois, le pronostic se voit assombri par une rechute pendant le processus de cicatrisation pas assez avancé pour avoir formé une structure suffisamment solide. Les séquelles les plus fréquemment rapportées après une fracture de l'ilium sont une asymétrie sévère du bassin, un défaut d'engagement postérieur, une difficulté de réaliser des exercices latéraux et comme dit précédemment, une boiterie postérieure persistante.

1.2. Fractures du tuber coxae

Le pronostic de retour à l'exercice après une fracture du tuber coxae est bon chez la majorité des auteurs. Selon Dabareiner et Cole en 2009 (44), 93% des chevaux de leur étude ont pu reprendre une carrière sportive après une fracture du tuber coxae, ce qui est de meilleur pronostic que les études précédentes de Jeffcot *et al.* en 1982 (53) et Shepherd *et al.* en 1994 (54). De manière compréhensible, les chevaux atteints d'une fracture complète du tuber coxae nécessitent une durée de convalescence plus longue (6 mois et demi en moyenne) que les chevaux atteints seulement d'une fracture de l'aspect caudal de celle-ci (3 mois et demi en moyenne). De plus, il est décrit que de nombreux chevaux de course qui retournent en compétition, retrouvent leur performance ante-fracture (52). Selon Denoix et Audigie, le pronostic d'une telle lésion est aussi favorable sur le long terme (12). Les fractures du tuber coxae, (tout comme celles de la tubérosité ischiatique) sont les fractures du bassin pour lesquelles les chevaux reprennent généralement le travail le plus tôt (11). Même si le fragment du tuber coxae déplacé distalement ne peut être remplacé car la traction des muscles est trop importante, il est toujours rattaché à sa structure originelle par un épais tissu conjonctif. Ainsi, après du repos et une rééducation (exemple de rééducation détaillé dans la partie IV.2.1), le résultat est satisfaisant (11,27,55).

Cependant, certaines **séquelles** peuvent subsister. Selon Pilsworth et Driver (5), une fracture du tuber coxae peut entraîner une restriction de la foulée du membre concerné

liée à la modification de conformation du pelvis, bien que ceci ne soit pas toujours constaté.

Enfin, certains cas de fractures déplacées du tuber coxae ne sont pas toujours de bon pronostic. En effet, il est décrit que **plus le fragment est déplacé distalement**, plus le pronostic est **défavorable** : un déplacement de plus de 7 cm chez le trotteur ou de plus de 10 cm chez le cheval de sport serait de mauvais pronostic. De même, lorsque la fracture est associée à une lésion de l'articulation sacro-iliaque, le pronostic s'assombrit, avec un risque de boiterie chronique du membre pelvien ipsilatéral.

1.3. Fractures impliquant l'acétabulum

Il semble qu'une fracture impliquant l'acétabulum soit de **bien moins bon pronostic**. En effet, ce type de fracture prend plus de temps à se consolider étant donné que l'articulation supporte des contraintes mécaniques importantes. De plus, lorsqu'une articulation est impliquée dans une fracture, une arthrose ou une arthropathie dégénérative sont deux problèmes secondaires fréquents et douloureux qui peuvent survenir (27). Une amyotrophie et/ou une rétraction musculaire sont aussi deux conséquences possibles suite aux fractures acétabulaires, tout cela ternissant le retour à l'exercice.

De ce fait, il existe une grande probabilité qu'après ce type de traumatisme le cheval boite toute sa vie. Le retour à l'exercice n'est donc dans ce cas pas garanti. C'est avant tout la **clinique** qui permettra de juger sur l'éventualité d'un retour progressif à l'exercice ou non. Dans l'étude de Rutkowski en 1989 (10), la majorité des juments atteintes de fractures de l'acétabulum signaient l'arrêt de leur carrière sportive et étaient conservées pour la reproduction.

Ainsi, dans la plupart des cas de fractures impliquant la région coxofémorale, le pronostic est **mauvais** si le cheval est **destiné à retourner à l'entraînement** ou à la **compétition** (5,13,17). En effet, la plupart des chevaux développent une **arthrose** importante et présentent une boiterie permanente persistante qui ne leur permet pas ce retour au travail. Des considérations éthiques et économiques peuvent malheureusement parfois conduire à l'euthanasie de l'animal.

1.4. Fracture de l'ischium ou de la tubérosité ischiatique

Le pronostic de ce type de fracture est **relativement bon** pour une fracture **simple** du tuber ischiatique ou de l'ischium, et une étude rétrospective sur 80 fractures du bassin réalisée par Fuller *et al.* en 2008 a montré que les chevaux de course atteints de fractures de l'ischium avaient de bonnes chances de retourner courir (52). Il est aussi rapporté que leurs performances peuvent être tout à fait honorables suite à une telle affection. Un défaut d'engagement postérieur peut cependant persister suite à une fracture de l'ischium (11).

Cependant, s'il existe un **déplacement** du fragment, alors la phase crâniale de la foulée peut s'avérer diminuée sur le long terme à cause de **restrictions mécaniques**, d'où la persistance d'une boiterie postérieure du membre concerné et un pronostic sportif diminué. Lorsque la fracture est déplacée, les auteurs décrivent aussi la possibilité de **lacération de vaisseaux obturateurs** ou pudendaux internes, conduisant à une hémorragie et à un gonflement des tissus mous (hématome dans la partie caudale de la cuisse), puis à la mort. Ceci est tout de même beaucoup plus rare que la lacération de l'artère iliaque interne dans le cadre des fractures déplacées du col ou de l'aile de l'ilium. Dans ce cas le pronostic est alors très sombre.

Plus généralement, et comme nous l'avons répété plusieurs fois dans ce travail, le pronostic s'assombrit fortement aussitôt que l'articulation coxo-fémorale est impliquée (5) et le retour au niveau sportif antérieur est utopique.

1.5. Fracture du pubis et fractures multiples

Comme cela a été décrit précédemment, les fractures du pubis sont généralement associées à d'autres sites de fracture sur le bassin du cheval (acétabulum, ischium et pubis pour la majorité des cas). Il s'agit donc de patients atteints de **fractures multiples**, et bien souvent impliquant l'acétabulum. Le **pronostic sportif** est alors **assez réservé** et après une longue convalescence, une **boiterie postérieure peut persister** (uni ou bilatérale). Une **arthropathie sacro-iliaque** peut se développer suite à une fracture de l'ischium, tout comme une **arthropathie coxo-fémorale** se développe pour presque la totalité des fractures acétabulaires (la totalité des cas dans l'étude du CIRALE) (11).

Si la fracture touche exclusivement l'os du pubis, le retour à l'entraînement puis en compétition est possible dans de nombreux cas (10,11,52).

2. Traitement

Quelle que soit la localisation et le type de fracture, la prise en charge est fondée essentiellement sur une **gestion hygiénique** du cheval qui doit être mis au **repos strict** dans un grand box généreusement paillé de sorte à ce que le sol soit confortable et non glissant. Cette période dure en général entre 1 et 3 mois en fonction de la localisation de la fracture (11). Les auteurs conseillent de **déferer** le cheval et de le **parer** avec des pieds assez courts (12). Les mouvements de coucher et de relever sont à éviter autant que possible. Certains auteurs, comme Axe, recommandent, si le cheval le tolère et selon la sévérité du cas, de garder le cheval suspendu avec une écharpe pendant une période entre 10 et 20 jours, ce qui peut limiter les contraintes imposées sur le bassin (27).

Certains chevaux connaissent une difficulté à **uriner** car ils n'arrivent pas à se mettre en position : dans ce cas, il est conseillé de leur poser une sonde urinaire afin de les aider à vidanger leur vessie.

Le cheval devant être confiné/au repos, son **régime alimentaire** doit être adapté. Les auteurs conseillent de fabriquer un mash de son d'avoine et de blé, auquel on peut ajouter de la betterave, de l'avoine aplatie et de l'huile de lin par exemple. L'idée est de ne pas donner au cheval une ration trop sèche ou trop riche étant donné son inactivité et ses mouvements limités afin d'éviter l'apparition de coliques (impactions notamment) (27). Certains auteurs recommandent l'utilisation de compléments alimentaires à visée de soutenant le remodelage et la santé osseuses, mais aucune n'étude n'a jusqu'alors prouvé leur efficacité.

Suite à la période de repos au box strict, des **sorties quotidiennes** en main sont envisageables, ou bien dans un petit paddock. Cette phase va prolonger le repos strict de plusieurs mois. La période totale de repos(box strict + sorties) dure en moyenne entre 5 et 6 mois, mais peut dans certains cas aller jusqu'à 10 mois et plus avant une reprise d'activité (11).

Concernant la **prise en charge médicale** des fractures du bassin, la thèse de Claire Moiroud, réalisée en 2009 au CIRALE (11) a permis d'analyser rétrospectivement

la prise en charge de 86 chevaux atteints de fractures du bassin. Outre la gestion de la douleur à l'aide d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) dans la phase aiguë, 33% des chevaux ont reçu un traitement au TILDREN® (tiludronate disodium), 26% ont été soumis à une infiltration sacro-iliaque, et 22% ont bénéficié d'une mésothérapie de la zone douloureuse. Les ondes de choc et la physiothérapie ont également été essayées dans un plus faible nombre de cas.

Nous allons maintenant aborder la prise en charge plus précise de certaines fractures décrites par les auteurs.

2.1. Fracture du tuber coxae

La prise en charge de ce type de fracture repose essentiellement sur un traitement conservateur hygiénique et médical. Dans de rares cas, un débridement chirurgical peut être indiqué pour retirer des séquestres osseux du tuber coxae fracturé, mais cela reste presque anecdotique (29).

2.1.1. Prise en charge hygiénique

Dans le cadre particulier d'une fracture du tuber coxae, le traitement hygiénique est une phase clé de la convalescence, les auteurs recommandent **entre 8 et 12 semaines de repos strict au box** pour favoriser la stabilisation des fragments osseux de la fracture dans leur nouvelle position. En effet, si le cheval se déplace trop, les bouts osseux parfois pointus peuvent percer la peau et entraîner une porte d'entrée pour des germes, ce qui obligera le retrait du fragment osseux chirurgicalement et la mise sous antibiotiques. Ici aussi, Henson recommande un soutien du cheval grâce à des sangles pendant 3 à 4 semaines, du tant que la fracture n'est pas stabilisée pour prévenir la lacération de l'artère iliaque interne (5). Le cheval doit cependant être détaché quatre fois par jour a minima au moment des repas. Le box doit être généreusement paillé et non glissant comme dit précédemment (il est même possible de mettre le cheval sur sable et de lui refroidir les membres pour limiter les risques de fourbure). Le lieu doit être calme et reposant pour le cheval, tout en lui permettant de voir ce qu'il se passe autour de lui, sans être surpris.

2.1.2. Prise en charge médicale

Une prise en charge de la **douleur** s'impose, au moins pendant les deux premières semaines suite à la fracture, mais celle-ci ne doit pas être excessive de sorte que le cheval ne surcharge pas le membre atteint et n'aggrave pas la fracture.

Deux grandes familles de molécules sont utilisables : les anti-inflammatoires non stéroïdiens (**AINS**) et les anti-inflammatoires stéroïdiens (**AIS**). La phénylbutazone (AINS) est recommandée à raison de 1g per os TID (trois fois par jour à donner entre les repas) pour un cheval de 600kg pendant trois jours ; puis 1g BID (deux fois par jour entre les repas) pendant dix jours (55). D'autres AINS tels que la flunixin méglumine, le méloxicam etc. peuvent être utilisés selon la préférence du clinicien. Il est aussi envisageable de réaliser des injections locales d'AIS (morphine, butorphanol) intra-lésionnelles afin d'optimiser la prise en charge de la douleur. Une **anesthésie épidurale** pourrait aussi être envisageable dans le cas où le cheval serait toujours inconfortable malgré l'analgésie systémique. Attention cependant, cela est controversé car le risque accru de coucher du cheval pourrait aggraver les lésions et s'avérer plus néfaste que bénéfique. C'est donc au clinicien de juger du ratio bénéfices/risques concernant cette intervention en fonction de son expérience et du cas. Les perfusions CRI (Continuous Rate Infusion) de **lidocaïne** peuvent également être mises en place dans le cadre d'une prise en charge dans une clinique équine. Henson conseille l'utilisation **d'aspirine** (20mg/kg per os deux fois par jour) et d'acépromazine (0,02-0,04mg/kg IM ou PO deux fois par jour).

Lors de l'hospitalisation, la température rectale du patient doit être mesurée une à deux fois par jour et des tests hémato-biochimiques de routine sont recommandés toutes les 48h afin de prévenir l'apparition de toute complication (pleuropneumonie d'origine nosocomiale par exemple). De plus, le monitoring du membre controlatéral est indispensable, afin d'anticiper l'apparition de signes en faveur de fourbure, et ce, d'autant plus si le cheval est très douloureux, voire ne pose pas du tout de poids du côté de l'hémi-bassin fracturé.

2.1.3. Parage et ferrure

Du fait de la fracture du tuber coxae, le membre atteint ne doit pas être tiré vers l'arrière pour ne pas risquer d'aggraver la ou les lésion(s) et ne pas compromettre la

cicatrisation éventuellement en cours. De ce fait, on conseille de garder le cheval déferré des postérieurs pendant au moins six mois afin de ne pas avoir à renouveler une ferrure. Ainsi, il faut, au moment du parage prévenir le maréchal des antécédents médicaux du cheval afin qu'il limite au maximum la traction caudale. Le cheval sera referré le plus tardivement possible, afin de limiter l'inertie du membre ; des fers plats en aluminium (très légers) pourront éventuellement être posés si besoin au moment de la reprise du travail.

2.1.4. Activité

Un repos au box est indispensable afin de limiter les mouvements du cheval pendant les premiers mois. A partir du quatrième mois, une rééducation quotidienne doit être réalisée pour mobiliser progressivement les muscles entourant le bassin (55). Chaque mouvement devra être réalisé pendant cinq minutes au minimum une fois par jour : (se référer aux images décrites dans la partie III pour le détail de chaque mouvement)

- Mouvement de protraction : mobilise le muscle fessier moyen
- Mouvement de rétraction : mobilise le muscle tenseur du fascia lata et fessier superficiel
- Mouvement de rotation latéral du membre (abduction) : mobilise les muscles fessiers accessoire et superficiel

En parallèle à cette rééducation, le cheval pourra recommencer une activité montée au pas uniquement à partir de quatre mois. Puis, à six mois, le trotting pourra être repris, toujours après au moins vingt minutes d'échauffement au pas. Concernant la reprise du galop, celle-ci se fera si le cheval se porte bien au trot et d'abord à la main où le cheval est le plus à l'aise, en commençant par galoper sur des lignes droites, puis sur de grands cercles, toujours à la main préférée. Le travail au galop à main opposée au membre atteint ainsi que les déplacements latéraux favorisent la récupération de la mobilité des hanches. Les étirements seront toujours réalisés, de préférence après le travail, en augmentant petit à petit leur amplitude au fur et à mesure des mois de rééducation.

Dans les cas les plus sévères où le muscle tenseur du fascia lata est atrophié, une rééducation dans l'eau est très bénéfique : d'après Audigie et Denoix (12), le trotting améliore la flexibilité des membres au soutien.

Si la gestion du cheval avec confinement au box et physiothérapie quotidienne n'est pas envisageable pour le propriétaire, une **alternative moins onéreuse et chronophage** est de laisser le cheval au repos pendant **six mois au pré**, défermé des membres pelviens, mais paré régulièrement. Attention cependant à bien veiller que le cheval soit calme au pré, et, s'il est en troupeau, que celui-ci lui permette tout de même de limiter ses mouvements et se reposer.

A la différence d'autres fractures, la cicatrisation de la fracture du tuber coxae ne forme pas un cal osseux mais un cal fibreux non minéralisé (12).

2.2. Fracture du tuber sacrale

Axe décrit que dans certains cas de fractures du tuber sacrale, une période de repos assez longue suffit à obtenir un résultat satisfaisant (en proportion moins importante que pour une fracture du tuber coxae mais quand même non négligeable) (27). C'est également ce qui est décrit dans la thèse de Claire Moiroud (11), puisqu'un repos d'une durée totale de six mois a permis la cicatrisation de la lésion et le retour au travail progressif du cheval.

En plus de la gestion classique de la douleur dans la phase aiguë, la **mésothérapie** de la croupe est recommandée et améliore nettement le confort du cheval lors de la reprise de l'exercice. Des **infiltrations péri-lésionnelles** ont aussi été décrites.

2.3. Fracture de l'ischium et de la tubérosité ischiatique

Dans le cas d'une fracture de l'ischium ou de la tubérosité ischiatique, le cheval peut être laissé au **repos strict au box pendant 4 semaines**, sans nécessité de soutien par des sangles, puis marché en main pendant les 4 semaines suivantes, en augmentant graduellement la durée des sorties (5), avant de reprendre un entraînement très progressif pour la remise au travail. Attention, les durées conseillées sont variables en fonction des auteurs et il est important de donner la priorité à la clinique (associée éventuellement à l'imagerie) pour décider du moment de la remise au travail progressive du cheval.

La **mésothérapie** semble être adaptée à la prise en charge de la douleur et à la récupération de ces fractures de l'ischium. La **physiothérapie** a été plus fréquemment

prescrite dans ce type de fractures lors de l'analyse rétrospective des cas du CIRALE (11).

2.4. Fracture d'une aile ou du col de l'ilium

2.4.1. Prise en charge hygiénique et retour au travail

Celle-ci repose encore une fois sur une phase de repos strict au box, en moyenne de 3 mois, suivie d'une reprise des sorties en main et en petit paddock de 2 à 3 mois. Ainsi, il est recommandé une période globale de cessation d'activité de 5 à 6 mois. Cela ne diffère pas des recommandations générales de gestion des fractures du bassin. Le travail pourra ensuite être repris progressivement en augmentant la durée des séances et l'intensité du travail demandé.

2.4.2. Prise en charge médicale

L'étude rétrospective sur les cas du CIRALE (11) a montré que les chevaux atteints de fracture de l'ilium étaient les chevaux ayant le plus reçu de traitement à base de **tiludronate disodium** (TILDREN®). Cette molécule, de la famille des biphosphonates 3^{ème} génération, présente une forte affinité osseuse (56). Entre 30 et 50% de la dose injectée (1mg/kg au total pour un cheval) par voie intraveineuse se fixe à l'os dans l'heure qui suit, préférentiellement sur les sites actifs de résorption osseuse et inhibe les mécanismes d'ostéolyse et de chondrolyse. Les auteurs décrivent que le tiludronate « normalise le turnover osseux » (57). Le traitement a prouvé son efficacité dans le cadre d'études cliniques portant sur des chevaux atteints du syndrome podotrochléaire ou d'éparvin (arthrose des articulations moyenne et distale du tarse), mais il est également indiqué pour toute affection présentant un fort remodelage osseux.

Au cours de leur prise en charge, il leur a également été souvent conseillé de réaliser une **infiltration de l'articulation sacro-iliaque**. Les autres traitements permettant une prise en charge de la douleur détaillés plus haut sont toujours envisageables.

2.5. Fracture de l'acétabulum

La prise en charge repose encore une fois sur un traitement hygiénique avec maintien du confinement pendant 3 mois en moyenne (entre 1 et 5 mois dans l'étude rétrospective

de Claire Moiroud (11)). La période de repos total varie entre 4 et 8 mois, il faut compter 6 mois en moyenne. La prise en charge de la douleur lors des phases algiques se fait de la même manière que ce que nous avons décrit en introduction de la partie IV.2.

Une **réparation chirurgicale** via une réunion des différents fragments osseux de l'acétabulum est, selon Axe, extrêmement rare. C'est d'ailleurs le seul auteur à évoquer cette question. La position du cheval debout qui exerce des forces de pression en continu, ne permet pas dans la plupart des cas la tenue d'un montage chirurgical et la guérison. Ce n'est donc pas un traitement très prometteur, hormis éventuellement pour les poneys de très petit gabarit (mais sans garantie qu'une boiterie résiduelle ne persiste pas après consolidation).

2.6. Fracture sacro-iliaque

2.6.1. Prise en charge hygiénique et médicale

La gestion hygiénique est globalement la même que pour les autres fractures du bassin avec une phase **de repos strict au box pendant 6 à 8 semaines** (13) puis des sorties en main ou dans un petit paddock pendant 4 mois de plus en moyenne (repos total d'une durée approximative de 6 mois). Duncan *et al.* en 2012 conseillent une prise en charge de la douleur de manière systémique à l'aide **d'AINS** qui favorisent la relaxation des muscles (40), mais également un traitement local reposant sur des **injections péri-lésionnelles** échoguidées de **corticostéroïdes**. Les mêmes auteurs évoquent également l'utilité de **l'homéopathie** dans ces cas-là. Jean-Marie Denoix recommande aussi la **mésothérapie** en cas de gêne lors du retour à l'exercice (11).

2.6.2. Thérapies adjuvantes

De nombreuses **thérapies adjuvantes** peuvent être essayées avec des retours potentiellement prometteurs : ostéopathie, acupuncture, massages, ondes de choc. Ces thérapies n'ont pas fait l'objet d'études ayant encore prouvé leur efficacité mais il semblerait qu'elles accélèreraient la guérison et le retour au travail pour certains patients. Les **ondes de choc** sont des ondes sonores à haute intensité qui interagissent avec les cellules de l'organisme en stimulant la néovascularisation, la synthèse de biomatériaux comme le collagène, tout en inhibant les fibres nociceptives et certains processus

inflammatoires. La stimulation de ces cascades biologiques créerait un environnement curatif optimum (58).

2.6.3. Rééducation et retour à l'exercice

La phase de reprise progressive de l'exercice est une phase clé dans la rééducation du cheval suite à sa fracture. Des changements dans les méthodes de travail sont à mettre en place : il est recommandé d'éviter les échauffements ou les récupérations trop longues, d'éviter les entraînements montés à intensité et à durée variables. Le cavalier doit se contraindre à un **programme adapté** intégrant du travail en extérieur et en carrière, à durée et à difficulté croissantes au fil des semaines de rééducation. Les auteurs adeptes de **physiothérapie** proposent également l'utilisation d'un tapis immergé ou de boxes à sol vibrant pour optimiser la rééducation (13).

2.7. Fractures du pubis

La prise en charge des fractures du pubis diffère peu de la prise en charge des autres fractures du bassin. Un **confinement strict au box** est nécessaire pendant plusieurs semaines (il s'élève généralement entre un et trois mois), puis une **période de repos avec sorties en main** ou en petit paddock est conseillée pour un temps total de repos variant de 3 à 9 mois selon la sévérité de la lésion initiale et les progrès du patient.

Les auteurs décrivent qu'une supplémentation alimentaire à base de compléments soutenant la régénération osseuse est intéressante. Cela s'avère vrai pour toute fracture même si leur efficacité n'a pas été prouvée.

Un traitement systémique à base de **Tiludronate** sodium (TILDREN®) peut également s'avérer bénéfique. Ce traitement n'empêchera pas à 100% les changements chroniques dans la conformation de l'os mais les limitera et le cheval pourra généralement espérer une bonne récupération fonctionnelle de sa motricité pour un éventuel retour à l'exercice et/ou en compétition. (13)

2.8. Fractures multiples

Les fractures multiples du bassin s'appréhendent avec la même idée générale que les autres fractures simples du bassin, en considérant comme essentielle la prise en charge

hygiénique, avec un **repos strict en box** pendant un **minimum de 8 à 12 semaines**, dont 3 à 4 semaines de suspension avec des **sangles**.

Il faudra, comme cela a été détaillé précédemment, veiller au confort du cheval au box : paillage suffisant, détacher les sangles de soutien du cheval au moment des repas etc. L'administration **d'anti-inflammatoires** au début de la prise en charge pour soulager le cheval est souvent indispensable. Un traitement à base de **tiludronate** est également décrit pour ces cas de fractures multiples du bassin (11) ; les injections péri-lésionnelles de corticostéroïdes ou infiltrations coxo-fémorales sont aussi réalisables pour la prise en charge de la douleur.

De plus, il est très important de surveiller la bonne santé des membres sains afin de prévenir le risque de **fourbure**. Dans cette optique, il est possible d'appliquer du froid sur les membres, d'épaissir la litière ou de l'enrichir avec du sable. Si un risque de fourbure subclinique est suspecté, il peut être intéressant de mettre en place une **ferrure orthopédique adaptée** favorisant les appuis en paroi, sole et fourchette (« banane shoe », fers de type dondolino, fers en M...).

Selon la complexité du cas, la convalescence peut être plus longue et de la persévérance de la prise en charge dépendra souvent du pronostic sportif ou reproducteur de l'animal, mais aussi de considérations éthiques prenant en compte le bien-être animal. L'euthanasie est malheureusement une issue possible pour les cas les plus catastrophiques. Les suivis clinique et échographique seront des aspects importants pour évaluer la guérison de l'animal.

V. Les fractures du bassin chez le poulain

1. Pathophysiologie

Les fractures du bassin chez le poulain sont relativement communes et résultent le plus souvent d'une chute du poulain lorsque celui-ci se retourne brutalement et tombe sur le côté ou bien lorsqu'il se cabre avec un défaut de charge d'un des postérieurs. La démarche ou la boiterie qui en résulte dépend de la portion de pelvis impliquée et des dommages des tissus mous environnants (59).

Les sites les plus courants de fractures du bassin chez le poulain sont le **tuber coxae**, le **tuber ischii**, l'**acétabulum** et le **col de l'ilium**.

2. Présentation clinique et diagnostic

Cliniquement, un poulain avec une fracture de la **tubérosité ischiatique** rechigne à avancer le membre ipsilatéral et présente une **phase crâniale de la foulée raccourcie** ainsi qu'une phase caudale rallongée. Avec de nombreuses affections du bassin (dont les fractures), la **queue** peut aussi être élevée du côté controlatéral à la lésion. Aux allures vives, le poulain peut **ne pas poser du tout** le membre atteint, alors qu'il le met en charge au pas.

Dans le cas d'une **fracture du tuber coxae**, le poulain présente cette fois-ci une **phase caudale de la foulée raccourcie** et le tuber coxae du membre affecté est souvent plus bas que celui du membre controlatéral (« hanche coulée » comme chez l'adulte).

Une fois la suspicion de fracture du bassin fondée sur la présentation clinique, une **palpation** assez profonde de la zone concernée permet en général de mettre en évidence une douleur et donc d'orienter le diagnostic. Des examens complémentaires **d'imagerie** peuvent ensuite être envisagés. Chez un jeune animal, la radiographie et l'échographie transcutanée sont les deux techniques généralement mises en place sur le terrain.

3. Traitement et pronostic

Le **traitement** d'une fracture du bassin chez un poulain repose essentiellement sur le **confinement et le repos au box pendant 8 à 12 semaines** suivies d'un **retour à l'exercice progressif et contrôlé**. Une amélioration de la boiterie est généralement déjà visible après 3 à 4 semaines de repos, cela étant variable selon la localisation de la lésion ; une fracture acétabulaire étant plus longue à guérir. Si le poulain met complètement son poids sur le membre lésé au bout de trois semaines, il est envisageable de commencer une rééducation avec marche en main pendant quelques minutes tous les jours.

Le **pronostic** des fractures de bassin chez le poulain est variable. Pour des fractures n'impliquant pas l'acétabulum il est relativement bon pour une utilisation de loisir, mais réservé pour la compétition de haut niveau ou la course. Pour des fractures impliquant

l'acétabulum, le pronostic est généralement mauvais pour une carrière sportive. Cependant, il est possible d'envisager un pronostic favorable en tant que reproducteur.

Attention en revanche à ne pas condamner un poulain trop rapidement ; en effet, les auteurs indiquent qu'un pronostic sportif est délicat à définir lorsqu'une fracture de bassin affecte un jeune animal. En effet, ceux-ci sont dotés d'une très grande capacité de réparation osseuse, et même dans le cadre de fractures très sévères, une guérison satisfaisante assurant un avenir sportif est parfois envisageable. Ainsi, il est délicat de donner un pronostic définitif pour un poulain, la clinique sera donc l'élément le plus fiable à prendre en compte.

VI. Etude comparative avec l'Homme

1. Anatomie du bassin chez l'Homme (60)

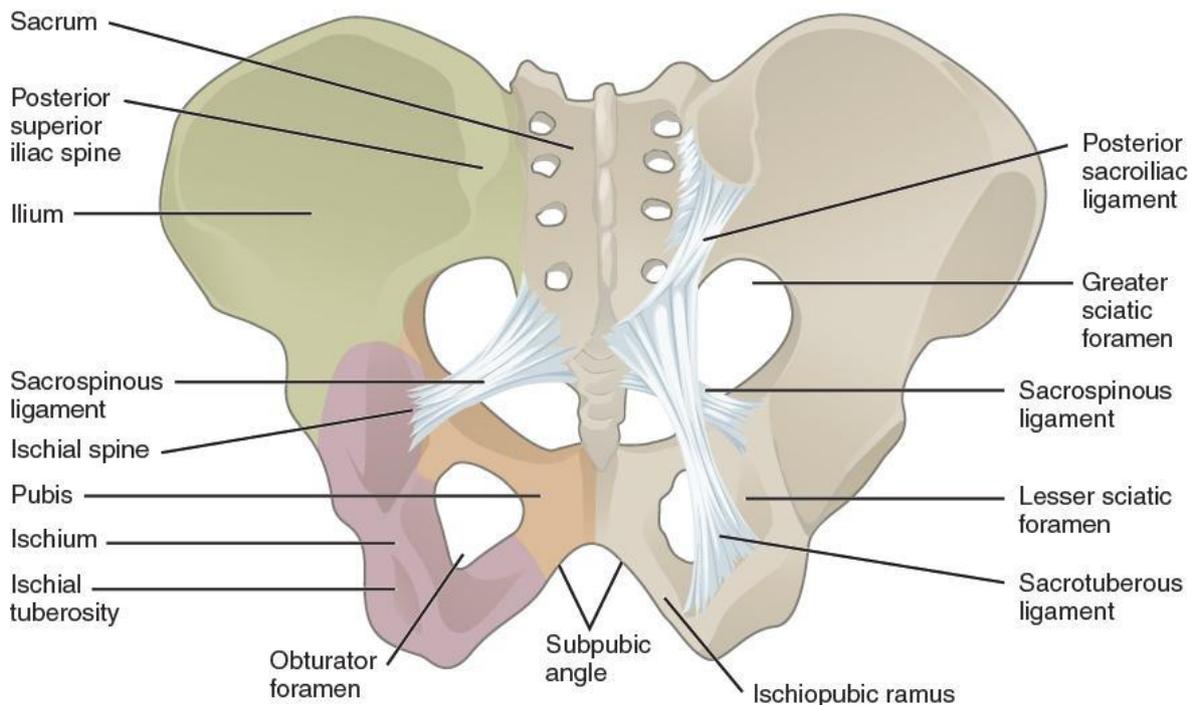


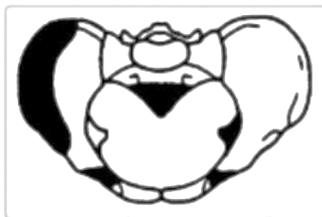
Figure 92 : anatomie du bassin chez l'homme, vue dorsale (61)

2. Classification des fractures du bassin chez l'Homme

En médecine humaine, la classification la plus utilisée concernant les fractures du bassin est celle de **Tile**, modifiée puis validée par l'AO (Association pour l'Ostéosynthèse) dans les années 1990, repose sur la stabilité ou l'instabilité de celles-ci. Tile distingue

trois stades : A : stable ; B : partiellement stable, à savoir instable en rotation, stable verticalement ; C : instable en rotation et verticalement. Cette classification, étoffée en sous-catégories, permet d'uniformiser la prise en charge thérapeutique et le pronostic en fonction de la lésion. Nous l'avons résumée dans le tableau ci-dessous.

Type A : Fractures stables	Type B : Fractures partiellement stables : instabilité rotationnelle mais verticalement stables	Type C : Fractures instables en rotation et verticalement
A1 : Avulsions ne concernant pas l'anneau pelvien	B1 : Compression antéro-postérieure (rotation externe)	C1 : Fractures instables en rotation et verticalement (fractures iliaques, sacroiliaques, sacrées)
A2 : Fractures très peu déplacées de l'anneau pelvien (aile de l'ilium...)	B2 : Compression latérale (ipsilatérale)	C2 : Bilatérales
A3 : Fractures sacrococcygiennes transversales	B3 : Compression latérale (controlatérale)	C3 : Associées à une fracture acétabulaire



A



B



Figure 93 : classification des fractures du bassin chez l'Homme, classification de Tile (62)

Les fractures impliquant l'acétabulum font l'objet d'une classification à part, établie elle par **Judet** dans la fin des années 90, étant donné que l'implication de l'acétabulum dans une fracture du bassin modifie fortement le pronostic et la prise en charge. Nous ne détaillerons pas cette classification dans ce manuscrit.

3. Epidémiologie

Les fractures du bassin peuvent affecter tout type de patient et surviennent le plus souvent suite à un trauma. Comme pour la plupart des traumatismes décrits en médecine humaine, il existe une distribution bimodale séparant la population en deux groupes davantage représentés : les jeunes hommes ayant subi un trauma de forte intensité et des patientes plus âgées ayant subi un trauma de faible intensité.

La mortalité associée aux traumatismes du bassin varie entre 5 et 15% chez l'Homme (63) mais peut atteindre les 50% en fonction du contexte d'apparition. Ceci est directement lié aux lésions associées des tissus mous et organes internes, et surtout à l'état hémodynamique du patient. La mortalité est accrue lorsque la fracture est instable (les fractures classées C selon la classification de Tile représentent la mortalité la plus importante), ceci s'explique notamment par un risque augmenté d'hémorragie interne.

4. Présentation clinique

Les patients se présentent généralement après un trauma avec une douleur au niveau de la hanche ou du bassin. Ils sont généralement immobilisés par les ambulanciers à l'arrivée à l'hôpital et sont potentiellement atteints d'autres affections qui engagent leur pronostic vital. Les patients les plus critiques peuvent d'ailleurs être inconscients suite à un accident de la route par exemple et sont donc sujets à des bilans traumatologiques complets incluant une vérification de l'intégrité du bassin.

5. Pathologie

La plupart des fractures du pelvis chez l'Homme résultent d'un **trauma** : accident de la route impliquant deux voitures (50%), accident piéton/voiture (30%), chute d'un point haut (10%), collision à moto (4%), autre trauma (blessure sportive ou chute de faible intensité par exemple).

D'autres fractures du bassin, aussi appelées **fractures de stress**, existent chez l'Homme. Les fractures de stress les plus fréquentes chez l'Homme touchant majoritairement et relativement fréquemment les personnes âgées sont appelées fractures par **insuffisance osseuse** (contraintes modérées voire inexistantes, mais résistance élastique osseuse amoindrie). La cause principale de ce type de fractures est

l'ostéoporose. Enfin, comme chez le cheval, d'autres fractures de stress liées cette fois-ci à des **contraintes mécaniques excessives et répétées** sur des os à résistance osseuse normale sont rencontrées chez les sportifs de haut niveau. Ce type de fracture de fatigue chez les sportifs touche cependant rarement le bassin, mais plutôt l'ulna chez les tennismen et les golfeurs, l'humérus chez les culturistes, le gros orteil chez les danseuses...

6. Diagnostic

Chez l'homme, la technique de choix pour diagnostiquer des fractures du bassin est le **scanner**. L'utilisation de la radiographie ou de la scintigraphie est également envisageable. Les fractures de stress, à l'instar de ce qui a été décrit chez le cheval, peuvent également s'avérer difficiles à diagnostiquer et ne peuvent parfois être mises en évidence à l'aide de la radiographie qu'après deux ou trois semaines.

Classiquement lors d'une arrivée à l'hôpital suite à un choc, trois clichés radiographiques du bassin du patient seront premièrement réalisés : **face** (vue ventro-dorsale), **cliché oblique descendant ou inlet view** (ie incidence oblique crânio-ventrale - caudo-dorsale à 45°), **cliché oblique ascendant ou outlet view** (ie caudo-ventrale – crânio-dorsale à 45°) afin d'exclure ou non une fracture du bassin. L'inlet view permet de mieux apprécier les ailes de l'ilium, l'acétabulum et les sacro-iliaques, et surtout les déplacements antéro-postérieurs et rotatoires de deux hémibassins. L'outlet view est avantageuse pour mettre en évidence les déplacements fronto-verticaux de l'anneau pelvien. En cas d'atteinte de l'acétabulum, d'autres vues additionnelles peuvent être indiquées (incidences de Judet). Si la radiographie met en évidence une fracture du bassin, la deuxième étape est généralement le scanner pour explorer plus finement les déplacements et l'étendue des dégâts aux tissus mous en trois dimensions afin d'envisager une prise en charge et un pronostic.

7. Prise en charge et pronostic comparés avec la médecine équine

Les fractures de **stress** du bassin touchant les **sportifs** nécessitent **6 semaines de repos sportif avec arrêt total des activités**, puis 4 à 6 semaines de reprise progressive de l'activité avec rééducation à la marche et au sport par la kinésithérapie.

Pour les **autres fractures** du bassin (64), une **période alitée en décubitus dorsal strict** est nécessaire pendant **six semaines** en moyenne (variable selon la prescription), le temps de la formation d'un cal osseux. Durant cette période, le patient pourra effectuer des exercices favorisant la circulation dans les membres inférieurs, ainsi que des contractions isométriques des muscles fessiers, paravertébraux, quadriceps, ischio-jambiers. Vient ensuite une période où le **lever est autorisé** : si la **fixation est stable**, une reprise d'appui progressive sur le membre du côté fracturé est permise, d'abord avec des cannes puis en augmentant la charge pendant 10 à 14 semaines. Si la **fracture est instable**, il est recommandé de ne pas mettre le membre en charge avant 3 mois, mais de favoriser la rééducation en piscine. Ce n'est qu'après un minimum de six mois que la reprise d'un sport intensif peut être envisagée. Un tel protocole est assez semblable à celui que nous mettons en place chez les chevaux, à la différence que la position debout du cheval entraîne une mise en charge immédiate du membre suite à la fracture (sauf si exceptionnellement le cheval est soutenu par des sangles pendant quelques semaines). **Ainsi, chez le cheval**, la phase de repos « strict » est difficilement aussi stricte que chez l'homme et il est délicat de contrôler en permanence les mouvements de l'animal. La consolidation du site de fracture peut alors être plus longue et/ou subir des périodes de régression sous les contraintes mécaniques.

Pour les patients accidentés graves atteints de **fractures instables du bassin**, l'urgence est de déterminer si elles sont associées à d'autres lésions internes des organes pelviens (urogénitaux, vasculaires, viscéraux...). Dans ce cas, une prise en charge chirurgicale reposant sur la mise en place de **fixateurs externes** est indiquée afin de limiter les dommages internes par mouvements de fragments osseux (60). Une étude plus récente de 2017 présente une technique chirurgicale alternative avec **fixateurs internes** : les auteurs concluent à un temps chirurgical plus court, moins de pertes sanguines, moins de complications post-opératoires, et une meilleure rééducation (65) (66). La période de repos suit ensuite un protocole comparable à ce qui a déjà été décrit plus haut. Il s'agit de la **principale différence** de prise en charge des fractures du bassin entre les **chevaux** et les **humains** : le gabarit humain permet d'avoir une approche chirurgicale de réduction de la fracture, chose qui n'est pas possible chez le cheval étant donné les contraintes mécaniques liées au poids de celui-ci. Les matériaux utilisés ne sont pas suffisamment solides pour résister à de telles forces, d'autant plus que la phase de réveil de l'animal

complicque bien souvent la survie des montages chirurgicaux, tout comme la période de convalescence (difficulté de maîtriser parfaitement les mouvements du cheval en post-opératoire).

Pour les **patients âgés** atteints d'ostéoporose à l'origine d'une fracture du bassin, le repos est également le point clé, ainsi que l'apport en traitements substitutifs destinés à maintenir leur calcium. Dans la majorité des cas, une prise en charge chirurgicale n'est pas nécessaire mais cela reste variable en fonction du type de fracture.

Dans tous les cas, une prise en **charge médicale de la douleur** à l'aide d'antalgiques et d'anti-inflammatoires pourra être prescrite. Un apport en vitamine D et en calcium peut s'avérer utile.

Chez l'homme comme chez le cheval, le **pronostic sportif** dépendra du site de la fracture. Une fracture acétabulaire est de moins bon pronostic et nécessitera une surveillance clinique accrue. Le délai de reprise de l'appui est plus long dans ce dernier cas ; si la fracture n'implique pas l'acétabulum, la reprise de l'appui sera guidée par la douleur du patient. Les fractures de **l'aile iliaque** non déplacées et du cadre obturateur permettent généralement une reprise d'activité en 3 à 6 semaines. Pour les fractures de **l'ischium**, la sollicitation est aussi fonction de la douleur, mais la reprise du sport est généralement plus tardive (entre 6 et 12 semaines) (67). Une prise en charge **chirurgicale** est envisagée dans certains cas, comme par exemple lors d'une fracture de l'ischium avec un gros fragment ou bien un déplacement supérieur à 2cm. Les **fractures acétabulaires** sont elles aussi réparées chirurgicalement, après un bilan radio complet et une imagerie scanner permettant d'évaluer l'ampleur des dommages en trois dimensions.

Concernant le **pronostic reproducteur chez la femme**, de futures dystocies sont possibles suite à des cas de fractures instables de type B ou C lorsqu'un fragment se fixe en endo-rotation, suite à une mauvaise réduction ou bien à l'absence de réduction. Cela est donc comparable à ce qu'on retrouve chez la jument.

L'évolution clinique et la récupération complète des capacités sportives dépendra de la formation plus ou moins rapide d'arthrose autour du site de la fracture, de cals vicieux qui gêneront la mobilité de l'articulation coxo-fémorale, de saillies de la tubérosité

ischiatique qui rendra la position assise douloureuse par exemple etc. La région sacro-iliaque peut aussi subir des séquelles suite à un défaut de réduction d'une fracture du bassin. Malheureusement cela a aussi été aussi décrit après une réduction correcte de celle-ci. Il n'est donc pas facile de garantir un retour à l'exercice au même niveau qu'avant l'accident, cela sera variable d'un patient à l'autre, même si des généralités restent valables : une fracture réduite ou non déplacée a un meilleur pronostic qu'une fracture complexe, déplacée, ou impliquant l'acétabulum. Cela corrobore donc également ce que les auteurs décrivent chez les chevaux (62).

CONCLUSION

Les fractures du bassin chez le cheval représentent un défi diagnostique pour les praticiens vétérinaires ; c'est une affection qu'il est nécessaire de garder en tête dans le diagnostic différentiel de la contre-performance et de la boiterie postérieure. En effet, nous avons vu que la clinique d'un cheval atteint d'une telle affection est variable : la boiterie pouvant être relativement subtile tout comme catastrophique. Ainsi, l'examen clinique est d'une importance capitale puisque le vétérinaire pourra mettre en évidence des asymétries et amyotrophies caractéristiques de certaines fractures du bassin en plus de l'observation du cheval en mouvement, mais l'imagerie demeure d'une grande utilité dans tous les cas, que ce soit sur le terrain (avec l'utilisation majoritairement de l'échographie) ou bien dans des structures hospitalières (échographie, radiographie, scintigraphie). La clé de voûte du traitement repose sur une gestion médicale et hygiénique au long cours associant une prise en charge initiale de la douleur et un repos strict au box pendant plusieurs semaines. De la patience et de l'assiduité seront nécessaires pour effectuer une rééducation et une reprise progressive du travail permettant un retour à l'exercice et même à la compétition dans de nombreux cas de fractures simples. Cependant, les fractures complexes et impliquant l'acétabulum ou le col de l'ilium seront plus délicates à gérer et assombriront grandement le pronostic sportif. La prise en charge des fractures du bassin chez l'Homme passe assez souvent par une réduction et une fixation chirurgicales, qui ne sont malheureusement pas encore transposables au cheval étant donné les considérations éthiques, monétaires et mécaniques qui sont très différentes. Davantage de connaissances scientifiques sur la pathophysiologie des fractures du bassin et d'études portant sur des protocoles de rééducation pourraient à l'avenir améliorer la conduite à tenir des vétérinaires et ainsi le pronostic sportif.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

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

Je soussigné, **Gabriel CUEVAS RAMOS**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de Isabelle NESEN intitulée «**Les fractures du bassin chez le cheval : état des lieux des méthodes diagnostiques, du pronostic et du traitement** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.



Fait à Toulouse, le 10 juillet 2018
Docteur Gabriel CUEVAS RAMOS
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
La Directrice de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Isabelle CHMITELIN

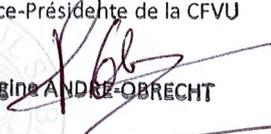
Vu :
Le Président du jury :
Professeur Pierre PAYOUX



Mlle Isabelle NESEN
a été admis(e) sur concours en : 2013
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 04/07/2017
a validé son année d'approfondissement le : 22/06/2018
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université
Paul Sabatier

Monsieur Jean-Pierre VINEL
Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation,
La Vice-Présidente de la CFVU



RÉGINE ANDRÉ-OBRECHT

BIBLIOGRAPHIE

1. Sudraud E. Imagerie : diagnostic échographique des fractures de bassin chez le cheval. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire Equin.* 2009;5(20):29-35.
2. Pilliner S, Elmhurst S, Davies Z. *The Horse in Motion* [Internet]. Vol. 1. Blackwell Publishing; [cité 22 mai 2018]. 197 p. Disponible sur: <https://www.booksonhorses.com.au/product/3908/50721/the-horse-in-motion-9780632051373/>.
3. Barone R. Anatomie comparée des mammifères domestiques : Tome I : Ostéologie. 5ème ED. Vol. 1. VIGOT; 2010. 761 p.
4. Back W, Clayton H. *Equine Locomotion - 2nd Edition* [Internet]. [cité 26 oct 2017]. Disponible sur: <https://www.elsevier.com/books/equine-locomotion/back/978-0-7020-5293-4>.
5. Henson F. *Equine Back Pathology: Diagnosis and Treatment* [Internet]. [cité 26 oct 2017]. (Wiley-Blackwell). Disponible sur: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1405154926.html>.
6. Denoix JM, Extérieur et Examen Physique du Cheval, 2001, Document pédagogique CIRALE, Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort.
7. Pilsworth RC. Diagnosis and Management of Pelvic Fractures in the Thoroughbred Racehorse. In: *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. 2nd éd. ELSEVIER; 2011. p. 1424.
8. Barone R. Anatomie comparée des Mammifères domestiques. Tome II : Arthrologie et Myologie. Laboratoire d'Anatomie, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon. Vol. 2. 1968.
9. Budras KD. *Anatomy of the Horse*. 6th edition. Hannover: Thieme; 2012. 208 p.
10. Rutkowski JA, Richardson DW. A retrospective study of 100 pelvic fractures in horses. *Equine Vet J.* 1 juill 1989;21(4):256-9.
11. Moiroud C. Analyse rétrospective des fractures du bassin chez le cheval. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alford; 2009.
12. Denoix JM, Audigié F, Entités pathologiques générales, 2002, Document Pédagogique CIRALE, Ecole Nationale de Maisons-Alfort.
13. Duncan F. P. Proceedings of the American Association of Equine Practitioners: Focus on Hindlimb Lameness, Oklahoma City, OK, USA. American Association of Equine Practitioners, 2012.
14. Dyson S. Lameness Associated with the Pelvic Region in Sports Horses. *American Association of Equine Practitioners.* 2007;146-57.
15. Verheyen KLR, Wood JLN. Descriptive epidemiology of fractures occurring in British Thoroughbred racehorses in training. *Equine Vet J.* Mars 2004;36(2):167-73.
16. Haussler KK, Stover SM. Stress fractures of the vertebral lamina and pelvis in Thoroughbred racehorses. *Equine Vet J.* sept 1998;30(5):374-81.

17. Hennessy SE, Muurlink MA, Anderson GA, Puksmann TN, Whitton RC. Effect of displaced versus non-displaced pelvic fractures on long-term racing performance in 31 Thoroughbred racehorses. *Aust Vet J.* juin 2013;91(6):246-50.
18. Hornof W, Stover SM, Koblick P, Arthur R. Oblique views of the ilium and the scintigraphic appearance of stress fractures of the ilium. *Equine Vet J.* 1996;355-8.
19. Vila T. Les fractures de stress ou fractures de fatigue chez le cheval. *LE NOUVEAU PRATICIEN VETERINAIRE équine.* 2009;5(20):11-6.
20. Verheyen KLP, Newton JR, Price JS, Wood JLN. A case-control study of factors associated with pelvic and tibial stress fractures in Thoroughbred racehorses in training in the UK. *Prev Vet Med.* 17 avr 2006;74(1):21-35.
21. England GC, Parkinson TJ, Noakes DE. *Veterinary Reproduction and Obstetrics*, 9th éd. ELSEVIER; 960 p. (Saunders; vol. 1).
22. Walker W, M. Werypy N, R. Goodrich L. Procedure for the Transrectal and Transcutaneous Ultrasonographic Diagnosis of Pelvic Fractures in the Horse. *J Equine Vet Sci - J EQUINE VET SCI.* 1 avr 2012;32.
23. Threlfall RS, Youngquist WR. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*, 2nd éd. Elsevier; 2007. 1088 p. (Saunders).
24. Auer JA, Stick JA. *Equine Surgery*, 4th éd. Elsevier; 2012. 1538 p.
25. Hesse KL, Verheyen KLP. Associations between physiotherapy findings and subsequent diagnosis of pelvic or hindlimb fracture in racing Thoroughbreds. *Equine Vet J.* 1 avr 2010;42(3):234-9.
26. Pilsworth RC, Shepherd MC, Herinckx BM, Holmes MA. Fracture of the Wing of the Ilium, adjacent to the Sacroiliac Joint, in Thoroughbred Racehorses. *Equine Vet J.* mars 1994;26(2):94-9.
27. Axe JW. *The Horse : Its Treatment In Health And Disease.* Hewlett Press; 2008. 216 p.
28. Denoix JM, *Sémiologie et propédeutique de l'appareil locomoteur du cheval*, 2006, Document Pédagogique CIRALE, Ecole Nationale de Maisons-Alfort.
29. Knottenbelt, Pascoe. *Knottenbelt and Pascoe's Color Atlas of Diseases and Disorders of the Horse*, Elsevier; 2014.
30. David, *Ultrasound guided coxofemoral arthrocentesis in horses*, 2007. *Equine Veterinary Journal.*
31. Mueller PO., Hay W. Examination of the musculoskeletal system -regional anesthesia. In: *Equine Medicine and Surgery.* 5th edition. St Louis: Mosby; 1999. p. 1292-306.
32. Whitcomb MB, Vaughan B, Katzman S, Hersman J., *Ultrasound-Guided Injections in Horses with Cranioventral Distension of the Coxofemoral Joint Capsule: Feasibility for a Cranioventral Approach.* *Vet Radiol Ultrasound Off J Am Coll Vet Radiol Int Vet Radiol Assoc.* avr 2016;57(2):199-206.

33. Adams O, Stashak TS. Adams' Lameness in Horses [Internet]. 5^e éd. Barnes & Noble; 2001 [cité 9 mai 2018]. Disponible sur: <https://www.barnesandnoble.com/w/adams-lameness-in-horses-o-r-adams/1101825374>
34. Butler JA, Colles CM, Dyson S, Kold S, Poulos P. Clinical Radiology of the Horse. 2nd éd. 2000. 614 p. (Blackwell).
35. Talbot A.M., Barrett E.L., Driver A.J., Barr F.J., Barr A.R.S. Proceedings of the American Association of Equine Practitioners: How to perform standing lateral oblique radiographs of the equine pelvis, San Antonio, TX, USA. American Association of Equine Practitioners; 2006.
36. Weaver MP, Jeffcott LB, Nowak M. Radiology and Scintigraphy. Vet Clin North Am Equine Pract. 1 avr 1999;15(1):113-29.
37. Little C, Hilbert B. Pelvic fractures in horses: 19 cases (1974-1984). J Am Vet Med Assoc. 1 mai 1987;190(9):1203-6.
38. Barrett EL, Talbot AM, Driver AJ, Barr FJ, Barr ARS. A Technique for Pelvic Radiography in the Standing Horse. Equine Vet J. mai 2006;38(3):266-70.
39. Tyagi SP. X ray films and accessories. 2011.
40. Talbot A.M., Barrett E.L., Driver A.J., Barr F.J., Barr A.R.S. Proceedings of the American Association of Equine Practitioners: How to perform standing lateral oblique radiographs of the equine pelvis, San Antonio, TX, USA. American Association of Equine Practitioners; 2006.
41. Geburek F, Rötting AK, Stadler PM. Comparison of the diagnostic value of ultrasonography and standing radiography for pelvic-femoral disorders in horses. Vet Surg VS. avr 2009;38(3):310-7.
42. Dabareiner RM, Cole RC. How to Radiograph the Tuber Coxae of the Ilium in a Standing Horse. In Las Vegas: IVIS; 2009. p. 449-53.
43. Barrett EL, Talbot AM, Driver AJ, Barr FJ, Barr ARS. A technique for pelvic radiography in the standing horse. Equine Vet J. mai 2006;38(3):266-70.
44. Dabareiner RM, Cole RC. Fractures of the tuber coxa of the ilium in horses: 29 cases (1996-2007). J Am Vet Med Assoc. 15 mai 2009;234(10):1303-7.
45. Almanza A., Whitcomb M.B. 49th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners: Ultrasonographic Diagnosis of Pelvic Fractures in 28 Horses, New Orleans, LO, USA. American Association of Equine Practitioners; 2003.
46. Sutton D, Kriz N, Boyd J. Ultrasonographic anatomy of the equine back and pelvic region: a panoramic approach, 2009. In : Veterinary Surgery.
47. Tomlinson JE, Sage AM, Turner TA, Feeney DA. Detailed ultrasonographic mapping of the pelvis in clinically normal horses and ponies. Am J Vet Res. nov 2001;62(11):1768-75.
48. Ueltschi. Bone and Joint Imaging with 99mTc Labelled Phosphates as a New Diagnostic Aid in Veterinary Orthopedics - Veterinary Radiology & Ultrasound [Internet]. 1977 [cité 1 nov 2017]. Disponible sur: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1740-8261.1977.tb01127.x/full>

49. Denoix J-M. Proceedings of the 48th BEVA Congress: The equine back and performance: the imaging background, Birmingham, UK. British Equine Veterinary Association; 2009.
50. Pilsworth RC, Holmes MA, Shepherd M. An improved method for the scintigraphic detection of acute bone damage to the equine pelvis by probe point counting. *Vet Rec.* nov 1993;133(20):490-5.
51. Davenport-Goodall C, Ross M. Scintigraphic abnormalities of the pelvic region in horses examined because of lameness or poor performance: 128 cases (1993-2000). *J Am Vet Med Assoc.* 2004;224(1):88-95.
52. Fuller A, Beever E, Fraser B. A retrospective study of 80 cases of pelvic fracture diagnosed by gamma scintigraphy in Thoroughbred racehorses. *Br Equine Vet Assoc.* 2008;(47):142-3.
53. Jeffcott LB. Pelvic lameness in the horse. *Equine Pract.* 1982;(4):21-47.
54. Shepherd MC, Pilsworth RC. Clinical signs, diagnosis, management and outcome of complete and incomplete fracture to the ilium: a review of 20 cases. *Proc Am Assoc Equine Pract.* 1994;(40):179-82.
55. Denoix J-M, Audigié F. Entités Pathologiques Générales. CIRALE; 2002.
56. Poircuitte G. Le tiludronate : mode d'action et utilisation thérapeutique dans l'espèce équine en pathologie locomotrice. [Maisons-Alfort]: Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort; 2004.
57. Denoix J, Thibaud D, Riccio B. Tiludronate as a new therapeutic agent in the treatment of navicular disease: a double-blind placebo-controlled clinical trial. *Equine Vet J.* 2003;
58. Shock Wave Therapy. 2012.
59. Hunt RJ. Lameness in Foals. In: *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse* [Internet]. 2ème. ELSEVIER; 2011 [cité 6 juin 2018]. p. 1424. Disponible sur: <https://www.elsevier.com/books/diagnosis-and-management-of-lameness-in-the-horse/9780721683423>
60. Harvey H., Pelvic fractures, 2005; [Internet]. Radiopaedia. [cité 6 juin 2018]. Disponible sur: <https://radiopaedia.org/articles/pelvic-fractures>.
61. Pal Singh A., Bony Pelvis Anatomy [Internet]. Bone and Spine. 2015 [cité 6 juin 2018]. Disponible sur: <http://boneandspine.com/bony-pelvis-anatomy/>
62. Tile M., Fractures of the Pelvis and Acetabulum [Internet]. 4th éd. Thieme; 2015 [cité 8 juin 2018]. 1000 p. Disponible sur: <https://www.thieme.com/books-main/orthopaedic-surgery/product/2126-fractures-of-the-pelvis-and-acetabulum>
63. Routt M. Pelvic fractures. *Orthopaedic trauma protocols.* 1993;225-36.
64. Gallice J, Bassetto S, Graf V, Peter R. Rééducation après fractures du bassin. Hôpitaux Universitaires de Genève; 2014.

65. Ma X, Zheng X, Zhao W, Lu Z, Xu L, Liu Y, et al. Interval versus external fixation for the treatment of pelvic fractures: a comparative study. Clin Investig Med Med Clin Exp. 26 juin 2017;40(3):E102.
66. Rommens PM, Wagner D, Hofmann A. Minimal Invasive Surgical Treatment of Fragility Fractures of the Pelvis. Chir Buchar Rom 1990. oct 2017;112(5):524-37.
67. Dupont P., Sce Medecine physique et Réadaptation, Traumatologie du bassin. 2013, CHUPS Jussieu; 27 p.
68. Denoix J. Extérieur et examen physique du cheval. CIRALE; 2001.

ANNEXES

Tableau 1 : valeurs de référence pour des mesures de structures du bassin obtenues chez six poneys cliniquement sains, issues de l'étude de Tomlinson et al (47).

Measurements	Modalities			
	Ultrasonography	CT	MRI	Frozen sections
Width spinous process S1 (cm)	0.94 ± 0.05	0.9 ± 0.06	0.95 ± 0.07	0.9 ± 0.10
Width spinous process S2 (cm)	1.09 ± 0.05	1.03 ± 0.08	1.01 ± 0.07	1.14 ± 0.09
Width spinous process S3 (cm)	1.47 ± 0.25	1.52 ± 0.15	1.52 ± 0.25	1.44 ± 0.17
Width spinous process S4 (cm)	1.07 ± 0.29	1.13 ± 0.33	1.00 ± 0.25	0.99 ± 0.21
Width spinous process S5 (cm)	0.64 ± 0.15	0.83 ± 0.16	0.68 ± 0.20	0.69 ± 0.10
Length of sacrum (cm)	17.8 ± 0.73	17.7 ± .37	17.8 ± 0.74	17.3 ± 0.52
Width of R tuber sacrale at S1 (cm)	1.02 ± 0.18	1.01 ± 0.13	1.12 ± 0.13	1.04 ± 0.05
Width of L tuber sacrale at S1 (cm)	1.01 ± 0.15	1.05 ± 0.18	1.10 ± 0.11	1.04 ± 0.05
Area R short dorsal sacroiliac ligament (cm ²)	0.61 ± 0.13	NM	0.58 ± 0.11	0.65 ± 0.09
Area L short dorsal sacroiliac ligament (cm ²)	0.58 ± 0.01	NM	0.56 ± 0.08	0.65 ± 0.09
Depth R long dorsal sacroiliac ligament (cm ²)	3.49 ± 0.26	NM	3.42 ± 0.51	3.22 ± 0.31
Depth L long dorsal sacroiliac ligament (cm ²)	3.35 ± 0.27	NM	3.42 ± 0.51	3.22 ± 0.31
Length of R ilial crest (cm)	15.3 ± 0.95	15.6 ± 1.02	15.7 ± 0.4	15.5 ± 0.71
Length of L ilial crest (cm)	15.1 ± 0.85	15.3 ± 1.03	15.7 ± 0.4	15.5 ± 0.71
Length of R tuber coxa (cm)	8.57 ± 1.37	7.83 ± 1.83	8.92 ± 1.36	8.51 ± 0.75
Length of L tuber coxa (cm)	8.63 ± 1.13	7.83 ± 1.83	8.99 ± 1.28	8.51 ± 0.75
Length of R ilial body (cm)	26.7 ± 2.1	24.2 ± 1.17	26.2 ± 1.94	NM
Length of L ilial body (cm)	25.6 ± 2.38	24.0 ± 1.26	26.2 ± 1.94	NM
Distance R tuber sacrale-ventral ilium (cm)	13.2 ± 2.59	13.3 ± 2.92	13.8 ± 2.67	12.8 ± 2.93
Distance L tuber sacrale-ventral ilium (cm)	13.0 ± 2.29	13.4 ± 2.8	13.8 ± 2.67	12.8 ± 2.93
Width of R ilium at mid-body (cm)	9.33 ± 1.37	8.33 ± 0.98	9.3 ± 1.5	8.82 ± 1.47
Width of L ilium at mid-body (cm)	9.2 ± 1.62	8.33 ± 0.98	9.3 ± 1.5	8.82 ± 1.47
Width of R ilium at acetabulum (cm)	10.2 ± 1.16	9.5 ± 1.05	9.92 ± 1.11	9.3 ± 0.76
Width of L ilium at acetabulum (cm)	10.1 ± 1.12	9.5 ± 1.05	9.92 ± 1.11	9.3 ± 0.76
Distance R greater trochanter-tuber ischii (cm)	7.43 ± 2.31	7.83 ± 2.14	7.92 ± 1.69	NM
Distance L greater trochanter-tuber ischii (cm)	7.6 ± 1.71	7.83 ± 2.14	7.92 ± 1.69	NM
Distance R caudal acetabulum-tuber ischii (cm)	10.8 ± 1.91	10.5 ± 2.07	10.9 ± 1.28	NM
Distance L caudal acetabulum-tuber ischii (cm)	10.8 ± 1.78	10.5 ± 2.07	10.9 ± 1.28	NM
Width R tuber ischii (cm)	2.13 ± 0.68	2.25 ± 0.69	2.4 ± 0.51	2.08 ± 0.51
Width L tuber ischii (cm)	2.14 ± 0.68	2.25 ± 0.69	2.4 ± 0.51	2.16 ± 0.45
Length R tuber ischii (cm)	7.0 ± 1.33	7.17 ± 1.17	7.3 ± 1.08	7.08 ± 1.02
Length L tuber ischii (cm)	7.2 ± 1.19	7.25 ± 1.08	7.3 ± 1.08	7.2 ± 0.93
Width right sacroiliac joint (cm)	0.5 ± 0.15	0.52 ± 0.1	0.53 ± 0.1	0.43 ± 0.07
Width left sacroiliac joint (cm)	0.49 ± 0.14	0.52 ± 0.1	0.53 ± 0.1	0.43 ± 0.07
Width right ventral sacroiliac ligament (cm)	0.14 ± 0.21	NM	NM	NM
Width left ventral sacroiliac ligament (cm)	0.13 ± 0.02	NM	NM	NM
Distance between sacral foramina (cm)	2.9 ± 0.19	2.85 ± 0.23	3.17 ± 0.4	NM
Width R obturator foramen (cm)	3.22 ± 0.53	3.45 ± 0.39	3.4 ± 0.4	3.14 ± 0.38
Width L obturator foramen (cm)	3.2 ± 0.53	3.4 ± 0.43	3.4 ± 0.4	3.18 ± 0.35

CT = Computed tomography. MRI = Magnetic resonance imaging. R = Right. L= Left. NM = Not measurable.

Tableau 2 : valeurs de référence de mesures réalisées par échographie chez six chevaux cliniquement sains, issues de l'étude de Tomlinson et al (47).

Structure imaged	Ultrasonographic measurements	
	Mean \pm SD	Range
Width of spinous process S1 (cm)	1.11 \pm 0.25	0.89–1.41
Width of spinous process S2 (cm)	1.6 \pm 0.47	1.03–2.32
Width of spinous process S3 (cm)	2.37 \pm 0.3	2.03–2.77
Width of spinous process S4 (cm)	1.77 \pm 0.42	1.32–2.27
Width of spinous process S5 (cm)	1.26 \pm 0.25	0.98–1.32
Length of sacrum (cm)	25.3 \pm 0.88	24.0–26.5
Width of tuber sacrale at S1 (cm)	1.72 \pm 0.19	1.48–2.0
Area narrow short dorsal sacroiliac ligament (cm ²)	0.4 \pm 0.1	0.29–0.57
Area broad short dorsal sacroiliac ligament (cm ²)	0.7 \pm 0.14	0.59–1.02
Total area short dorsal sacroiliac ligament (cm ²)	1.1 \pm 0.22	0.89–1.59
Area long dorsal sacroiliac ligament (cm ²)	0.73 \pm 0.08	0.65–0.88
Depth long dorsal sacroiliac ligament at ilial body (cm)	6.02 \pm 0.33	5.6–6.72
Length of ilial crest (cm)	27.4 \pm 1.9	24.5–30.0
Length of tuber coxae (cm)	13.9 \pm 1.05	12.5–16.0
Length of ilial body (cm)	43.3 \pm 3.67	36.0–48.0
Distance tuber sacrale-ventral ilium (cm)	30.2 \pm 2.04	28.0–33.0
Width of ilium at mid-body (cm)	15.3 \pm 1.35	14.0–18.0
Width of ilium at acetabulum (cm)	12.2 \pm 0.91	11.0–14.0
Distance greater trochanter-tuber ischii (cm)	12.4 \pm 2.62	9.0–17.0
Distance caudal acetabulum-tuber ischii (cm)	15.4 \pm 2.62	10.5–19
Width of tuber ischii (cm)	7.73 \pm 0.73	7.18–9.0
Length of tuber ischii (cm)	14.0 \pm 1.0	13.0–25.5
Width of sacroiliac joint (cm)	0.98 \pm 0.32	0.67–1.45
Depth ventral sacroiliac ligament (cm)	0.34 \pm 0.15	0.22–0.55
Width of obturator foramen (cm)	4.85 \pm 1.1	3.85–7.2
Distance between sacral foramina (cm)	3.6 \pm 0.48	3.0–4.45

LES FRACTURES DU BASSIN CHEZ LE CHEVAL : ETAT DES LIEUX DES MOYENS DIAGNOSTIQUES, DU PRONOSTIC ET DU TRAITEMENT

RESUME :

Les fractures du bassin représentent entre 1 et 4 % des cas de boiteries du membre pelvien chez le cheval. Elles sont souvent sous-diagnostiquées du fait d'une difficulté d'exploration de cette zone recouverte de muscles volumineux. De plus, le diagnostic de cette affection n'est pas aisé car il demande à la fois compétence du praticien, équipement adapté et investissement financier de la part du propriétaire. Plusieurs options diagnostiques s'offrent alors au clinicien en fonction du contexte.

Ce travail rappellera l'anatomie et la physiologie fonctionnelles du bassin chez le cheval, puis s'intéressera aux différents types de fractures qui peuvent affecter celui-ci et leurs origines. L'analyse clinique et les diverses méthodes d'imagerie seront détaillées et illustrées de cas concrets. Le traitement, la rééducation et le pronostic des fractures du pelvis seront ensuite discutés en fonction des cas. Une dernière partie donnera un aperçu de cette affection chez l'Homme, afin de comparer les médecines humaine et vétérinaire.

MOTS-CLES : BOITERIE POSTERIEURE / FRACTURE / BASSIN / CHEVAL / DIAGNOSTIC / RADIOGRAPHIE / ECHOGRAPHIE / SCINTIGRAPHIE / PRONOSTIC / TRAITEMENT

PELVIC FRACTURES IN HORSES: A REVIEW OF DIAGNOSTIC METHODS, PROGNOSIS AND TREATMENT

ABSTRACT:

The prevalence of pelvic fractures in horses presented for hindleg lameness varies between 1% and 4%. This root cause can at times be misdiagnosed due to the difficulty in diagnosing, which requires both an experienced veterinarian surgeon and imaging equipment, in addition to being expensive for the owner. Despite this, several diagnostic tools are available to explore this condition.

In this thesis the anatomy and physiology of the equine pelvis will be described, before introducing the different types of fractures that can occur. Clinical aspects and imaging techniques will be detailed to help with the diagnosis of a pelvic fracture, using real clinical cases as examples. Afterwards, treatment, rehabilitation and prognosis will be outlined regarding each situation. The final part of this work will present an overview of pelvic fractures in humans to compare the differences between human and veterinarian medicines.

KEYWORDS: HINDLEG LAMENESS / FRACTURE / PELVIS / HORSE / DIAGNOSIS / RADIOGRAPHY / ULTRASONOGRAPHY / SCINTIGRAPHY / PROGNOSIS / TREATMENT