



HAL
open science

Traitement chirurgical de la luxation sacro-iliaque chez le chat : étude clinique rétrospective d'une technique mini-invasive sous fluoroscopie

Mathieu Jourdain

► **To cite this version:**

Mathieu Jourdain. Traitement chirurgical de la luxation sacro-iliaque chez le chat : étude clinique rétrospective d'une technique mini-invasive sous fluoroscopie. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03766053

HAL Id: dumas-03766053

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03766053>

Submitted on 31 Aug 2022

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

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

ANNEE 2022 - Thèse n°27

**TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA LUXATION SACRO-ILIAQUE
CHEZ LE CHAT : ETUDE CLINIQUE RETROSPECTIVE D'UNE
TECHNIQUE MINI-INVASIVE SOUS FLUOROSCOPIE**

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant
l'UFR de Médecine de l'Université de Nantes
le 12 juillet 2022

par

Mathieu, Tony, Julien JOURDAIN

Sous la direction de
Pr Olivier Gauthier

Président du jury : Monsieur Antoine HAMEL

Membres du jury : Monsieur Olivier GAUTHIER

Madame Nora BOUHSINA

Membres invités : Monsieur David FERNANDES

Monsieur Bertrand VEDRINE

ANNEE 2022 - Thèse n° 27

**TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA LUXATION SACRO-ILIAQUE
CHEZ LE CHAT : ETUDE CLINIQUE RETROSPECTIVE D'UNE
TECHNIQUE MINI-INVASIVE SOUS FLUOROSCOPIE**

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant
l'UFR de Médecine de l'Université de Nantes
le 12 juillet 2022

par

Mathieu, Tony, Julien JOURDAIN

Sous la direction de
Pr Olivier Gauthier

Président du jury : Monsieur Antoine HAMEL

Membres du jury : Monsieur Olivier GAUTHIER

Madame Nora BOUHSINA

Membres invités : Monsieur David FERNANDES

Monsieur Bertrand VEDRINE

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Département BPSA Biologie, Pathologie et Sciences de l'Aliment		
Responsable : Emmanuel JAFFRES – Adjointe : Frédérique NGUYEN		
Nutrition et Endocrinologie		
Pharmacologie et Toxicologie	Jean-Claude DESFONTIS (Pr) Yassine MALLEM (Pr) Hervé POULIQUEN (Pr)	Antoine ROSTANG (MC) Meg-Anne MORICEAU (CERC)
Physiologie fonctionnelle, cellulaire et moléculaire	Lionel MARTIGNAT (Pr) Julie HERVE (MC HDR) Grégoire MIGNOT (MC) Adélie SALIN (CERC)	
Histologie et anatomie pathologique	Marie-Anne COLLE (Pr) Jérôme ABADIE (MC)	Laetitia JAILLARDON (MC) Frédérique NGUYEN (MC)
Pathologie générale, microbiologie et immunologie	Hervé SEBBAG (MC)	
Biochimie alimentaire industrielle	Carole PROST (Pr) Joëlle GRUA (MC) Florence TEXIER (MC)	Clément CATANEO (MC) Alix KHALIL (CERC) Laurent LE THUAUT (MC)
Microbiotech	Hervé PREVOST (Pr) Géraldine BOUE (MC) Nabila HADDAD (MC)	Emmanuel JAFFRES (MC) Mathilde MOSSER (mc) Boris MISERY (CERC) Raouf TAREB (MC)
Département SAESP Santé des Animaux d'Élevage et Santé Publique		
Responsable : Raphaël GUATTEO – Adjoint : Jean-Michel CAPPELIER		
Élevage, nutrition et santé des animaux domestiques	Nathalie BAREILLE (Pr) François BEAUDEAU (Pr) Christine FOURICHON (Pr) Lucile MARTIN (Pr)	Juan Manuel ARIZA CHACON (CERC) Ségolène CALVEZ (MC) Aurélien MADOUASSE (MC) Nora NAVARRO-GONZALES (MC)
Infectiologie	Alain CHAUVIN (Pr) François MEURENS (Pr) Emmanuelle MOREAU (Pr) Nathalie RUVOEN-CLOUET (Pr)	Albert AGOULON (MC) Suzanne BASTIAN (MC) Léa LOISEL (CERC) Kenny OBERLE (CERC) Nadine RAVINET (MC)
Médecine des animaux d'élevage	Catherine BELLOC (Pr) Christophe CHARTIER (Pr) Raphaël GUATTEO (Pr) Anne RELUN (MC)	Sébastien ASSIE (MC) Isabelle BREYTON (MC) Mily LEBLANC MARIDOR (MC) Maud ROUAULT (AERC)
Hygiène et qualité des aliments	Jean-Michel CAPPELIER (Pr) Michel FEDERIGHI (Pr) Bruno LE BIZEC (Pr) Marie-France PILET (Pr)	Eric DROMIGNY (MC HDR) Fanny RENOIS-MEURENS (MC HDR) Sofia STRUBBIA (CERC)

Département DSC Sciences cliniques		
Responsable : Catherine IBISCH – Adjoint : Olivier GAUTHIER		
Anatomie comparée	Eric BETTI (MC) Claude GUINTARD (MC) Margarida RIBEIRO DA SILVA NEUNLIST (CERC)	
Pathologie chirurgicale et anesthésiologie	Eric AGUADO (Pr) Olivier GAUTHIER (Pr) Eric GOYENVALLE (MC HDR)	Pierre MAITRE (MC) Caroline TESSIER (MC) Gwénola TOUZOT-JOURDE (MC)
Dermatologie, parasitologie des carnivores et des équidés, mycologie	Jacques GUILLOT (Pr) Emmanuel BENSIGNOR (Pr Ass)	
Médecine interne, imagerie médicale et législation professionnelle vétérinaire	Anne COUROUCE (Pr) Jack-Yves DESCHAMPS (Pr) Françoise ROUX (Pr) Juan HERNANDEZ-RODRIGUEZ (Pr Ass) Nora BOUHSINA (MC)	Nicolas CHOUIN (MC) Amandine DRUT (MC) Marion FUSELLIER-TESSON (MC) Catherine IBISCH (MC) Aurélia LEROUX (MC) Odile SENECAT (MC)
Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Jean-François BRUYAS (Pr) François FIENI (Pr)	Djemil BENCHARIF (MC HDR) Lamia BRIAND (MC HDR)
Département GPA Génie des procédés alimentaires		
Responsable : Sébastien CURET-PLOQUIN – Adjointe : Vanessa JURY		
Lionel BOILLEREAUX (Pr) Sébastien CURET-PLOQUIN (Pr) Marie DE LAMBALLERIE (Pr) Francine FAYOLLE (Pr) Michel HAVET (Pr)	Alain LEBAIL (Pr) Olivier ROUAUD (Pr) Kévin CROUVISIER-URION (MC) Vanessa JURY (MC HDR) Emilie KORBEL (MC)	Jean-Yves MONTEAU (MC HDR) Eve-Anne NORWOOD (MC) Raphaël PORYLES (MC) Laurence POTTIER (MC) Cyril TOUBLANC (MC)
Département MSC Management, statistiques et communication		
Responsable : Samira ROUSSELIERE – Adjointe : Evelyne VIGNEAU		
Mathématiques, statistiques, informatique	El Mostafa QANNARI (Pr) Chantal THORIN (Pr Ag) Evelyne VIGNEAU (Pr)	Véronique CARIOU (MC HDR) Philippe COURCOUX (MC) Benjamin MAHIEU (MC) Michel SEMENOU (MC)
Economie, gestion, législation	Jean-Marc FERRANDI (Pr) Pascal BARILLOT (MC) Ibrahima BARRY (MC) Florence BEAUGRAND (MC)	Sibylle DUCHAINE (MC) Sonia MAHJOUB (MC) Samira ROUSSELIERE (MC)
Langues et communication	Marc BRIDOU (PLPA) David GOYLER (Ens. Cont.) Patricia JOSSE (Ens. Cont.)	Shaun MEEHAN (Ens. Cont.) Linda MORRIS (PCEA) Ian NICHOLSON (ENS. Cont.)

Pr Ag : Professeur Agrégé, Pr : Professeur, MC : Maître de Conférence, MCC : MC contractuel,
 PLPA : Professeur Lycée Professionnel Agricole, PCEA : Professeur Certifié Enseignement Agricole,
 HDR : Habilité à Diriger des Recherches, CERC : Chargé d'Enseignement et de Recherche Contractuel,
 Ens. Cont. : Enseignant Contractuel

PROTECTION DES DROITS D'AUTEUR

La reproduction d'extraits de cette thèse est autorisée avec mention de la source. Toute reproduction partielle doit être fidèle au texte utilisé. Cette thèse devra donc être citée en incluant les éléments bibliographiques suivants :

Nom et prénom de l'auteur : Mathieu Jourdain

Année de soutenance : 2022

Titre de la thèse : Traitement chirurgical de la luxation sacro-iliaque chez le chat : étude clinique rétrospective d'une technique mini-invasive sous fluoroscopie.

Intitulé du diplôme : Thèse de doctorat vétérinaire

Université de soutenance : Faculté de Médecine de Nantes.

Ecole de soutenance : Oniris, Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique

Nombre de pages : 192 p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT	3
PROTECTION DES DROITS D'AUTEUR	5
REMERCIEMENTS.....	7
TABLE DES MATIÈRES.....	21
TABLE DES ANNEXES	26
TABLES DES FIGURES	27
TABLE DES TABLEAUX.....	31
TABLE DES ABRÉVIATIONS	32
INTRODUCTION.....	33
PARTIE 1 : ANATOMIE DU BASSIN ET DESCRIPTION DE LA LUXATION SACRO-ILIAQUE CHEZ LE CHAT	35
1. RAPPELS ANATOMIQUES DES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU BASSIN.....	37
1.1. Structures osseuses	37
1.1.1. Les coxaux.....	38
1.1.1.1. L'ilium	41
1.1.1.2. Le pubis	41
1.1.1.3. L'ischium.....	42
1.1.1.4. L'acétabulum.....	42
1.1.2. Le sacrum	43
1.1.3. Les premières vertèbres caudales.....	44
1.2. Les articulations du bassin	44
1.2.1. Articulation sacro-iliaque.....	44
1.2.1.1. Surfaces articulaires de l'ilium et du sacrum.....	45
1.2.1.2. Partie synoviale.....	45
1.2.1.3. Partie fibreuse : ligaments sacro-iliaques	46
1.2.1.4. Autres moyens d'union.....	47
1.2.1.4.1. Ligament ilio-lombaire	47
1.2.1.4.2. Muscles du bassin	48
1.2.2. Synostoses coxales et symphyse pelvienne.....	48
1.2.3. Articulation coxo-fémorale.....	49
1.2.4. Articulation sacro-coccygienne	50
1.3. Muscles de la région du bassin	50
1.3.1. Muscles du bassin	50
1.3.1.1. Muscles fessiers	51
1.3.1.2. Muscles pelviens profonds.....	54
1.3.2. Muscles ilio-lombaires.....	55
1.3.3. Muscles dorso-lombaires	57
1.4. Structures nerveuses	59
1.5. Structures vasculaires	65
1.5.1. Artères	65

1.5.1.1.	Artères iliaques externes.....	66
1.5.1.2.	Artères iliaques internes.....	67
1.5.1.3.	Artère sacrale médiane.....	71
1.5.2.	Veines.....	72
1.5.2.1.	Veines iliaques externes.....	73
1.5.2.2.	Veines iliaques internes.....	73
1.5.2.3.	Veine sacrale médiane.....	74
1.6.	Structures lymphatiques de la cavité pelvienne et du membre pelvien.....	74
1.7.	Fonctionnalités physiologiques.....	75
1.8.	Les organes environnants.....	75
2.	LA LUXATION SACRO-ILIAQUE.....	76
2.1.	Définition.....	76
2.2.	Étiologies chez le chat et incidence.....	76
2.3.	Diagnostic clinique.....	77
2.3.1.	Examen orthopédique.....	77
2.3.2.	Examen neurologique associé.....	77
2.4.	Diagnostic différentiel.....	78
2.5.	Examens complémentaires.....	78
2.5.1.	La radiographie.....	79
2.5.2.	Le scanner.....	81
2.6.	Les traitements : médical et chirurgical.....	82
2.6.1.	Critères de sélection.....	82
2.6.2.	Traitement médical.....	82
2.6.3.	Traitement chirurgical.....	82
2.7.	Les complications.....	83
2.7.1.	Traitement médical.....	83
2.8.	La récupération postopératoire.....	84
2.8.1.	Traitement médical.....	84
2.8.2.	Traitement chirurgical.....	84
PARTIE 2 : TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA LUXATION SACRO-ILIAQUE DU CHAT		85
1.	INTRODUCTION.....	87
2.	LES PRINCIPALES TECHNIQUES CHIRURGICALES DÉCRITES.....	87
2.1.	Technique ouverte avec placement d'une vis en compression.....	87
2.1.1.	Abords chirurgicaux possibles.....	87
2.1.1.1.	Abord dorsolatéral.....	87
2.1.1.2.	Abord ventral.....	88
2.1.2.	Description de la technique chirurgicale.....	89
2.1.3.	Résultats obtenus.....	90
2.2.	Vis trans-sacrale et stabilisation avec un écrou.....	91
2.2.1.	Description de la technique chirurgicale.....	91
2.2.2.	Résultats obtenus.....	91
2.3.	Broche de Steinmann transarticulaire.....	92
2.3.1.	Description de la technique chirurgicale.....	92
2.3.2.	Résultats obtenus.....	93
2.4.	Techniques chirurgicales avec implant trans-iliaque sans ancrage dans le sacrum.....	93
2.4.1.	Technique de la bande de tension.....	93
2.4.1.1.	Description de la technique chirurgicale.....	93

2.4.1.2. Résultats obtenus.....	94
2.4.2. Technique de fixation par une broche ou une vis trans-iliaque.....	95
2.4.2.1. Description de la technique chirurgicale.....	95
2.4.2.2. Résultats obtenus.....	96
2.5. Techniques à foyer fermé : utilisation de la fluoroscopie.....	96
2.5.1. Définition.....	96
2.5.2. Équipement.....	97
2.5.3. Intérêts et limites.....	97
2.5.4. Radioprotection.....	98
3. IMPLANTATION D'UNE VIS EN COMPRESSION DANS LE SACRUM.....	98
3.1. Généralités.....	98
3.2. Localisation du site d'implantation correcte de la vis.....	99
3.2.1. Localisation anatomique souhaitée dans le sacrum.....	99
3.2.2. Point d'insertion de la vis.....	100
3.2.3. Ancrage de la vis dans le sacrum.....	102
3.3. Les corridors d'implantation chez le chat : guides pour un ancrage et une position optimale de la vis sacro-iliaque.....	103
3.3.1. Intérêts et objectifs de la définition de corridors d'implantation.....	103
3.3.2. Description des corridors d'implantation chez le chat.....	104
3.3.2.1. Dans le plan dorso-ventral.....	104
3.3.2.1.1. Évaluation radiographique.....	104
3.3.2.1.2. Évaluation au scanner.....	105
3.3.2.2. Dans le plan cranio-caudal.....	107
3.3.2.2.1. Évaluation radiographique.....	107
3.3.2.2.2. Évaluation au scanner.....	109

**PARTIE 3 : ÉTUDE CLINIQUE RÉTROSPECTIVE D'UNE TECHNIQUE CHIRURGICALE MINI-
INVASIVE DE RÉDUCTION ET DE STABILISATION D'UNE LSI SOUS CONTRÔLE FLUOROSCOPIQUE
CHEZ LE CHAT..... 111**

1. INTRODUCTION.....	113
1.1. Généralités.....	113
1.2. Intérêts de la fluoroscopie dans le cadre du traitement chirurgical de la LSI.....	114
1.3. Objectifs de l'étude et hypothèse de départ.....	114
2. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	115
2.1. Critères d'inclusion de l'étude.....	115
2.2. Examens et préparation pré-opératoire.....	115
2.2.1. Examen clinique orthopédique.....	115
2.2.2. Examens complémentaires d'imagerie.....	115
2.2.2.1. Bilan radiographique.....	115
2.2.2.2. Scanner.....	116
2.2.3. Anesthésie.....	116
2.2.4. Préparation pré-opératoire de l'animal.....	116
2.3. Technique chirurgicale.....	119
2.3.1. Matériel utilisé.....	119
2.3.1.1. Instruments chirurgicaux.....	119
2.3.1.2. Description de la vis utilisée et de sa mise en place.....	120
2.3.1.3. Contrôle sous fluoroscopie.....	123
2.3.2. Description de l'intervention.....	126

2.4.	Soins et suivis postopératoires.....	140
2.4.1.	Bilans radiographiques	140
2.4.2.	Hospitalisation et traitement postopératoire	140
2.5.	Données recueillies et mesures réalisées.....	141
2.5.1.	Données épidémiologiques et anamnestiques.....	141
2.5.2.	Mesures pré-opératoires.....	141
2.5.2.1.	Déplacement cranio-caudal de l'ilium par rapport au sacrum.....	141
2.5.2.2.	Ratio des diamètres du canal pelvien.....	142
2.5.2.3.	Ratio des largeurs des demi-canaux pelviens.....	143
2.5.3.	Mesures postopératoires.....	145
2.5.3.1.	Postopératoire immédiat.....	145
2.5.3.1.1.	Réduction cranio-caudale de la LSI	145
2.5.3.1.2.	Position de l'implant dans le corps vertébral de S1	146
2.5.3.1.3.	Ancrage de l'implant dans le corps vertébral de la première vertèbre sacrée... 147	
2.5.3.1.4.	Ratio des diamètres du canal pelvien.....	148
2.5.3.1.5.	Ratio des largeurs des demi-canaux pelviens.....	149
2.5.3.1.6.	Durée d'hospitalisation et complications péri-opératoires	150
2.5.3.2.	Premier suivi postopératoire.....	151
2.5.3.2.1.	Examen clinique orthopédique	151
2.5.3.2.2.	Bilan radiographique.....	151
2.5.3.3.	Second suivi postopératoire après 4 mois	151
2.5.4.	Durée de l'intervention	152
2.5.5.	Exposition aux rayons X.....	153
2.6.	Analyse statistique	153
3.	RÉSULTATS	154
3.1.	Données épidémiologiques et anamnestiques.....	154
3.2.	Mesures pré-opératoires.....	157
3.3.	Mesures postopératoires immédiates	158
3.4.	Mesures postopératoires lors du premier suivi	161
3.5.	Second suivi à partir de 4 mois postopératoires	163
4.	DISCUSSION	164
4.1.	Généralités.....	164
4.2.	Technique chirurgicale et implant utilisé	165
4.2.1.	Technique chirurgicale et intérêts du recours à la fluoroscopie.....	165
4.2.1.1.	Technique chirurgicale.....	165
4.2.1.2.	Intérêts du recours à la fluoroscopie.....	166
4.2.2.	Choix de l'implant : vis corticale canulée sans tête de 2,4 mm de diamètre partiellement fileté 166	
4.2.2.1.	Vis corticale <i>versus</i> vis spongieuse	166
4.2.2.2.	Vis corticale canulée <i>versus</i> vis corticale pleine	167
4.2.2.3.	Vis corticale canulée partiellement fileté <i>versus</i> entièrement fileté	167
4.2.2.4.	Choix des dimensions de la vis.....	168
4.3.	Réduction de la LSI.....	168
4.3.1.	En postopératoire immédiat.....	169
4.3.2.	Lors du premier suivi postopératoire.....	170
4.3.3.	Différence significative entre le postopératoire immédiat et le premier suivi postopératoire	170
4.3.4.	Conclusion.....	171

4.4.	Ancrage de la vis.....	171
4.4.1.	En postopératoire immédiat.....	171
4.4.2.	Lors du premier suivi postopératoire.....	172
4.4.3.	Différence significative entre le postopératoire immédiat et le premier suivi postopératoire	172
4.4.4.	Conclusion.....	173
4.5.	Positionnement de la vis.....	173
4.6.	Ratio des diamètres du canal pelvien	174
4.6.1.	En postopératoire immédiat.....	175
4.6.2.	Lors du premier suivi postopératoire.....	175
4.6.3.	Absence de différence significative entre le postopératoire immédiat et le premier suivi postopératoire	176
4.6.4.	Conclusion.....	176
4.7.	Ratio des largeurs des demi-canaux pelviens	176
4.7.1.	En postopératoire immédiat.....	177
4.7.2.	Lors du premier suivi postopératoire.....	177
4.7.3.	Conclusion.....	177
4.8.	Évolution clinique et récupération fonctionnelle.....	178
4.8.1.	Récupération postopératoire rapide et durée d'hospitalisation réduite	178
4.8.2.	Évolution clinique lors du premier suivi postopératoire	179
4.8.3.	Évolution clinique lors du second suivi postopératoire	179
4.9.	Limites de l'étude.....	180
4.9.1.	Nature rétrospective de l'étude.....	180
4.9.2.	Recours à la fluoroscopie	181
4.9.3.	Bases pour de prochaines études	181
	CONCLUSION.....	183
	BIBLIOGRAPHIE	187

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire d'évaluation de l'IDMC.	185
Annexe 2 : Commémoratifs et anamnèses des cas considérés dans l'étude.	186

TABLES DES FIGURES

Figure 1 : Bassin osseux de chat en vue ventrale (Service d'anatomie comparée, Oniris).....	37
Figure 2 : Bassin osseux de chat en vue dorsale (Service d'anatomie comparée, Oniris).....	38
Figure 3 : Bassin osseux de chat en vue latérale gauche (Service d'anatomie comparée, Oniris).	38
Figure 4 : <i>Os coxal gauche de chat en vue latérale, modifiée d'après Barone (Barone 2010).</i>	39
Figure 5 : Os coxal gauche de chat en vue médiale, modifiée d'après Barone (Barone 2010).....	39
Figure 6 : Bassin osseux en vue dorsale et ventrale (Barone 2010).	40
Figure 7 : L'acetabulum de chat (Service d'anatomie comparée, Oniris).	43
Figure 8 : Sacrum de chat en vue dorsale et ventrale, modifiée d'après Barone (Barone 2010)...	43
Figure 9 : Surface articulaire du sacrum répondant à celle de l'ilium pour former l'articulation sacro-iliaque (Fossum et al. 2019).	45
Figure 10 : Ligaments de l'articulation sacro-iliaque du chat en vue latérale gauche, modifiée d'après Barone (Barone 2010).	46
Figure 11 : Ligaments de l'articulation sacro-iliaque du chat en vue dorsale, modifiée d'après Barone (Barone 2010).	47
Figure 12 : L'articulation coxo-fémorale. Surfaces articulaires disjointes (A) et ligaments vus après ablation partielle de la capsule en vue ventrale (B) (Barone 2010).....	49
Figure 13 : Insertions musculaires sur l'os coxal en vue latérale (Barone 2010).	50
Figure 14 : Insertions musculaires sur l'os coxal en vue médiale (Barone 2010).....	51
Figure 15 : Muscles du bassin et de la cuisse de chat en vue latérale (Barone 2010).....	53
Figure 16 : Muscles du bassin et de la cuisse de chat en vue médiale (Barone 2010).....	53
Figure 17 : Muscles sous-lombaires en vue ventrale (Barone 2010).	57
Figure 18 : Muscles dorso-lombaires en vue latérale gauche (Barone 2010).	58
Figure 19 : <i>Extrémité caudale de la moelle épinière en vue dorsale, modifiée d'après D. S. Geary (Dyce, Sack, WENSING 2002).</i>	59
Figure 20 : Nerfs du plexus lombo-sacré (Barone 2004).	60
Figure 21 : Trajet et rapport des nerfs issus du plexus lombo-sacré en vue médiale (Barone 2004).	64
Figure 22 : Artériographie pelvienne d'une chienne en incidence ventro-dorsale (Barone 2011)..	65
Figure 23 : Réseau artériel du bassin et de la cuisse en vue médiale (Barone 2011).	66
Figure 24 : Réseau artériel du bassin chez le mâle en vue médiale (Barone 2011).	68
Figure 25 : Réseau artériel du bassin chez la femelle en vue médiale (Barone 2011).	69
Figure 26 : Artères de la région sacro-coccygienne en vue ventrale (Barone 2011).....	71
Figure 27 : Réseau veineux de la région du bassin et de la cuisse en vue médiale (Barone 2011).	72
Figure 28 : Radiographie d'un bassin de chat, en incidence ventro-dorsale, montrant une LSI unilatérale droite (flèche bleue).	79
Figure 29 : Radiographie d'un bassin de chat, en incidence latérale, décubitus droit, montrant un décalage entre les deux ailes iliaques (cercle bleu).	79
Figure 30 : Radiographie d'un bassin de chat, en incidence ventro-dorsale, montrant une LSI bilatérale (flèches bleues).	80
Figure 31 : Radiographie d'un bassin de chat, en incidence latérale, décubitus droit, montrant un décalage entre les deux ailes iliaques (cercle bleu).	80
Figure 32 : Reconstruction 3D d'un bassin de chat, en vue ventrale montrant une LSI unilatérale gauche (flèche rouge).	81

Figure 33 : Reconstruction 3D d'un bassin de chat, en vue dorsale montrant une LSI unilatérale gauche (flèche rouge).....	81
Figure 34 : Sites d'incision de l'abord dorsolatéral afin d'exposer l'ASI (Fossum et al. 2019).	88
Figure 35 : Radiographies d'un bassin de cadavre de chien montrant le positionnement des vis en compression par un abord chirurgical ventral, en vue ventro-dorsale (A) et cranio-caudale (B).....	89
Figure 36 : Image radiographique en vue ventro-dorsale, d'un bassin de chat après la mise en place d'une vis en compression au travers de l'ASI pour la stabilisation après réduction de la LSI.	90
Figure 37 : Images radiographiques en incidences ventro-dorsale (A) et latérale (B) d'un bassin de chat après la chirurgie.	91
Figure 38 : Mise en place d'une broche unique transarticulaire pour réduire et stabiliser une LSI bilatérale, en vue latérale (A) et dorso-ventrale (B).....	92
Figure 39 : Passage des ligatures de la bande de tension à travers les deux crêtes iliaques (Raffan et al. 2002).	94
Figure 40 : Principes de la technique chirurgicale de la bande de tension (Raffan et al. 2002).....	94
Figure 41 : Mise en place d'une broche trans-iliaque pour la stabilisation de la réduction de la LSI (Yap et al. 2014).	95
Figure 42 : Mise en place d'une vis trans-iliaque pour la stabilisation de la réduction de la LSI (Yap et al. 2014).....	96
Figure 43 : Mobile de fluoroscopie (GE OEC compact 7700, Boston, Massachusetts, Etats-Unis).	97
Figure 44 : Limites crâniale, caudale, dorsale et ventrale du corps vertébral de S1 que la vis ne doit pas dépasser, vue dorsale (A) et vue crâniale (B).....	99
Figure 45 : Représentation du point d'insertion de l'implant (A), situé environ 1 mm au-dessus du centre géométrique (B) de la surface articulaire de l'aile du sacrum (Shales, White, Langley-Hobbs 2009).	100
Figure 46 : Aire de projection du corps de S1 sur la surface articulaire de l'aile du sacrum (Burger, Forterre, Brunnberg 2004).	101
Figure 47 : Position du trou de forage (X) sur l'aile de l'ilium, en relation avec la longueur de la tubérosité sacrale (EF) et la hauteur de l'aile iliaque (GH) (Burger, Forterre, Brunnberg 2004)...	102
Figure 48 : Probabilité d'une réduction de LSI stable en fonction de la profondeur d'ancrage de la vis dans le sacrum (Shales et al. 2010).....	103
Figure 49 : Délimitations dorsale, ventrale, et latérales (lignes jaunes) du corps vertébral de la première vertèbre sacrale (Shales, White, Langley-Hobbs 2009).....	104
Figure 50 : Représentation des angles de forage maximum, optimal et minimum, à partir de la surface articulaire gauche, dans le plan dorso-ventral (Shales, White, Langley-Hobbs 2009).	105
Figure 51 : (A) Évaluation au scanner du corridor d'implantation dans le plan dorso-ventral, (B) montrant les droites P, M et Q ainsi que les angles M, o et m plus en détails (Philp, Durand, De Vicente 2018).	106
Figure 52 : (A) Évaluation radiographique du corridor d'implantation dans le plan cranio-caudal, (B) montrant les droites E, F et G ainsi que les angles m,o et M plus en détails (Philp, Durand, De Vicente 2018).	108
Figure 53 : (A) Évaluation au scanner du corridor d'implantation dans le plan cranio-caudal, (B) montrant les droites E, F et G ainsi que les angles m,o et M plus en détails (Philp, Durand, De Vicente 2018).	109
Figure 54 : Zone de tonte et positionnement du patient sur la table du bloc opératoire.....	117
Figure 55 : Mise en place des champs opératoires et de la bande cohésive Vetrap stérile autour de la moitié distale du membre pelvien ipsilatéral à la LSI.....	118

Figure 56 : Bassin et membre pelvien préparés pour la chirurgie, la zone d'abord chirurgicale est indiquée par la flèche noire.	118
Figure 57 : Ensemble des instruments chirurgicaux utilisables lors de la chirurgie de réduction et stabilisation de LSI.	119
Figure 58 : Vis à compression sans tête de 2,4 mm de diamètre, automéchant et perforée (DePuy Synthes, West Chester, Massachusetts, Etats-Unis).	120
Figure 59 : Grossissement des extrémités de la vis : tête de vis (1) ; extrémité canulée autoforante et autotaraudante (2) (Fischer et al. 2012).	120
Figure 60 : Principe de mise en place de la vis canulée (Headless Compression Screws 4.5 & 6.5 - Depuy Synthes - Catalogue PDF Documentation technique Brochure 2012).	121
Figure 61 : Grossissement des étapes 2 et 3 (Headless Compression Screws 4.5 & 6.5 - Depuy Synthes - Catalogue PDF Documentation technique Brochure 2012).	122
Figure 62 : Marquages colorés du tournevis canulé pour obtenir un enfouissement optimal de la vis (Headless Compression Screws 4.5 & 6.5 - Depuy Synthes - Catalogue PDF Documentation technique Brochure 2012).	123
Figure 63 : Mobile de fluoroscopie utilisé lors de la chirurgie de réduction et stabilisation de LSI (GE OEC compact 7700, Boston, Massachusetts, Etats-Unis).	124
Figure 64 : Position du mobile de fluoroscopie permettant une incidence latérale.	124
Figure 65 : Rotation de l'arceau du mobile de fluoroscopie à 90° autour du patient permettant une incidence dorso-ventrale sans mobilisation du patient.	125
Figure 66 : Mise en place d'un davier à mors point-pointe sur la tubérosité ischiatique pour réduire la LSI.	126
Figure 67 : Mise en place d'un davier à mors pointe pointe sur le grand trochanter pour réduire la LSI.	127
Figure 68 : Contrôle fluoroscopique de la bonne réduction de la LSI.	127
Figure 69 : Représentation des repères anatomiques pour le point d'insertion de l'implant (croix blanche).	128
Figure 70 : Mise en place de la broche de guidage et de fixation temporaire de la réduction de la LSI.	129
Figure 71 : Broche de guidage et de fixation temporaire de la réduction de la LSI positionnée à travers l'ilium et le corps vertébral de S1.	130
Figure 72 : Contrôle fluoroscopique du positionnement de la broche guide et de fixation temporaire de la réduction de la LSI.	131
Figure 73 : Insertion de la mèche canulée sur la broche guide.	132
Figure 74 : Réalisation du trou de forage avec la mèche canulée.	133
Figure 75 : Contrôle fluoroscopique du positionnement de la mèche canulée placée sur la broche de guidage temporaire.	133
Figure 76 : Mèche canulée retirée avec broche de guidage temporaire laissée en place.	134
Figure 77 : Insertion de la vis canulée sur la broche de guidage temporaire.	135
Figure 78 : Mise en place de la vis canulée.	136
Figure 79 : Manchon de compression maintenu en place sans poignée.	137
Figure 80 : Introduction du tournevis à tige canulée pour finir de visser l'implant.	138
Figure 81 : Dernier contrôle fluoroscopique du positionnement de la vis dans le corridor d'implantation.	139
Figure 82 : Représentation du déplacement entre l'ilium et le sacrum en pré-opératoire.	142
Figure 83 : Représentation des diamètres pelviens pré-opératoires.	143
Figure 84 : Représentation de la largeur des demi-canaux pelviens pré-opératoire.	144
Figure 85 : Représentation du déplacement entre l'ilium et le sacrum en postopératoire immédiat.	145

Figure 86 : Représentation des limites dorsale et ventrale du corps vertébral de S1.	146
Figure 87 : Représentation des limites crâniale et caudale du corps vertébral de S1.....	147
Figure 88 : Représentation des repères pour le calcul de l'ancrage de la vis dans le sacrum.....	148
Figure 89 : Représentation des diamètres pelviens postopératoires.....	149
Figure 90 : Représentation de la largeur des demi-canaux pelviens postopératoires.....	150
Figure 91 : Répartition des LSI unilatérales et bilatérales parmi les 11 chats.....	154
Figure 92 : Répartition des étiologies des LSI recensées chez 11 chats.....	155
Figure 93 : Nombre de vis de chaque longueur utilisée pour la stabilisation de l'ASI après réduction.....	158

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des âges d'ossification des épiphyses coxales chez le chien (Kumar 2015).....	48
Tableau 2 : Nerfs du plexus lombo-sacré, leur origine, trajet et organes innervés.....	61
Tableau 3 : Données épidémiologiques et anamnestiques des cas de l'étude.	156
Tableau 4 : Résultats des mesures pré-opératoires.	157
Tableau 5 : Résultats des mesures postopératoires immédiates.	159
Tableau 6 : Résultats des mesures lors du premier suivi postopératoire, à 7 semaines en moyenne après la chirurgie de réduction et fixation de la LSI.....	161

TABLE DES ABRÉVIATIONS

ACF	: Articulation Coxo-Fémorale
AFP	: Articulation Fémoro-Patellaire
AFT	: Articulation Fémoro-Tibiale
AI	: Ancrage de l'Implant
ASI	: Articulation Sacro-Iliaque
AVP	: Accident de la Voie Publique
DI	: Déplacement de l'Ilium
LSI	: Luxation Sacro-Iliaque
IDMC	: Index de Douleur Musculosquelettique du Chat
IV	: Intra-Veineuse
Lx	: Vertèbre lombaire numéro x
MP D/G	: Membre Pelvien droit/gauche
NL	: Noeud Lymphatique
PO	: <i>Per Os</i>
RDCP	: Ratio des Diamètres du Canal Pelvien
RLSI	: Réduction de la Luxation Sacro-Iliaque
RLDCP	: Ratio des Largeurs des Demi-Canaux Pelviens
S1	: Première vertèbre sacrale
SAI	: Surface Articulaire de l'Ilium
SAS	: Surface Articulaire du Sacrum
SC	: Sous-Cutanée

INTRODUCTION

La luxation sacro-iliaque est une affection osseuse très fréquemment rencontrée chez le chat accidenté. En effet, chez le chat, 32% des fractures touchent le bassin, et dans 59% à 93% des cas, une luxation sacro-iliaque est présente (Bird, de Vicente 2020).

Si le traitement chirurgical est celui qui permet aux chats une récupération rapide, les techniques chirurgicales sont très nombreuses et variées. Parmi celles-ci, la mise en place d'une vis en compression, traversant l'aile de l'ilium et l'aile du sacrum au niveau de l'ASI, est la technique la plus utilisée à ce jour. Il s'agit là d'une réduction et d'une stabilisation ouverte dont la réalisation est complexe et nécessite une grande précision afin de ne pas léser les organes adjacents et assurer une bonne stabilité de la réduction.

Afin de rendre cette procédure plus précise et plus sûre, le recours à la fluoroscopie a été employé chez le chien et dans une moindre mesure chez le chat (Déjardin et al. 2016; Fischer et al. 2012). Les études décrivant l'utilisation de la fluoroscopie pour la mise en place d'une vis en compression chez le chat ainsi que le suivi clinique et radiographique des patients à moyen terme sont manquantes. Le but de notre étude est ainsi de décrire et d'évaluer, à court et moyen terme, une technique chirurgicale mini-invasive, consistant à réduire et stabiliser une LSI avec une vis canulée sans tête de 2,4 mm de diamètre, chez le chat.

**PARTIE 1 : ANATOMIE DU BASSIN ET
DESCRIPTION DE LA LUXATION SACRO-ILIAQUE
CHEZ LE CHAT**

1. Rappels anatomiques des éléments constitutifs du bassin

De nombreuses données anatomiques spécifiques au chat n'apparaissent pas dans les livres d'anatomie. Ainsi, par généralité, ce sont les données anatomiques du chien qui seront décrites dans cette partie, en signalant les particularités spécifiques au chat, lorsque celles-ci existent et sont décrites.

1.1. Structures osseuses

Le bassin osseux est un ensemble constitué de plusieurs os : deux os coxaux symétriques, droite et gauche, réunis par la symphyse pelvienne ventralement ; le sacrum et les premières vertèbres caudales. Tous ces os forment ensemble la cavité pelvienne, délimitée ventralement par les coxaux droit et gauche, et dorsalement par le sacrum et les premières vertèbres caudales.

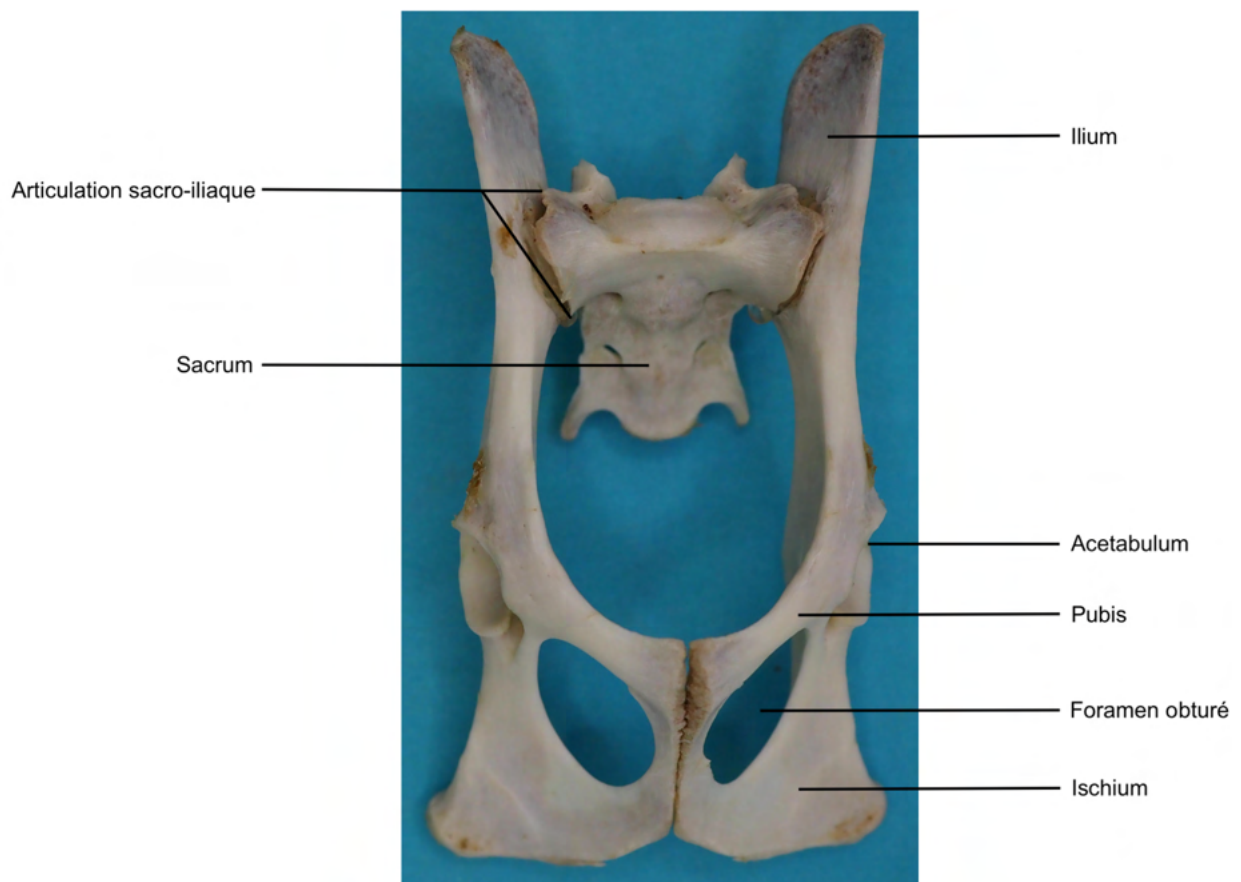


Figure 1 : Bassin osseux de chat en vue ventrale (Service d'anatomie comparée, Oniris).

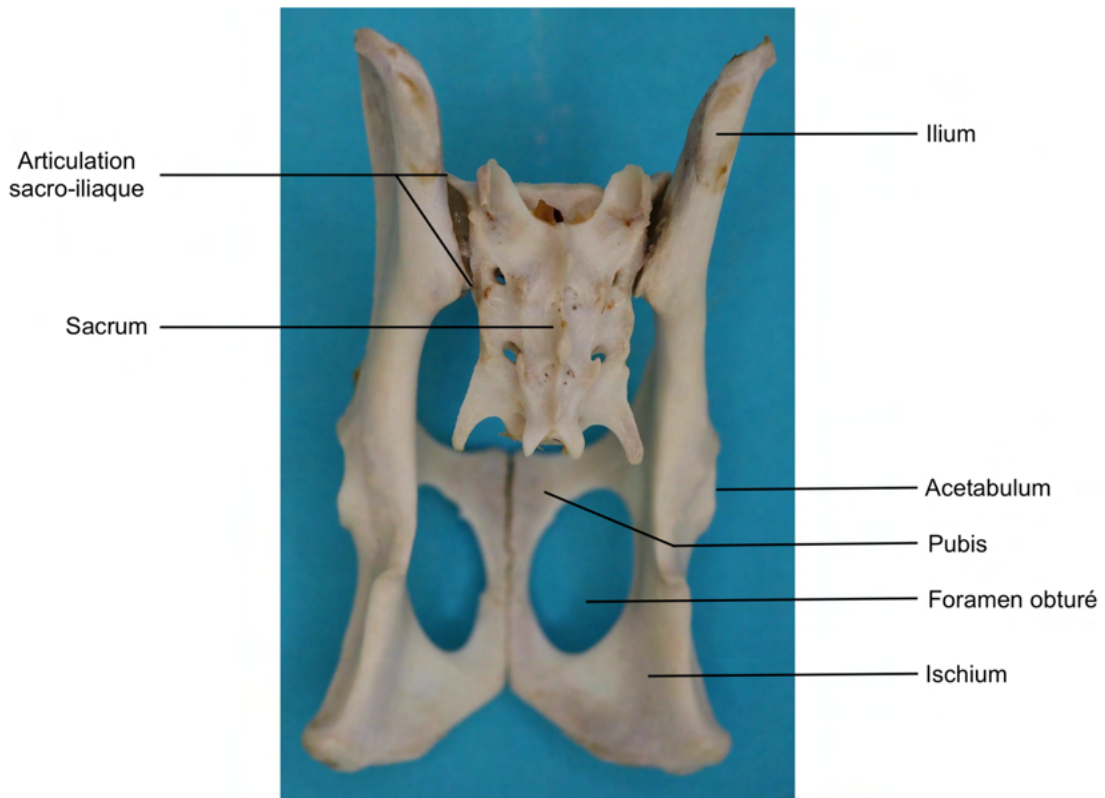


Figure 2 : Bassin osseux de chat en vue dorsale (Service d'anatomie comparée, Oniris).

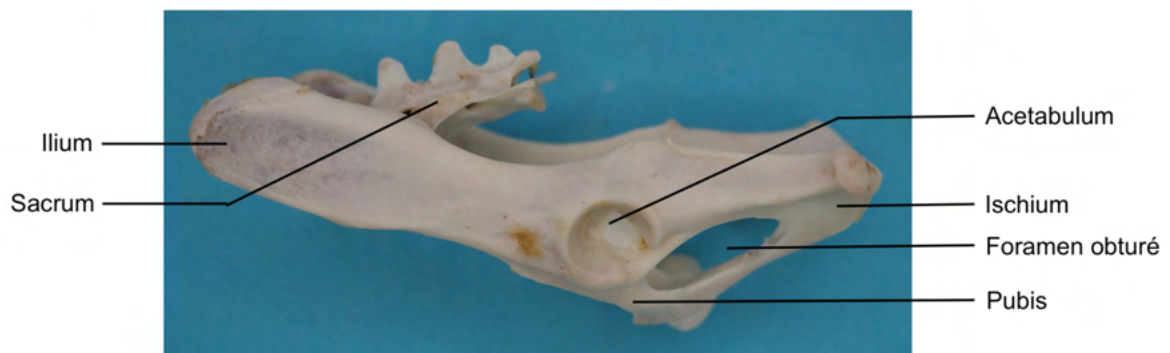


Figure 3 : Bassin osseux de chat en vue latérale gauche (Service d'anatomie comparée, Oniris).

1.1.1. Les coxaux

Le coxal est un os plat de forme irrégulière, qui est constitué par l'assemblage de trois os : l'ilium, l'ischium et le pubis. Ces trois os sont fusionnés et se réunissent au niveau de la surface articulaire avec le fémur, appelée acétabulum. Ainsi, chaque coxal présente une partie moyenne ou acétabulaire, et deux extrémités très élargies, iliaque cranio-dorsalement et ischio-pubienne ventro-caudalement (Barone 2010; Liebich, König 2020).

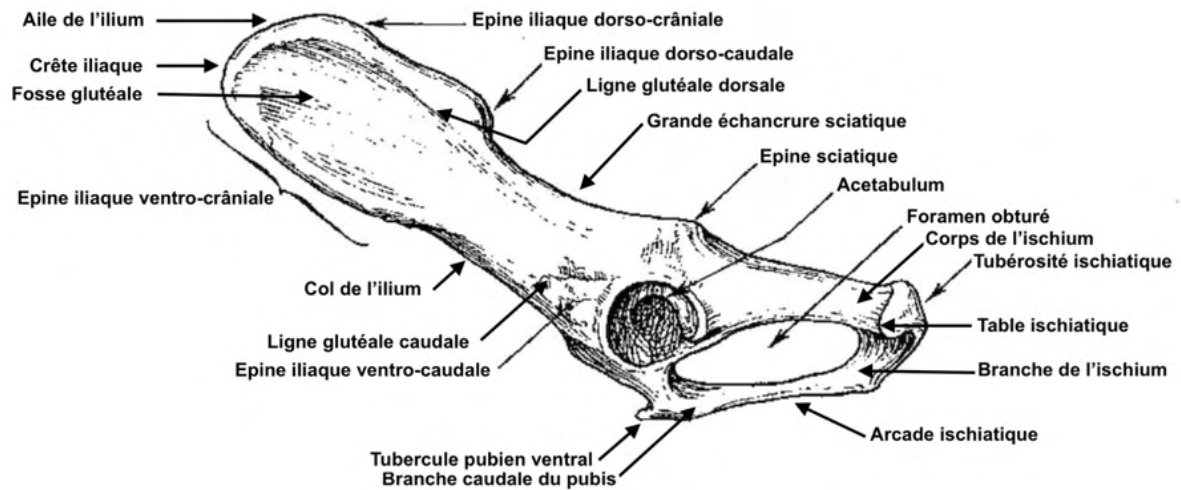


Figure 4 : Os coxal gauche de chat en vue latérale, modifiée d'après Barone (Barone 2010).

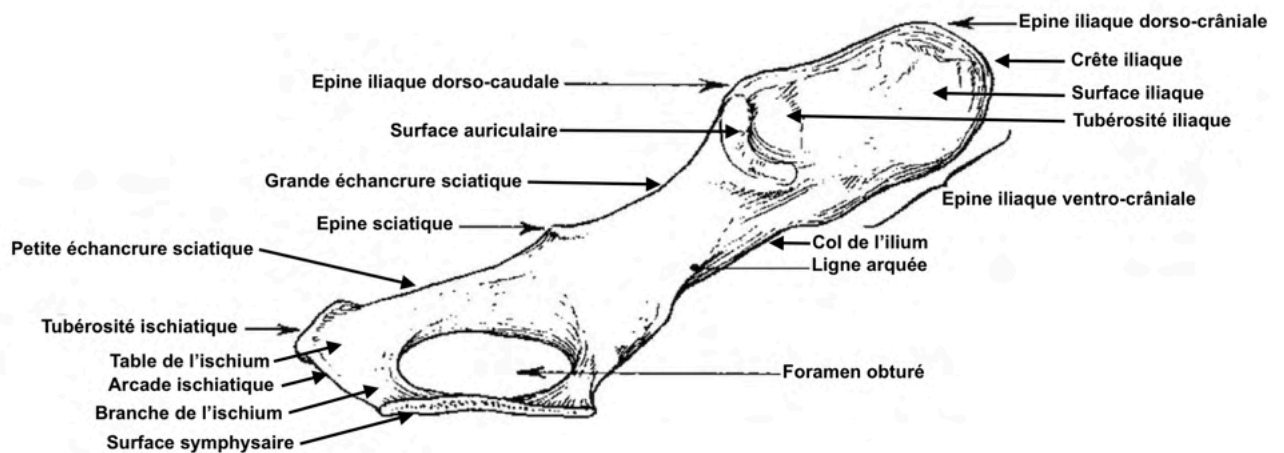


Figure 5 : Os coxal gauche de chat en vue médiale, modifiée d'après Barone (Barone 2010).

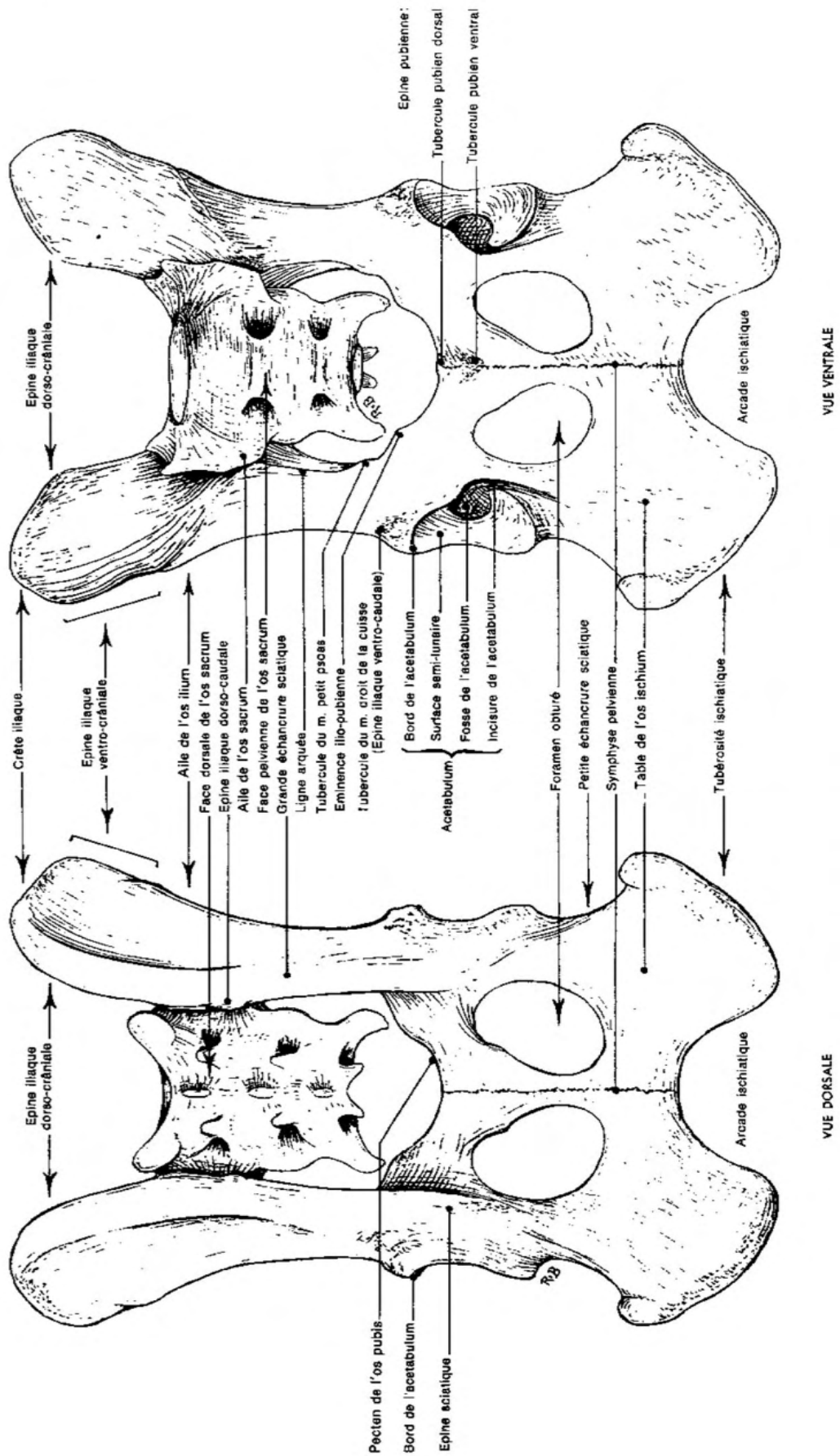


Figure 6 : Bassin osseux en vue dorsale et ventrale (Barone 2010).

1.1.1.1. L'ilium

L'ilium s'étend ventro-dorsalement depuis l'acétabulum jusqu'au sacrum, et forme la partie dorso-crâniale du coxal. Il est composé d'une partie cranio-dorsale, plate et large, appelée aile de l'ilium, et d'une partie caudale, nommée corps de l'ilium. L'aile de l'ilium est orientée de façon presque sagittale chez le chien et le chat.

L'ilium est délimité par trois bords : le bord crânial appelé crête iliaque, épaisse et rugueuse ; le bord ventral qui s'étend de l'épine iliaque ventro-crâniale à l'acétabulum ; et le bord dorsal qui part de l'épine iliaque dorso-crâniale à l'épine sciatique. On distingue ainsi trois angles : l'angle latéro-ventral correspondant à l'épine iliaque ventro-crâniale, déterminant le relief de la hanche ; l'angle médio-dorsal formé par l'épine iliaque dorso-crâniale, qui apparaît arrondi et mal défini chez les carnivores ; et l'angle caudal qui forme le col de l'ilium et qui se termine au niveau de la région acétabulaire.

L'ilium possède deux faces. La face externe, appelée également face glutéale, est le point d'attache des muscles glutéaux. Elle possède trois lignes d'insertion convexes dorsalement chez les carnivores, appelées lignes glutéales. La face interne, ou face sacro-pelvienne, est quant à elle divisée en deux parties. Sa partie médio-ventrale permet l'insertion de nombreux muscles pelviens, alors que sa partie médio-dorsale, porte une surface articulaire et la tubérosité iliaque, destinées à articuler l'ilium avec l'aile du sacrum (Barone 2010; Liebich, König 2020).

1.1.1.2. Le pubis

Le pubis est un os en forme de L, qui se situe cranio-médialement à l'ilium et qui participe à la formation de plus de la moitié du foramen obturé, ainsi qu'à la partie crâniale de la symphyse pelvienne. Il est constitué du corps et d'une lame triangulaire soudée à la partie acétabulaire par la branche crâniale, et à l'ischium par une branche caudale. Les deux pubis de chaque coxal se rejoignent pour former la symphyse pubienne, partie crâniale de la symphyse pelvienne (Barone 2010; Kumar 2015; Liebich, König 2020).

1.1.1.3. L'ischium

L'ischium forme la partie caudale du coxal. Il est constitué d'une table qui s'étend crânialement en deux prolongements qui encadrent le foramen obturé : le prolongement latéral forme le corps de l'ischium, et le prolongement médial constitue la branche de l'ischium. Le corps de l'ischium participe à la formation de l'acétabulum par sa partie crâniale alors que la branche de l'ischium rejoint le pubis.

Le bord crânial de l'ischium délimite le foramen obturé, alors que le bord caudal forme l'arcade ischiatique. Son bord latéral forme la petite échancrure sciatique et son bord médial forme la partie caudale de la symphyse pelvienne. L'angle latéro-caudal de l'ischium est particulièrement volumineux et constitue la tubérosité ischiatique. Enfin, la face ventrale de l'ischium est le site de nombreuses insertions musculaires (Barone 2010; Kumar 2015; Liebich, König 2020).

1.1.1.4. L'acétabulum

L'acétabulum est une cavité large et profonde, orientée ventro-latéralement, formée par les trois os constitutifs du coxal et d'un os supplémentaire chez les carnivores, le petit os acétabulaire, au centre de la cavité. Le corps de l'ilium forme sa partie cranio-latérale, le corps de l'ischium sa partie caudo-latérale et le corps du pubis sa partie médiale. La cavité acétabulaire est délimitée par un bord saillant circulaire, rugueux sur le revers externe et lisse sur le revers interne, qui appartient à la surface articulaire. Ce relief est interrompu caudo-ventralement par l'incisure acétabulaire. La cavité acétabulaire présente également une surface articulaire semi lunaire qui entoure la fosse acétabulaire. Cette fosse acétabulaire se trouve au centre de la cavité acétabulaire et n'est, quant à elle, pas une surface articulaire (Barone 2010; Kumar 2015; Liebich, König 2020).

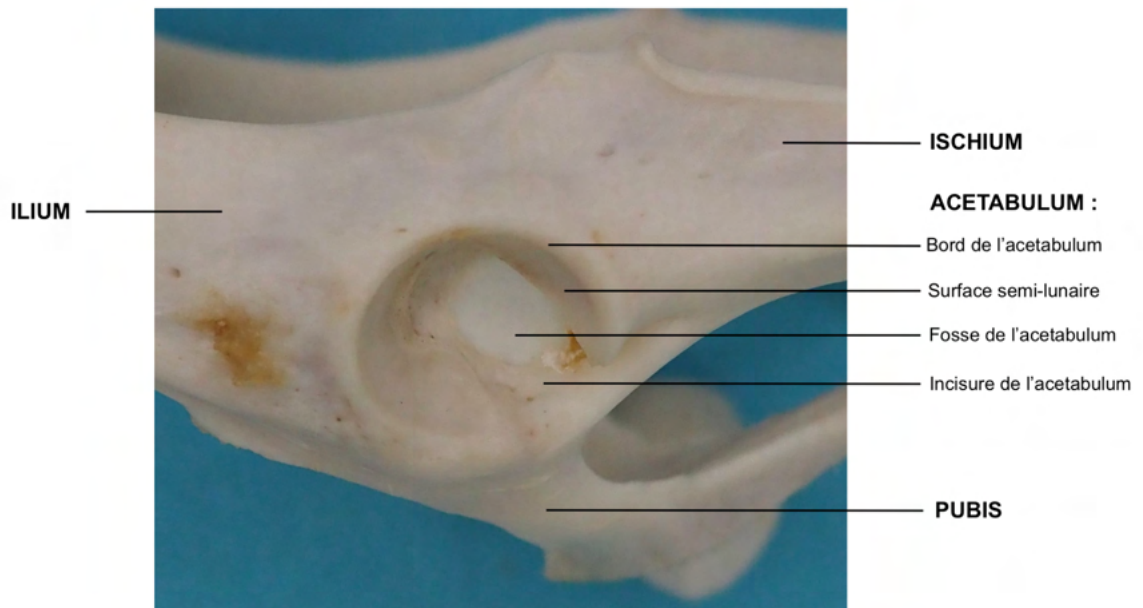


Figure 7 : L'acetabulum de chat (Service d'anatomie comparée, Oniris).

1.1.2. Le sacrum

Le sacrum résulte quant à lui de la soudure des trois vertèbres sacrées chez le chien et le chat, fusion généralement terminée à un an et demi chez les carnivores. Le sacrum constitue la majeure partie du toit du bassin osseux. Il est de forme quadrilatérale chez les carnivores et il est formé d'une base, les corps osseux des vertèbres sacrées, des processus transverses latéralement et des processus épineux dorsalement. Il s'articule crânialement avec la dernière vertèbre lombaire et caudalement avec la première vertèbre caudale.

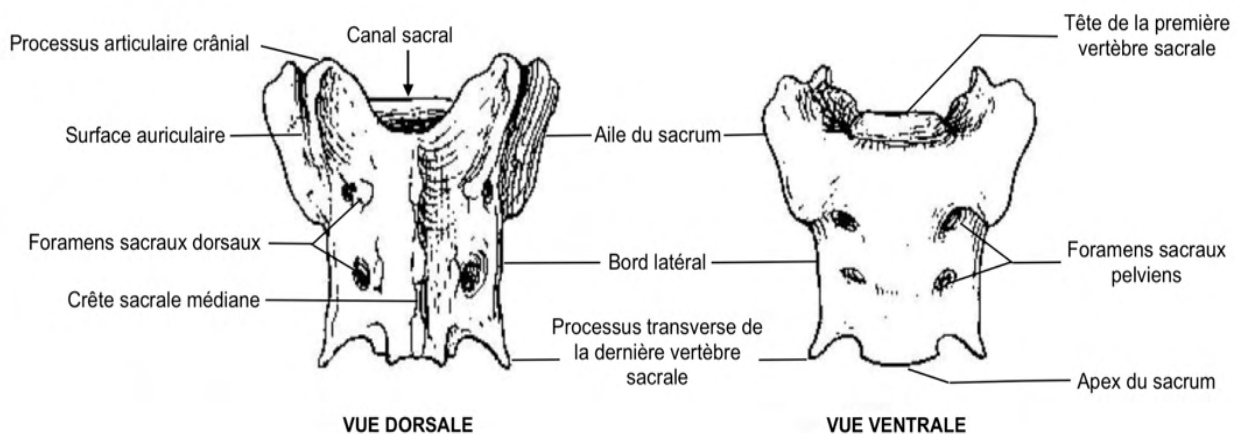


Figure 8 : Sacrum de chat en vue dorsale et ventrale, modifiée d'après Barone (Barone 2010).

Les parties latérales du sacrum sont formées par la fusion des processus transverses de chaque vertèbre sacrée dont les deux premières, chez les carnivores, donnent naissance à deux ailes bilatérales. Ces dernières possèdent chacune une surface articulaire sur leur face dorsale, appelée surface auriculaire, répondant à une surface similaire sur le coxal correspondant.

La face dorsale montre sur le plan médian la série des processus épineux sacraux séparés chez le chat, formant la crête sacrale médiane. De part et d'autre de cette crête, se trouvent des foramens permettant le passage des rameaux dorsaux des nerfs spinaux du plexus lombosacré. De même, la face ventrale du sacrum, lisse et légèrement concave dans le plan sagittal, possède des foramens laissant échapper les rameaux ventraux des nerfs spinaux. Tous ces foramens donnent accès au canal sacral, partie pré-terminale du canal vertébral (Barone 2010; Liebich, König 2020).

1.1.3. Les premières vertèbres caudales

Le chat possède entre 20 et 24 vertèbres caudales, alors que le chien en possède 18 à 22. Les premières constituent la partie caudale du toit du bassin osseux. Les vertèbres caudales, ou coccygiennes, subissent une simplification de leur forme, dans la direction cranio-caudale, de sorte que la dernière vertèbre caudale soit de forme cylindrique. Les premières ont donc une architecture plus caractéristique des vertèbres, avec un corps, un processus épineux et des processus transverses (Barone 2010; Liebich, König 2020).

1.2. Les articulations du bassin

1.2.1. Articulation sacro-iliaque

L'articulation sacro-iliaque permet une jonction rigide entre le sacrum et l'ilium. Elle est constituée de deux portions distinctes, une partie synoviale et une partie fibrocartilagineuse (Fossum et al. 2019).

1.2.1.1. Surfaces articulaires de l'ilium et du sacrum

Le sacrum répond à la surface articulaire de l'ilium par sa surface auriculaire, située sur la face dorsale des ailes du sacrum. Une portion de cette surface articulaire appartient à la partie synoviale de l'articulation. Elle est constituée d'une surface lisse de cartilage hyalin et prend la forme d'un croissant.

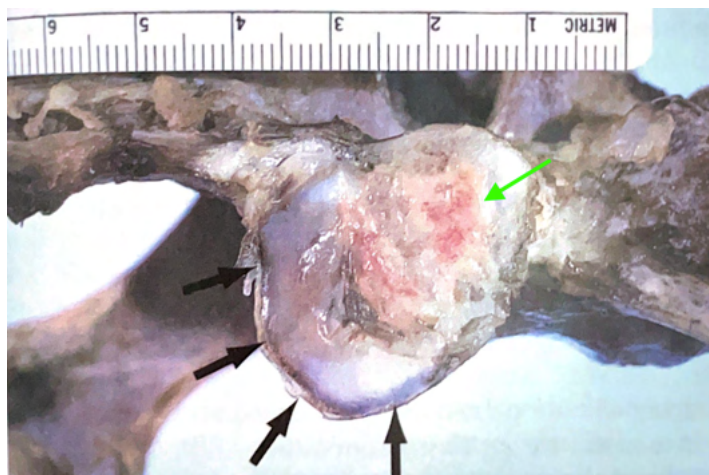


Figure 9 : Surface articulaire du sacrum répondant à celle de l'ilium pour former l'articulation sacro-iliaque (Fossum et al. 2019).

La partie synoviale en forme de C est indiquée par les flèches noires et la partie fibreuse par la flèche verte.

L'autre partie, fibreuse, est située dorsalement à la partie synoviale depuis la concavité du croissant. Il s'agit d'une partie rugueuse formée par une synostose fibrocartilagineuse.

La surface articulaire de l'ilium, située en face pelvienne, répond à celle du sacrum, grâce à une architecture similaire.

1.2.1.2. Partie synoviale

La portion synoviale de l'articulation sacro-iliaque est peu étendue. La cavité synoviale est en réalité une fente entre les surfaces cartilagineuses du sacrum et de l'ilium. Elle est délimitée par une membrane synoviale peu étendue et par une capsule articulaire très fine.

1.2.1.3. Partie fibreuse : ligaments sacro-iliaques

Cette portion, dorso-crâniale à la portion synoviale, est constituée de trois ligaments: le ligament sacro-iliaque ventral, le ligament sacro-iliaque interosseux et le ligament sacro-iliaque dorsal.

Le **ligament sacro-iliaque ventral** est divisé en deux parties chez les carnivores, l'une crâniale et l'autre caudale. Il double la fine capsule articulaire et se porte de façon oblique entre l'ilium et le sacrum, le long de la marge endopelvienne de leur surface auriculaire.

Le **ligament sacro-iliaque interosseux**, fibrocartilagineux et très large, comble les surfaces rugueuses dorsales aux surfaces auriculaires du sacrum et de l'ilium.

Le **ligament sacro-iliaque dorsal** est divisé en une partie courte et une partie longue. La partie courte est large et très forte chez le chat, et possède une attache dorsale à la surface auriculaire de l'ilium ainsi qu'à la partie adjacente de l'épine iliaque dorso-crâniale, pour relier le sacrum sur l'ensemble du bord du processus transverse de la première vertèbre sacrale. La partie longue est peu distincte chez le chat, et part dorso-caudalement à la partie courte pour s'attacher uniquement à la partie crâniale la seconde vertèbre sacrale.

Ces ligaments confèrent ainsi à l'articulation sacro-iliaque une rigidité importante, permettant le transfert des efforts propulsifs des membres pelviens à la colonne vertébrale (Barone 2020).

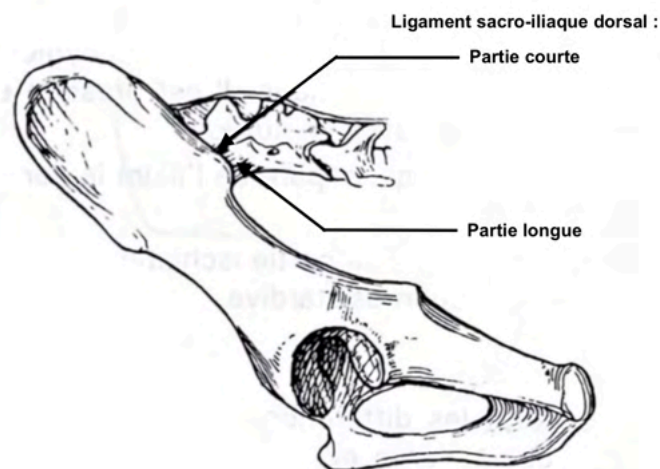


Figure 10 : Ligaments de l'articulation sacro-iliaque du chat en vue latérale gauche, modifiée d'après Barone (Barone 2010).

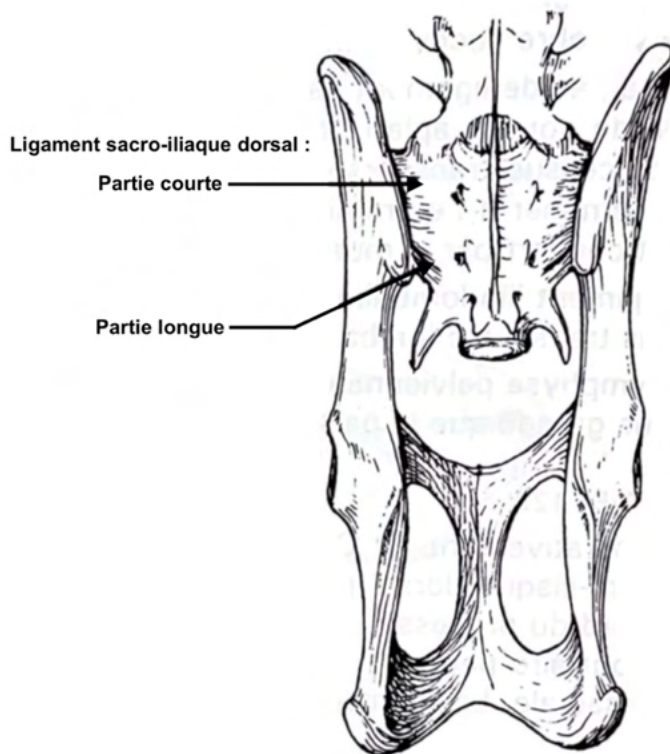


Figure 11 : Ligaments de l'articulation sacro-iliaque du chat en vue dorsale, modifiée d'après Barone (Barone 2010).

1.2.1.4. Autres moyens d'union

Ces autres moyens d'union de l'articulation sacro-iliaque sont des structures qui n'appartiennent pas directement à cette articulation mais qui lui confèrent une stabilité. Il s'agit de ligaments ainsi que de muscles.

1.2.1.4.1. Ligament ilio-lombaire

L'unique ligament chez le chat est le ligament ilio-lombaire, le ligament sacro-tubéral n'existant pas dans cette espèce. Il relie les derniers processus lombaires au revers ventral de la crête iliaque. Son rôle est par ailleurs considéré comme négligeable (Barone 2020).

1.2.1.4.2. Muscles du bassin

Un certain nombre de muscles du bassin permettent de renforcer l'articulation sacro-iliaque, en solidarissant encore plus le sacrum et l'ilium entre eux. Il s'agit en particulier des muscles suivants : psoas, iliaque, *erector spinae*, fessiers moyen et superficiel.

1.2.2. Synostoses coxales et symphyse pelvienne

Chez le jeune animal, les trois os constitutifs d'un coxal possèdent chacun leur centre d'ossification, au niveau de la partie acétabulaire, et sont séparés par un cartilage de croissance, ce qui permet l'extension osseuse au cours de la croissance. À l'âge adulte, ces trois os sont totalement fusionnés et se réunissent au niveau de l'acétabulum.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des âges d'ossification des épiphyses coxales chez le chien (Kumar 2015).

Centre d'ossification	Age d'ossification chez le chien (en mois)
Crête iliaque	24-36
Tubérosité ischiatique	10-12
Symphyse pubienne	4-5
Acétabulum	3-5

Le pubis et l'ischium de chaque coxal se réunissent ventralement au niveau de la symphyse pelvienne. Il s'agit d'une articulation fibrocartilagineuse s'ossifiant en synostose avec l'âge pour sa partie crâniale. Elle est solide mais non rigide afin de permettre une ouverture de la cavité pelvienne sous influence hormonale lors de la parturition. La symphyse pelvienne peut être divisée en deux parties : une partie crâniale appelée symphyse pubienne ; et une partie caudale appelée symphyse ischiatique. L'union est renforcée par la présence de ligaments périphériques : des faisceaux fibreux transversaux à la face ventrale et dorsale ; le tendon prépubien ; et le ligament arqué ischiatique (Kumar 2015; Liebich, König 2020; Barone 2020).

1.2.3. Articulation coxo-fémorale

L'articulation coxo-fémorale est sphéroïde, et permet la jonction de l'acétabulum du coxal à la tête du fémur. La surface articulaire semi lunaire de l'acétabulum est lisse et recouverte d'un fibrocartilage, appelé labrum acétabulaire. Elle est le point d'attache de la capsule articulaire avec le fémur au niveau de son bord. De plus, deux ligaments viennent renforcer cette articulation synoviale chez les carnivores. Il s'agit tout d'abord du ligament de la tête du fémur qui s'étend de la fovéa, sur la tête du fémur, à la fosse acétabulaire. Il se trouve en grande partie à l'intérieur de la capsule articulaire et est recouvert par la membrane synoviale. Ensuite, il s'agit du ligament accessoire du fémur qui s'étend le long de l'échancrure acétabulaire.

Il faut noter que cette articulation permet essentiellement des mouvements de flexion et d'extension, bien qu'elle permette tout de même d'assurer une large gamme de mouvements chez les carnivores (Barone 2010; Liebich, König 2020).

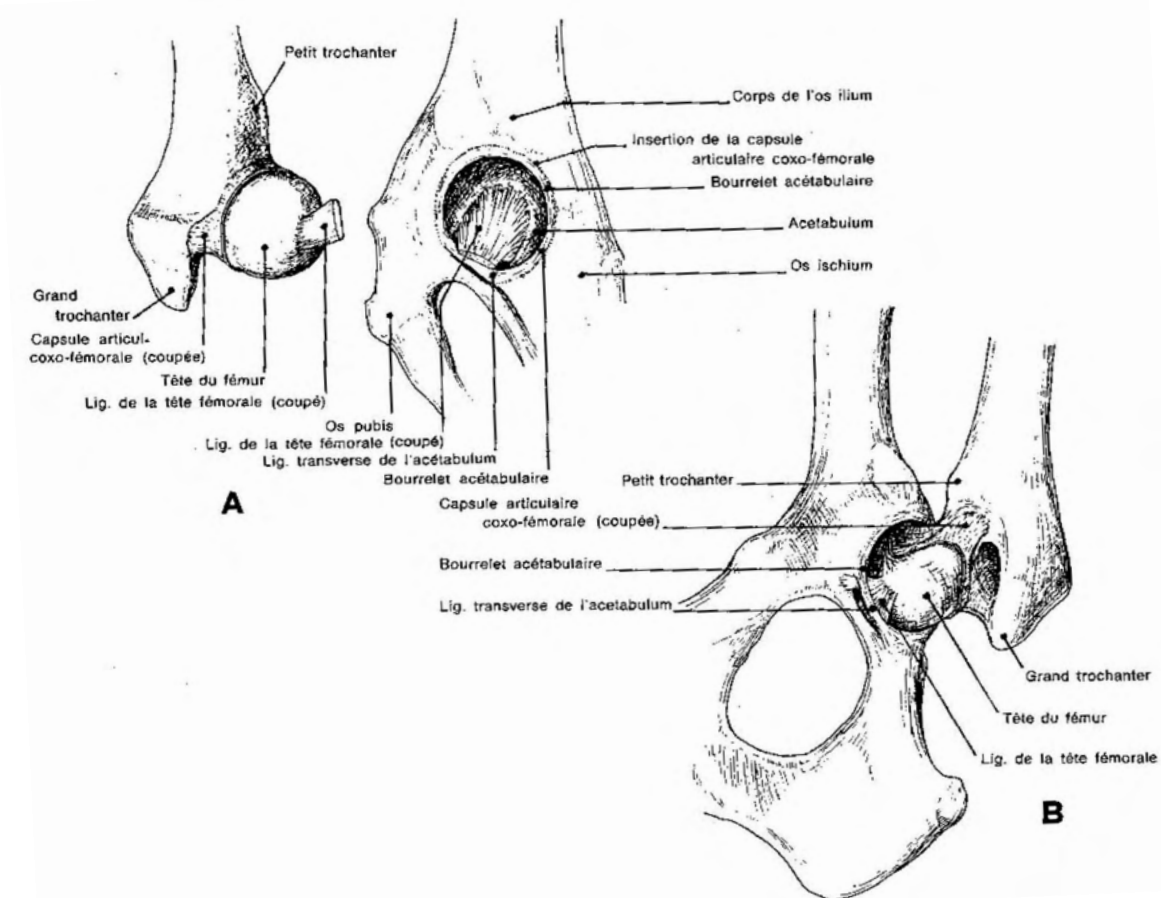


Figure 12 : L'articulation coxo-fémorale. Surfaces articulaires disjointes (A) et ligaments vus après ablation partielle de la capsule en vue ventrale (B) (Barone 2010).

1.2.4. Articulation sacro-coccygienne

Elle est constituée d'un disque intervertébral et d'un ensemble de faisceaux fibreux qui relie le sacrum aux premières vertèbres coccygiennes, formant les ligaments longitudinaux dorsal et ventral. Il existe également des petites articulations synoviales au niveau des processus articulaires, ainsi que des ligaments inter-lamellaires, supra-épineux et inter-épineux.

1.3. Muscles de la région du bassin

Le bassin osseux constitue le point d'attache de nombreux muscles assurant la mobilisation du membre pelvien. Nous nous intéresserons aux muscles du bassin à proprement parler, aux muscles ilio-lombaires ainsi qu'aux muscles dorso-lombaires, du fait de leur proximité avec l'articulation sacro-iliaque.

1.3.1. Muscles du bassin

Ces muscles sont groupés autour de l'os coxal du bassin, sur lequel ils trouvent leur origine. Ils ont la particularité de prendre fin au niveau de l'extrémité proximale du fémur et ce sont les muscles moteurs de l'articulation coxo-fémorale. Ainsi, deux groupes de muscles du bassin peuvent être décrits : les muscles fessiers et les muscles pelviens profonds (Barone 2020).

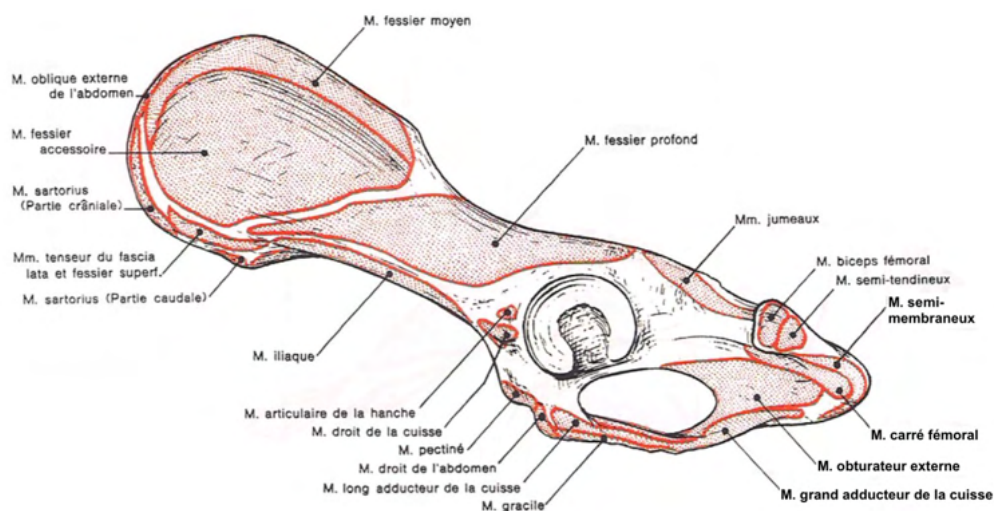


Figure 13 : Insertions musculaires sur l'os coxal en vue latérale (Barone 2010).

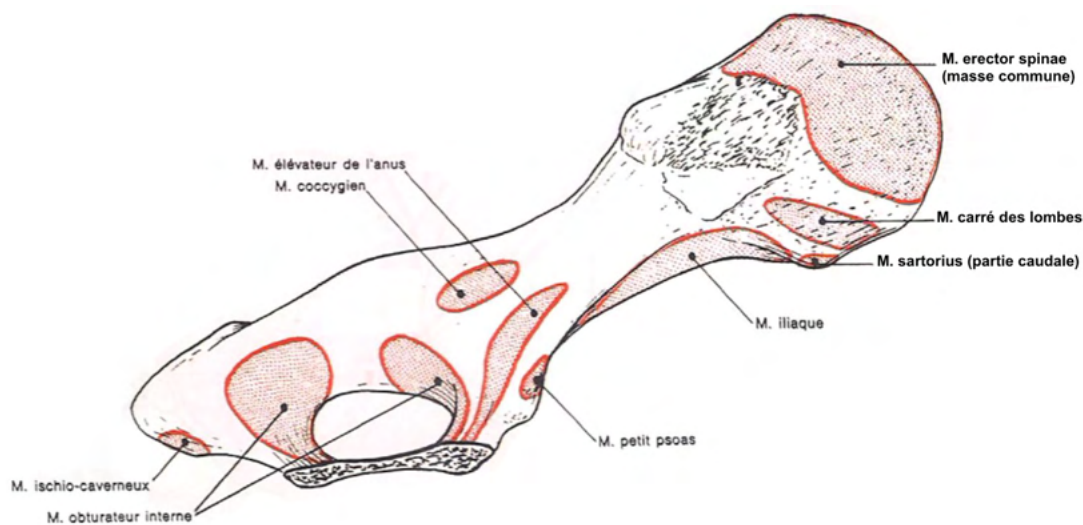


Figure 14 : Insertions musculaires sur l'os coxal en vue médiale (Barone 2010).

1.3.1.1. Muscles fessiers

Les muscles fessiers, également appelés muscles glutéaux, constituent le plus volumineux groupe des muscles du bassin et donnent la conformation à la région de la croupe. Il en existe quatre : le fessier superficiel, le fessier moyen, le fessier accessoire et enfin le fessier profond.

Le **muscle fessier superficiel** est mince et faible chez les carnivores. Chez le chien et le chat, sa portion charnue est divisée en deux parties : une branche crâniale qui s'unit au muscle tenseur du *fascia lata* pour s'insérer à l'angle de l'ACF ; et une branche dorso-médiale plus large et épaisse qui part de l'épine iliaque dorso-crâniale, de la région sacrale et du début du fascia coccygien. Ces deux dernières parties sont unies par une aponévrose qui laisse visible sous elle le muscle fessier moyen. Elles se rassemblent enfin distalement sur une lame tendineuse qui s'attache à la branche latérale de la bifurcation proximale de la ligne âpre du fémur, en continuité avec le *fascia lata*. Le muscle fessier superficiel est abducteur de l'ACF et accessoirement rotateur. Il est innervé par le nerf fessier caudal, et est irrigué par des rameaux superficiels des vaisseaux glutéaux.

Les muscles fessiers moyen et accessoire sont intimement unis chez les carnivores, mais se séparent au niveau de leur tendons à leurs extrémités distales.

Le **muscle fessier moyen** est large mais court, et prend son origine sur la partie dorso-crâniale de l'aile de l'ilium, au niveau de la surface dorsale à la ligne glutéale dorsale, et ne s'étend pas au-delà de la crête iliaque chez les carnivores. Il se termine par un tendon qui s'insère sur le sommet du grand trochanter. Sa fonction consiste essentiellement en l'extension de l'ACF, ainsi qu'à la rotation interne du fémur. Il est innervé par les nerfs fessiers crânial et caudal, et est irrigué par l'artère glutéale crâniale.

Le **muscle fessier accessoire** est quant à lui un peu plus épais que le précédent. Il trouve son origine sur la partie ventrale de la face glutéale de l'ilium, dorsalement à la ligne glutéale ventrale. Il s'insère ensuite sur la crête du grand trochanter. Il s'agit d'un abducteur et un rotateur interne du fémur. Le nerf fessier crânial innerve ce dernier et l'artère glutéale crâniale assure son irrigation.

Le **muscle fessier profond** est bien développé et s'étend de l'épine iliaque ventro-crâniale jusqu'au voisinage de l'épine sciatique en recouvrant une partie de la face glutéale et du col de l'ilium. Il s'insère ensuite via son tendon sur le grand trochanter, distalement à celui du muscle fessier accessoire. Il assure principalement l'abduction de la cuisse et accessoirement sa rotation interne. Il reçoit l'innervation du nerf glutéal crânial et il est irrigué par l'artère glutéale crâniale (Barone 2010).

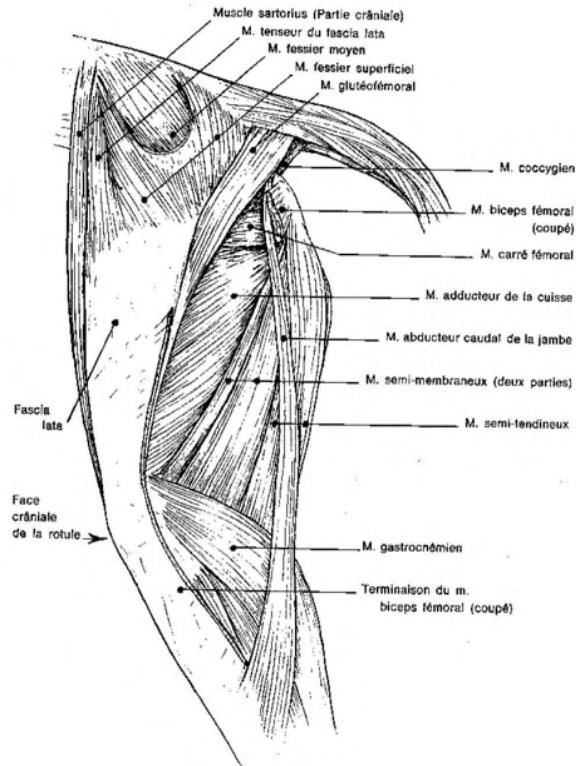


Figure 15 : *Muscles du bassin et de la cuisse de chat en vue latérale (Barone 2010).*

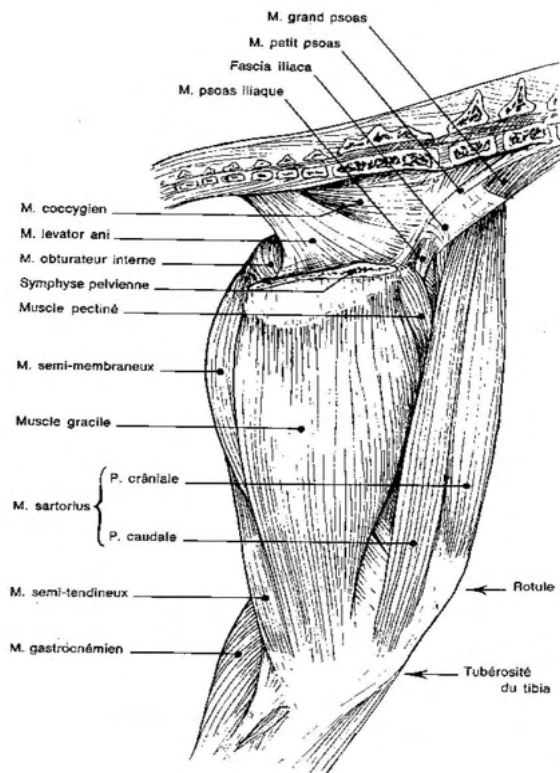


Figure 16 : *Muscles du bassin et de la cuisse de chat en vue médiale (Barone 2010).*

1.3.1.2. Muscles pelviens profonds

Il s'agit d'un ensemble de muscles que l'on retrouve au niveau de l'ACF, et qui est composé des muscles suivants : piriforme, obturateur interne, jumeaux, obturateur externe, carré fémoral et articulaire de la hanche.

Le **muscle piriforme** possède un corps charnu bien développé que le muscle glutéal moyen cache en partie. Il part de la face ventrale des processus transverses des deux dernières vertèbres sacrales ainsi que de la première vertèbre coccygienne, pour rejoindre, via son tendon, la terminaison du muscle fessier moyen et s'attacher au sommet du grand trochanter. Il assure l'abduction et l'extension du fémur. Ce muscle est innervé par le nerf glutéal caudal et il est irrigué par l'artère glutéale crâniale.

Le **muscle obturateur interne** est caractérisé par un corps charnu large, rayonné et mince. Ses faisceaux charnus partent de la face endopelvienne du pubis et de l'ischium, autour du foramen obturé. Il sort du bassin par la petite ouverture sciatique pour rejoindre la fosse trochantérique, via son tendon, proche de celui de l'obturateur externe. Sa partie iliaque n'est pas isolée et ne remonte pas sur le col de l'ilium chez les carnivores. Il s'agit d'un rotateur et d'un abducteur de la cuisse. Il est innervé par le nerf sciatique et il est irrigué par l'artère obturatrice.

Les **muscles jumeaux** sont deux petits corps charnus qui partent du bord latéral de l'ischium, ventralement à la petite incisure sciatique, pour rejoindre le tendon de l'obturateur interne et ainsi la fosse trochantérique. Ils sont rotateurs et abducteurs de la cuisse. Ils sont innervés par le nerf sciatique et ils sont irrigués par l'artère obturatrice.

Le **muscle obturateur externe** qui est plus épais que l'obturateur interne, est aplati dorso-ventralement. Il trouve son origine sur la face ventrale de l'ischium et du pubis, autour du foramen obturé. Son tendon se termine dans la fosse trochantérique. Ce dernier est rotateur et adducteur de la cuisse. Il est innervé par le nerf obturateur et il est irrigué par l'artère obturatrice.

Le **muscle carré fémoral** est relativement épais et large. Il s'étend de la face ventrale de l'ischium, légèrement au-devant de la tubérosité ischiatique, à la face caudale de l'extrémité proximale du fémur, distalement à la fosse trochantérique. Il a pour rôle

l'extension, l'adduction et la rotation externe de la cuisse. Il est innervé par le muscle sciatique et il est irrigué par l'artère obturatrice.

Le **muscle articulaire de la hanche** est composé d'un petit corps charnu et naît au-dessus du bord de l'acétabulum sur l'ilium, pour se terminer sur l'extrémité proximale du bord crânial du fémur. Il n'a pas de fonction décrite à ce jour et il est innervé par un rameau du nerf glutéal crânial (Barone 2010).

1.3.2. Muscles ilio-lombaires

Ces muscles forment la paroi dorsale de la cavité abdominale et encadrent le détroit crânial du bassin. On distingue deux groupes de muscles sous le revêtement du *fascia iliaca*: le premier est composé des muscles petit et grand psoas qui s'unit au muscle iliaque, formant ainsi l'ilio-psoas ; le second, au contact des processus transverses des vertèbres lombaires, est constitué des muscles carré des lombes et intertransversaires des lombes.

Le **muscle petit psoas**, situé sur le côté des vertèbres lombaires et généralement adhérent au *fascia iliaca*, possède un corps charnu fusiforme qui s'étend depuis l'aponévrose du muscle carré des lombes, des corps de la dernière vertèbre thoracique et des quatre ou cinq premières vertèbres lombaires. Il se termine sur le tubercule du petit psoas, situé au bord crânial de la partie acétabulaire du coxal. Il assure la flexion du bassin, de la colonne vertébrale ainsi que son inclinaison latérale. Il est innervé par les derniers nerfs intercostaux et les racines ventrales des nerfs lombaires. Son irrigation est assurée par les branches des derniers vaisseaux intercostaux ainsi que par les vaisseaux costo-abdominaux.

Le **muscle grand psoas** est situé dorsolatéralement au précédent et est faible et court chez les carnivores. Il débute par une lame aponévrotique à la surface du muscle carré des lombes au niveau de la seconde ou troisième vertèbre lombaire, puis s'attache ensuite aux trois ou quatre corps vertébraux lombaires. Il se termine en commun avec le muscle iliaque sur le petit trochanter. Il permet de fléchir la cuisse sur le bassin, la rotation externe de la cuisse et la flexion de la région lombaire. Il est irrigué et innervé par les mêmes structures que celles du muscles petit psoas.

Le **muscle iliaque** est également faible et largement uni au muscle grand psoas chez les carnivores, ce qui lui vaut la nomination de muscle ilio-psoas. Son origine est localisée sur la fosse iliaque située à la face pelvienne de l'ilium jusqu'au bord de la crête iliaque, et il atteint l'angle de la hanche, sur le ligament sacro-iliaque ventral ainsi qu'une petite surface adjacente du sacrum. Il se termine sur le petit trochanter. Il assure la flexion et la rotation latérale de la cuisse ainsi que la flexion du bassin sur la cuisse. Il est innervé par les branches ventrales des derniers nerfs lombaires et accessoirement par le nerf fémoral. Il est irrigué par les artères lombaires et circonflexes iliaques profondes.

Le **muscle carré des lombes**, très développé chez les carnivores, est plaqué contre la face ventrale des processus transverses lombaires. Il part de la crête iliaque et de la face ventrale des processus transverses des vertèbres lombaires. Il se termine ensuite sur les dernières côtes, et particulièrement sur l'avant dernière pour la partie ilio-costale chez les carnivores. Ce muscle assure la flexion de la colonne vertébrale, son inclinaison sur le côté et tire les côtes en arrière afin de contribuer à la respiration. L'innervation et la vascularisation sont apportées par des rameaux des branches ventrales des vaisseaux et nerfs lombaires. Les derniers vaisseaux et nerfs intercostaux participent de façon secondaire à l'irrigation et l'innervation du muscle carré des lombes.

Les **muscles intertransversaires des lombes** sont peu développés chez les carnivores. Leurs fines lames charnues, mêlées de fibres aponévrotiques, se situent entre les processus transverses des vertèbres lombaires et entre la dernière lombaire et le sacrum. Ils rapprochent donc les processus transverses en permettant une inclinaison latérale de la région où ils se trouvent. L'innervation et la vascularisation sont assurées par les branches ventrales des nerfs et vaisseaux lombaires (Barone 2010).

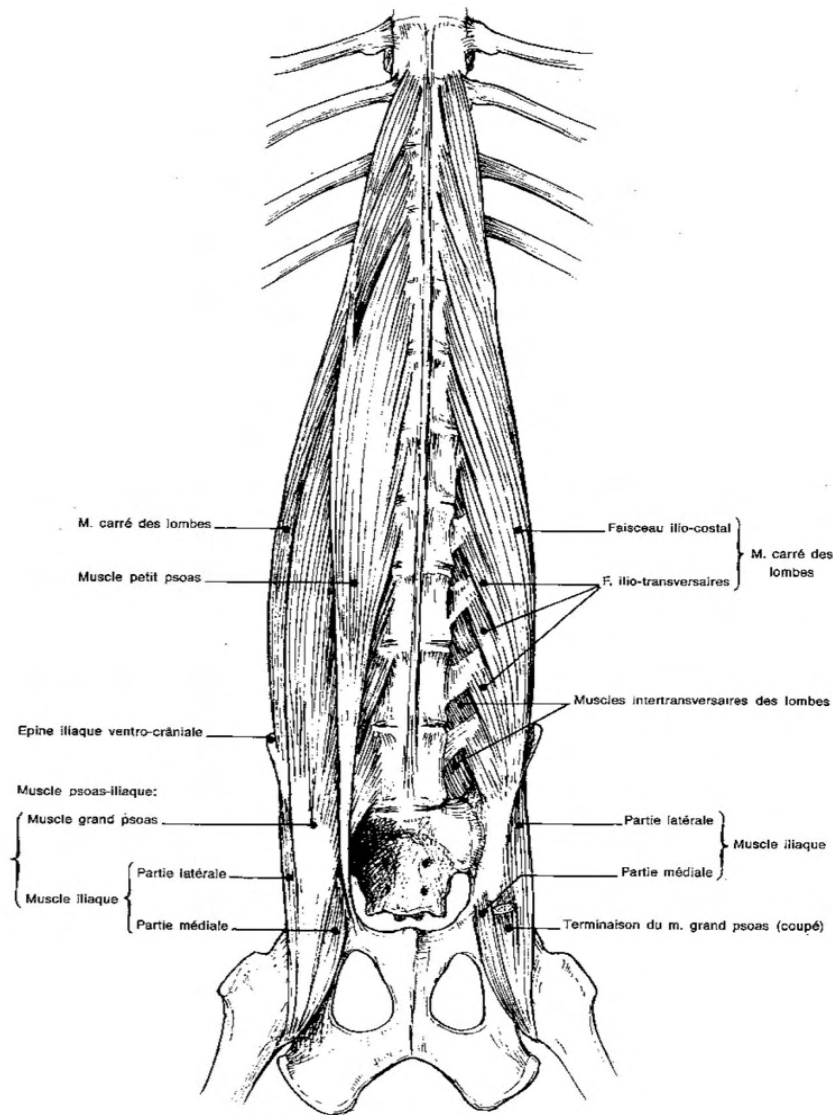


Figure 17 : Muscles sous-lombaires en vue ventrale (Barone 2010).

1.3.3. Muscles dorso-lombaires

Nous étudierons dans cette partie les muscles dorso-lombaires en relation de proximité avec l'articulation sacro-iliaque. Il s'agit des muscles dont l'insertion se situe au niveau de la région sacro-iliaque : les muscles constituant l'*erector spinae*, recouverts du fascia thoraco-lombaire.

Le **muscle *erector spinae*** est constitué d'un ensemble de muscles volumineux qui remplissent largement tout l'espace compris entre les processus transverses et épineux des vertèbres lombaires et thoraciques. Ils trouvent leur origine au niveau de la jonction lombo-sacrée et sur la partie adjacente de la face pelvienne de l'ilium jusqu'au voisinage de

l'articulation sacro-iliaque, en formant une masse musculaire commune. Ils se divisent ensuite au cours de leur trajet, au niveau médio-crânial de la région lombaire, pour former trois muscles distincts : le muscle ilio- costal, qui s'insère sur les côtes ; et les muscles épineux et longissimus qui poursuivent leur chemin jusqu'à la région du cou. Ces trois muscles peuvent ainsi être divisés en trois parties qui correspondent à trois régions anatomiques : lombaire, thoracique et cou. L'*erector spinae* participe à l'ensemble des actions réalisées par ses branches crânielles. Il permet également le redressement puissant de la colonne vertébrale, ainsi que sa flexion et sa torsion. L'innervation et la vascularisation sont assurées par les rameaux dorsaux des nerfs et vaisseaux lombaires.

Le **fascia thoraco-lombaire** est une large lame fibreuse qui couvre les muscles spinaux. Il part de la base du cou pour rejoindre la région sacrale où il se poursuit par le fascia glutéal. Son bord caudal est inséré sur la crête iliaque chez les carnivores. Il est maintenu en tension par les muscles grand dorsal, dentelés dorsaux et splénius et permet de raffermir la contraction des muscles spinaux (Barone 2010).

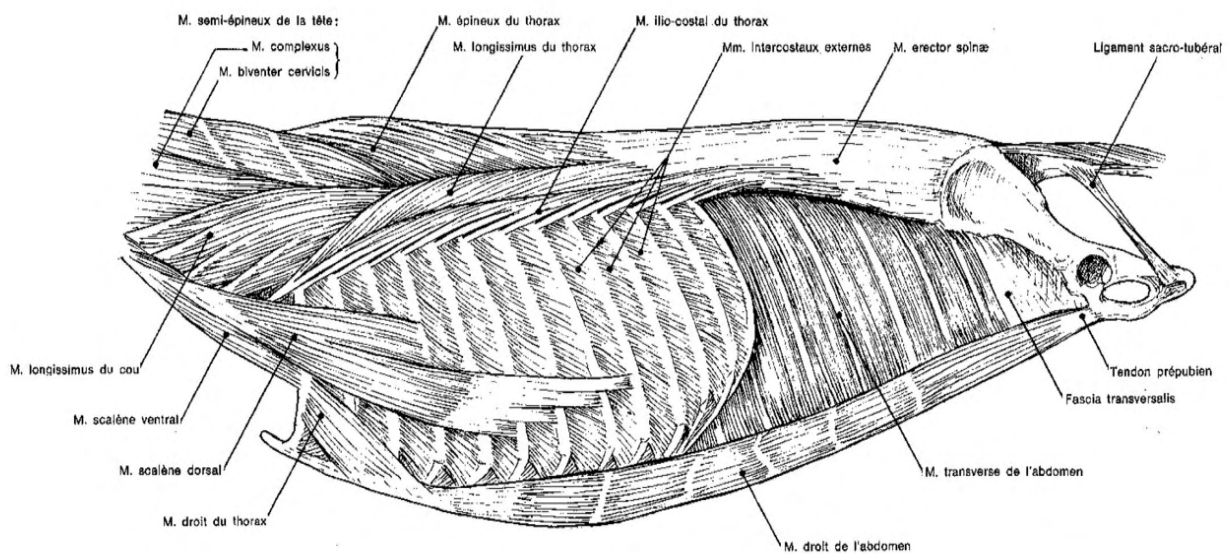


Figure 18 : Muscles dorso-lombaires en vue latérale gauche (Barone 2010).

1.4. Structures nerveuses

La moelle épinière se termine à un niveau variable chez le chat, mais il est admis que chez le chat adulte, elle se termine aux environs de la limite caudale de L7. Le canal vertébral sacral contient donc uniquement les nerfs spinaux constituant la queue de cheval, ainsi que la gaine durale qui se termine environ 2 cm après la fin du cône dural. Il existe trois paires de nerfs rachidiens sacraux, qui émergent du canal vertébral sacral en formant deux racines principales, l'une dorsale et l'autre ventrale. Les deux premiers nerfs sacraux donnent deux racines qui sortent via les foramens dorsaux et ventraux du sacrum. Le troisième nerf sacral, quant à lui, possède deux racines qui sortent par l'intermédiaire du foramen intervertébral, entre l'os sacrum et la première vertèbre coccygienne. Les racines dorsales se connectent entre elles et forment ainsi le plexus sacré dorsal. De même, les racines ventrales participent à la formation du plexus lombo-sacré, avec celles des cinq derniers nerfs lombaires (entre L3 et L7). Il s'agit là d'un plexus somatique, qui innerve les muscles de la région pelvienne (Kumar 2015; Barone 2004, Bortolami 2004).

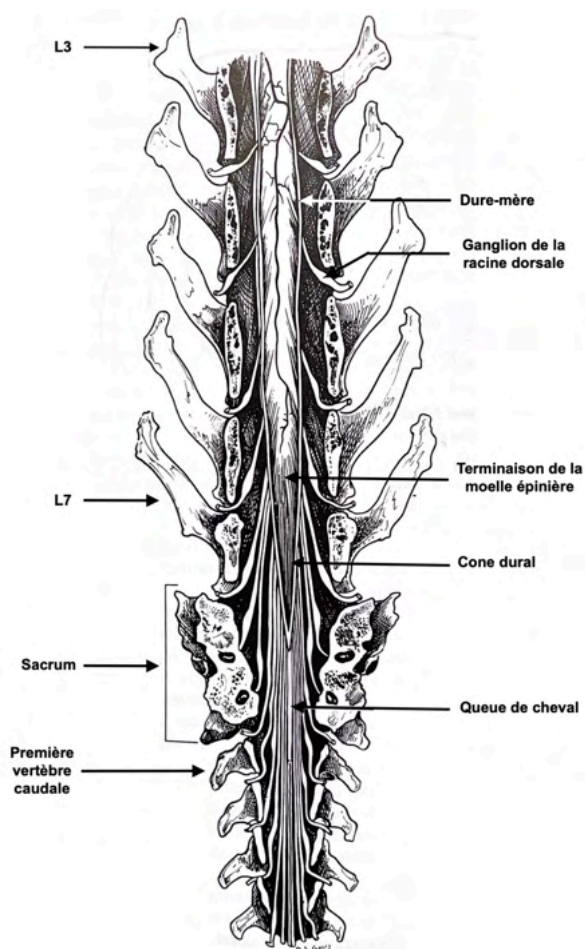


Figure 19 : Extrémité caudale de la moelle épinière en vue dorsale, modifiée d'après D. S. Geary (Dyce, Sack, WENSING 2002).

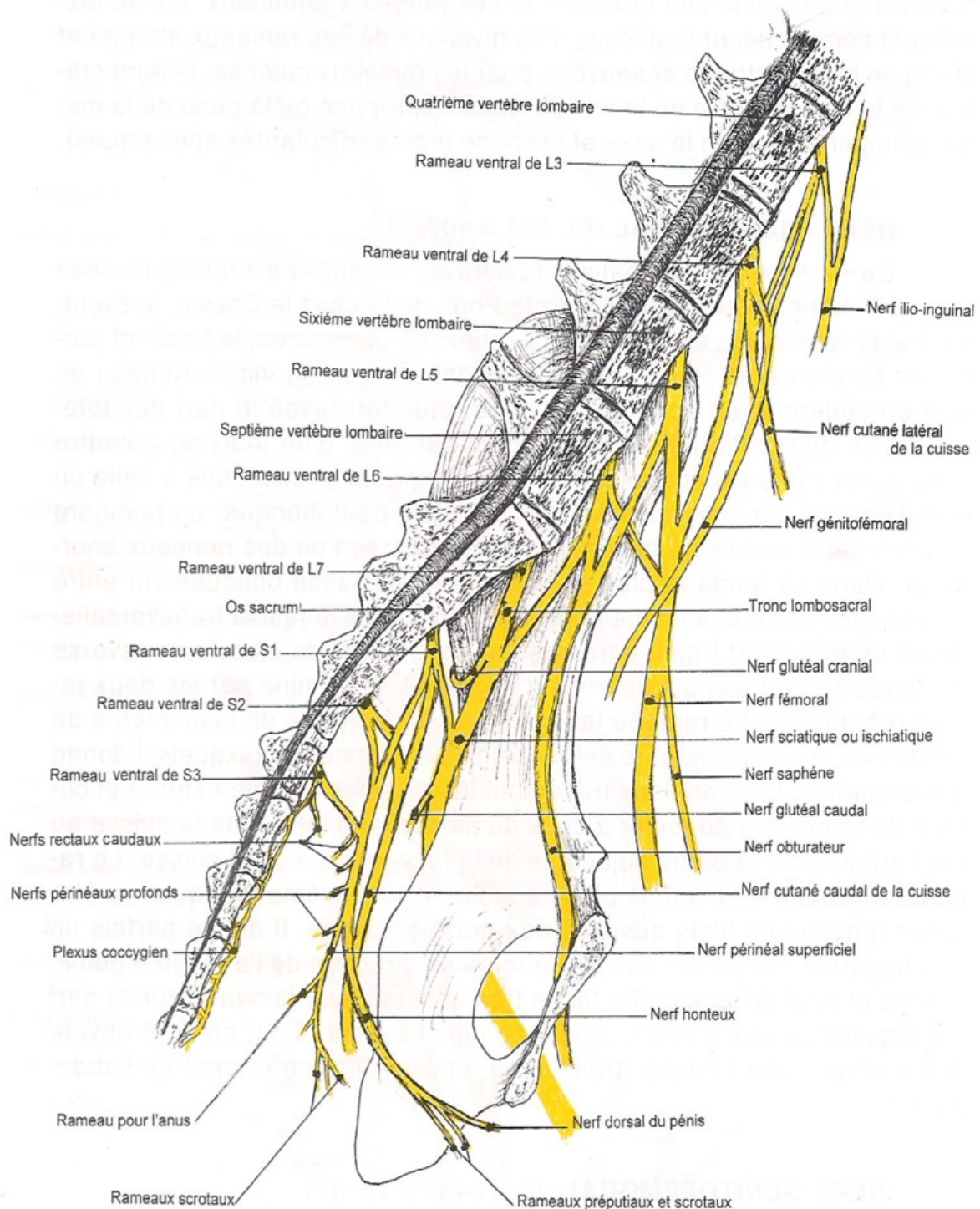


Figure 20 : Nerfs du plexus lombo-sacré (Barone 2004).

Le plexus lombo-sacré est composé de dix nerfs, qui sont présentés dans le tableau ci-après (Kumar 2015; Barone 2004, Bortolami 2004). Le trajet et le rapport de ces nerfs sont représentés sur la figure 21.

Tableau 2 : Nerfs du plexus lombo-sacré, leur origine, trajet et organes innervés.

Nerfs	Origine	Trajet	Innervation
ILIOINGUINAL	Branche ventrale L3	Passe obliquement entre le muscle carré des lombes et le psoas, puis sous le <i>fascia transversalis</i> . Se divise ensuite en une branche latérale et une branche médiale.	<ul style="list-style-type: none"> - Iliopsoas - Petit psoas - Sensibilité cutanée de la cuisse en partie cranio-latérale, de la mamelle et du prépuce
CUTANÉ LATÉRAL DE LA CUISSE	Branche ventrale L4	Traverse le muscle grand psoas près du bord latéral du petit psoas, croise obliquement la face ventrale du muscle psoas iliaque et le <i>fascia iliaca</i> pour se diriger vers l'épine iliaque ventro-crâniale, afin de rejoindre l'artère circonflexe iliaque profonde, puis traverser la paroi abdominale pour aller sous la partie initiale du muscle tenseur du <i>fascia lata</i> .	Large zone cutanée autonome de la partie latérale de la cuisse
GÉNITO FÉMORAL	Branche ventrale L3 et L4	Fortement oblique en direction caudale, il suit la portion distale de l'artère iliaque externe, passe à travers l'anneau inguinal et finit sur la face médiale de la vaginale.	<ul style="list-style-type: none"> - Crémaster (mâle) - Large zone cutanée : prépuce, scrotum, mamelle inguinale, vulve, peau de la partie caudale de la face interne de la cuisse

Nerfs	Origine	Trajet	Innervation
FÉMORAL	Branche ventrale L5, avec contribution L4 et L6	Passe dans le grand psoas en direction caudo-latérale pour ressortir vers son bord latéral. Il accompagne ce muscle contre le muscle iliaque, traverse la lacune musculaire puis termine son trajet dans la cuisse.	<ul style="list-style-type: none"> - Psoas - Iliaque - Tenseur du <i>fascia lata</i> - <i>Sartorius</i> - Pectiné - Gracile
OBTURATEUR	Branche ventrale L5 et L6	Passe dans le muscle psoas, quitte la partie caudale par le bord médial et continue en direction ventro-caudale pour passer contre l'ilium, puis à la face dorsale du pubis et sort du bassin par le foramen obturé pour poursuivre son chemin dans la cuisse.	<ul style="list-style-type: none"> - Adducteurs de la cuisse - Obturateur externe - Pectiné - Gracile
GLUTÉAL CRÂNIAL	Branche ventrale L6 et L7. Participation inconstante de la branche ventrale S1	Passe entre les muscles fessiers moyen et profond.	<ul style="list-style-type: none"> - Tenseur du <i>fascia lata</i> - Piriforme
GLUTÉAL CAUDAL	Branche ventrale L6 et L7. Participation de S1	Franchit la grande incisure sciatique, croise le muscle piriforme pour arriver à la face profonde du fessier moyen.	<ul style="list-style-type: none"> - Fessier superficiel - Partie initiale du biceps fémoral - Glutéofémoral chez le chat

Nerfs	Origine	Trajet	Innervation
CUTANÉ CAUDAL DE LA CUISSÉ	Branche ventrale S1 et S2, S3 de façon inconstante.	Passe dans le bassin et en sort médialement au ligament sacro tubéral dorsalement à la tubérosité ischiatique.	- Partie dorsale du périnée - Peau du bord caudal et des parties adjacentes de la cuisse
SCIATIQUE	Branche ventrale L6, L7, S1 et S2	Franchit dès son origine la grande incisure sciatique, passe au bord dorsal du muscle fessier profond, puis à la face dorsale des muscles jumeaux et du tendon de l'obturateur interne avant de descendre caudalement au muscle carré fémoral et au fémur. Division terminale à la partie proximale de la cuisse.	Motricité et sensibilité de la région caudo-latérale de la cuisse, ainsi que l'ensemble de la partie distale du membre pelvien.
PUDENDAL	Branche ventrale S1, S2 et S3	Passe latéralement au muscle coccygien, médialement au fessier superficiel, et dorsalement aux vaisseaux pudendaux.	- Sphincter anal externe - Organes génitaux externes - Périnée

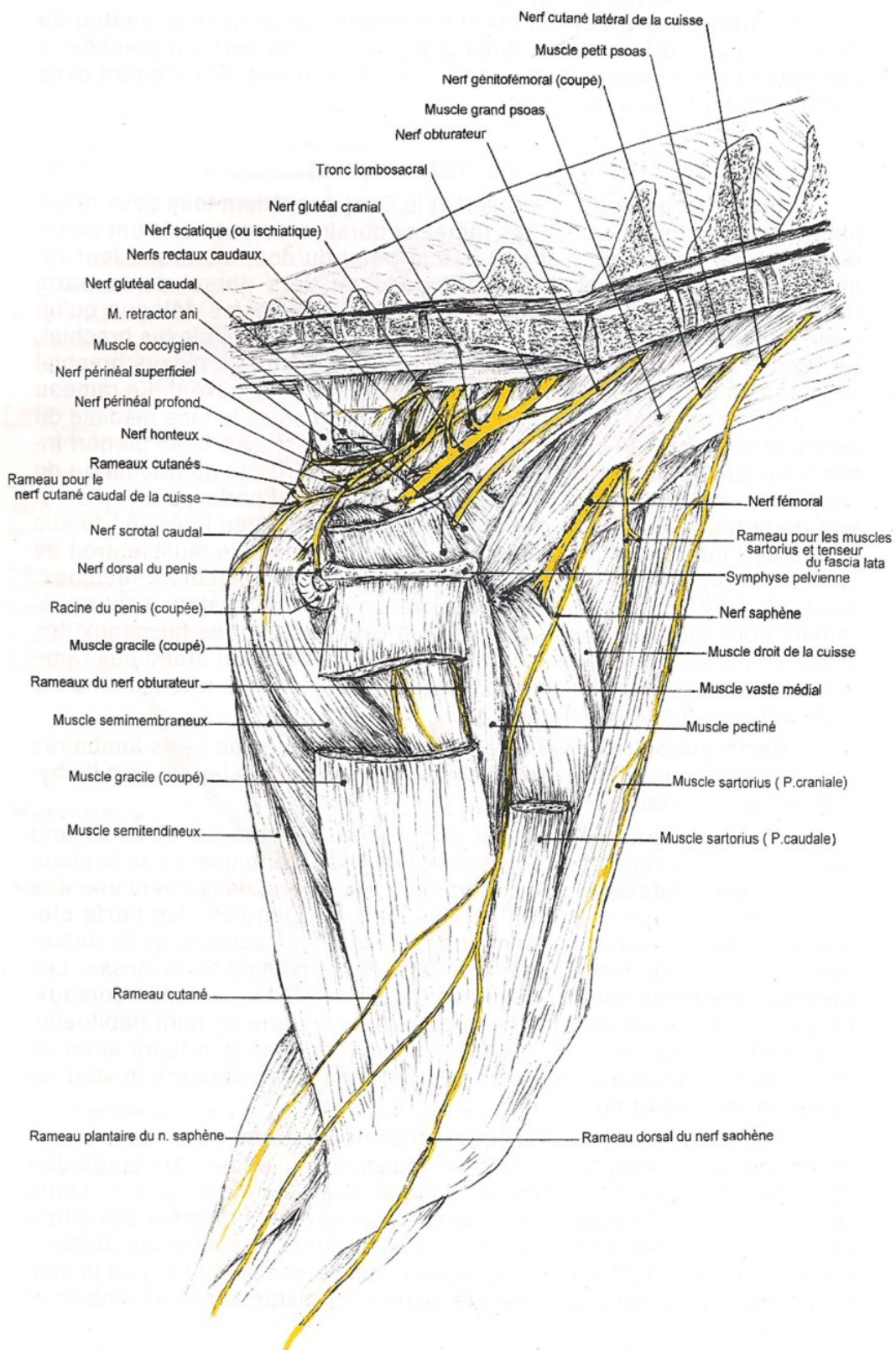
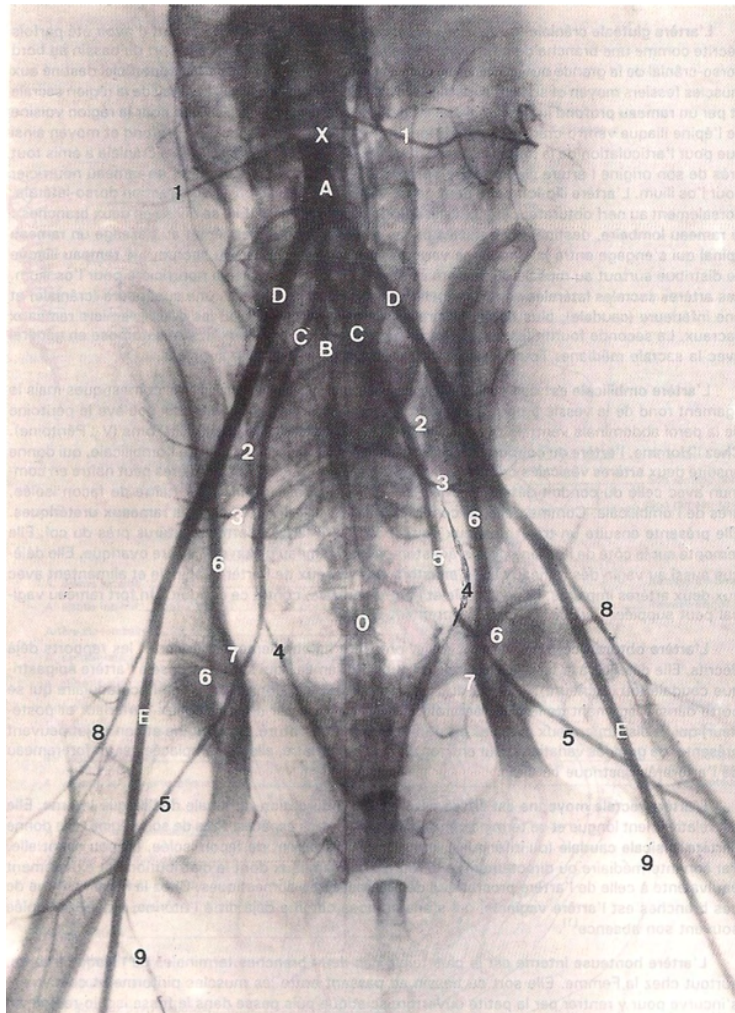


Figure 21 : Trajet et rapport des nerfs issus du plexus lombo-sacré en vue médiale (Barone 2004).

1.5. Structures vasculaires

1.5.1. Artères

La région du bassin est irriguée par un vaste réseau artériel provenant de ramifications de l'aorte, et prenant naissance au niveau des dernières vertèbres lombaires: les artères iliaques externes, les artères iliaques internes et l'artère sacrale médiane qui se poursuit au niveau de la queue (Barone 2011; Kumar 2015). Nous nous intéresserons principalement à ces artères et leurs collatérales proximales, qui se situent dans la région du bassin.



A : Aorte abdominale (en x : ballonnet du cathéter d'injection). B : A. sacrale médiane. C,C : Artères iliaques internes. D,D : Artères iliaques externes. E,E : Artères fémorales. 0 : A. coccygienne médiane.

De chaque côté : 1 : A. circonflexe iliaque profonde. 2 : A. ilio-lombaire. 3 : A. glutéale crâniale. 4 : A. honteuse interne (l'ombre de la partie crâniale est en partie superposée, surtout du côté droit de l'animal, à celle de l'artère suivante). 5 : A. glutéale caudale. 6,6 : A. profonde de la cuisse. 7 : Tronc pudendo-épigastrique. 8 : A. circonflexe latérale de la cuisse. 9 : A. saphène.

Figure 22 : Artériographie pelvienne d'une chienne en incidence ventro-dorsale (Barone 2011).

1.5.1.1. Artères iliaques externes

Les artères iliaques externes sont au nombre de deux et présentent une symétrie planaire sagittale. Elles irriguent les membres pelviens, la paroi abdominale caudale et les organes génitaux externes. Les artères iliaques externes, qui sont des branches terminales de l'aorte, prennent leur origine au niveau du dernier disque intervertébral lombaire. Elles vont en direction ventro-caudale et latérale pour longer le détroit crânial du bassin et continuer vers la région pubienne. Elles donnent naissance, au cours de leur trajet le long du membre pelvien, à un vaste réseau d'artères et d'artéioles, représenté sur la figure 23, dont la principale est l'artère fémorale.

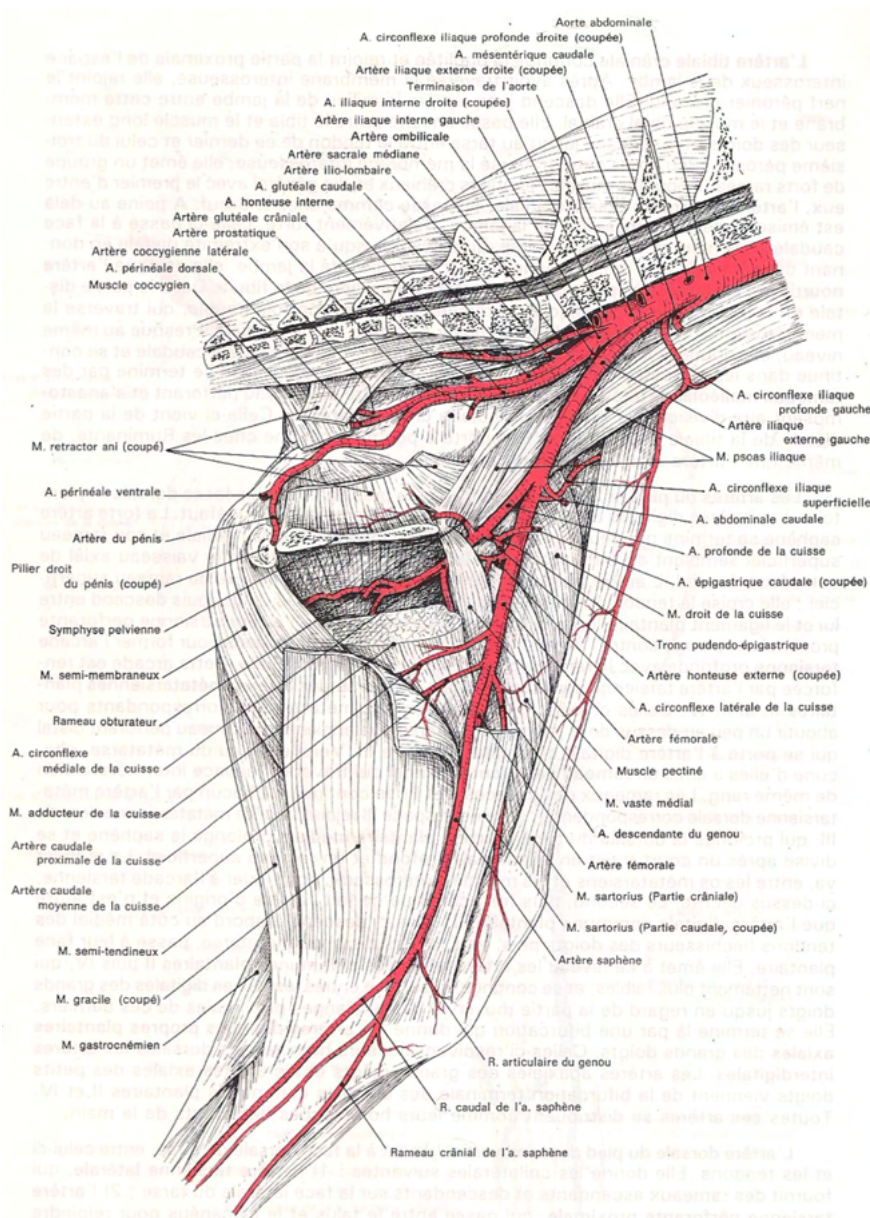


Figure 23 : Réseau artériel du bassin et de la cuisse en vue médiale (Barone 2011).

Les collatérales de l'artère iliaque externe sont les suivantes : l'artère circonflexe iliaque profonde, l'artère abdominale caudale et l'artère profonde de la cuisse, appelée également artère fémorale profonde.

L'**artère circonflexe iliaque profonde** prend son origine habituellement directement sur l'aorte, à proximité de celle de l'artère iliaque externe. Cependant, dans certains cas, elle peut trouver son origine au début de cette dernière. Elle se situe latéralement, entre le péritoine et le *fascia iliaca*.

L'**artère abdominale caudale** naît, quant à elle, sur l'artère iliaque externe, juste après l'artère profonde de la cuisse chez carnivores.

Enfin, l'**artère profonde de la cuisse**, également nommée artère fémorale profonde, est une collatérale de l'artère iliaque externe qui prend son origine juste avant que cette dernière ne passe dans la lacune vasculaire. Elle constitue ainsi avec l'artère fémorale, la bifurcation terminale de l'iliaque externe. L'artère fémorale profonde émet ensuite deux collatérales principales : le tronc pudendo-épigastrique et l'artère circonflexe médiale de la cuisse (Barone 2011).

1.5.1.2. Artères iliaques internes

Les artères iliaques internes sont au nombre de deux et sont symétriques par rapport à l'axe médian du corps. Elles irriguent les organes et la paroi du bassin. Ces dernières, qui sont des branches terminales de l'aorte, prennent leur origine au niveau du dernier disque intervertébral lombaire, légèrement caudalement à l'origine des artères iliaques externes. Elles sont courtes chez les carnivores et vont en direction caudo-latérale et légèrement ventrale pour se terminer sur le côté du promontoire. Elles donnent naissance, au cours de leur trajet, à un vaste réseau d'artères et artérioles, représenté sur les figures 24 et 25. Si la majorité des artères issues des artères iliaques internes portent les mêmes noms chez le mâle et la femelle, quelques différences existent dans la nomenclature en fonction du sexe.

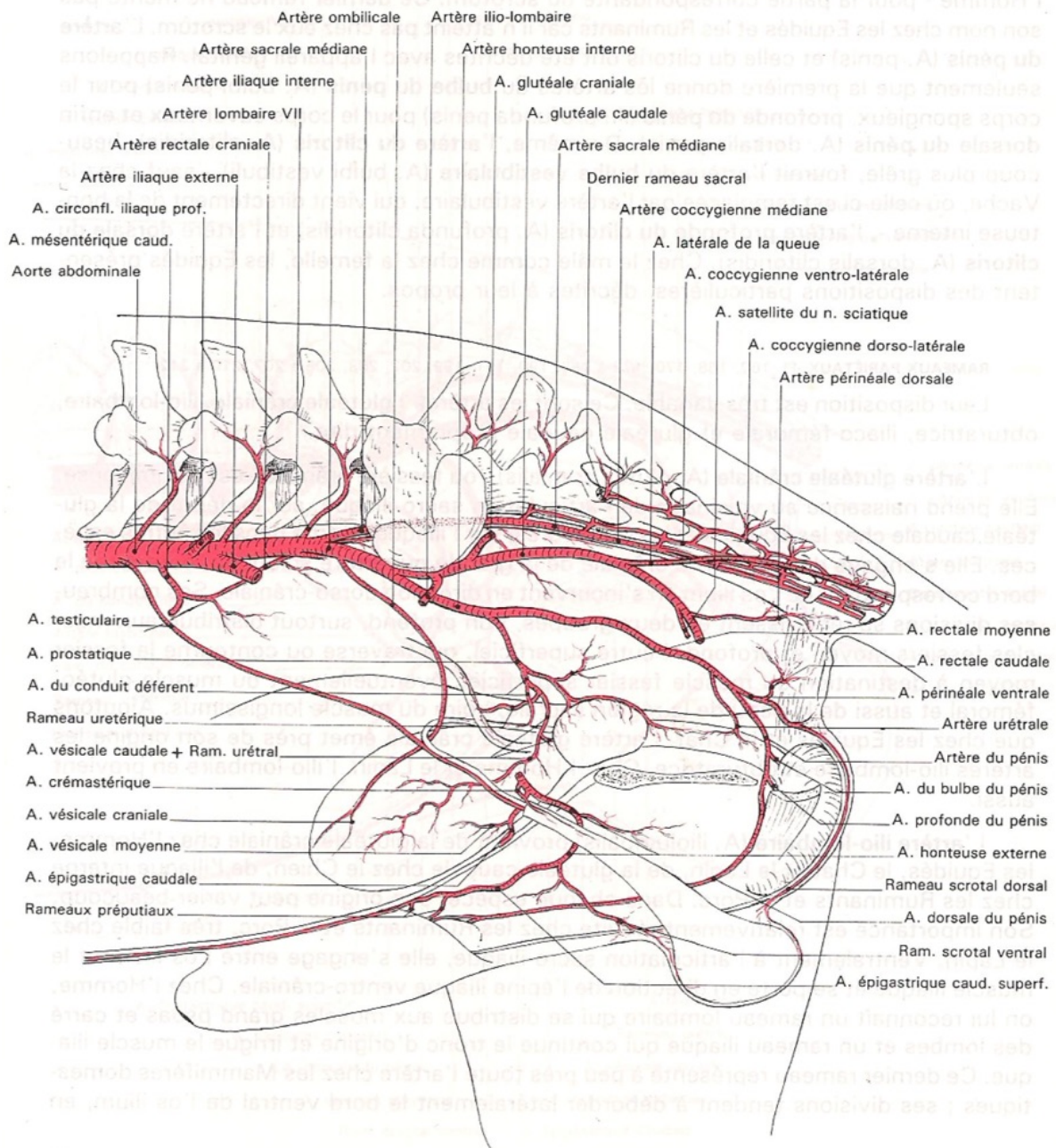


Figure 24 : Réseau artériel du bassin chez le mâle en vue médiale (Barone 2011).

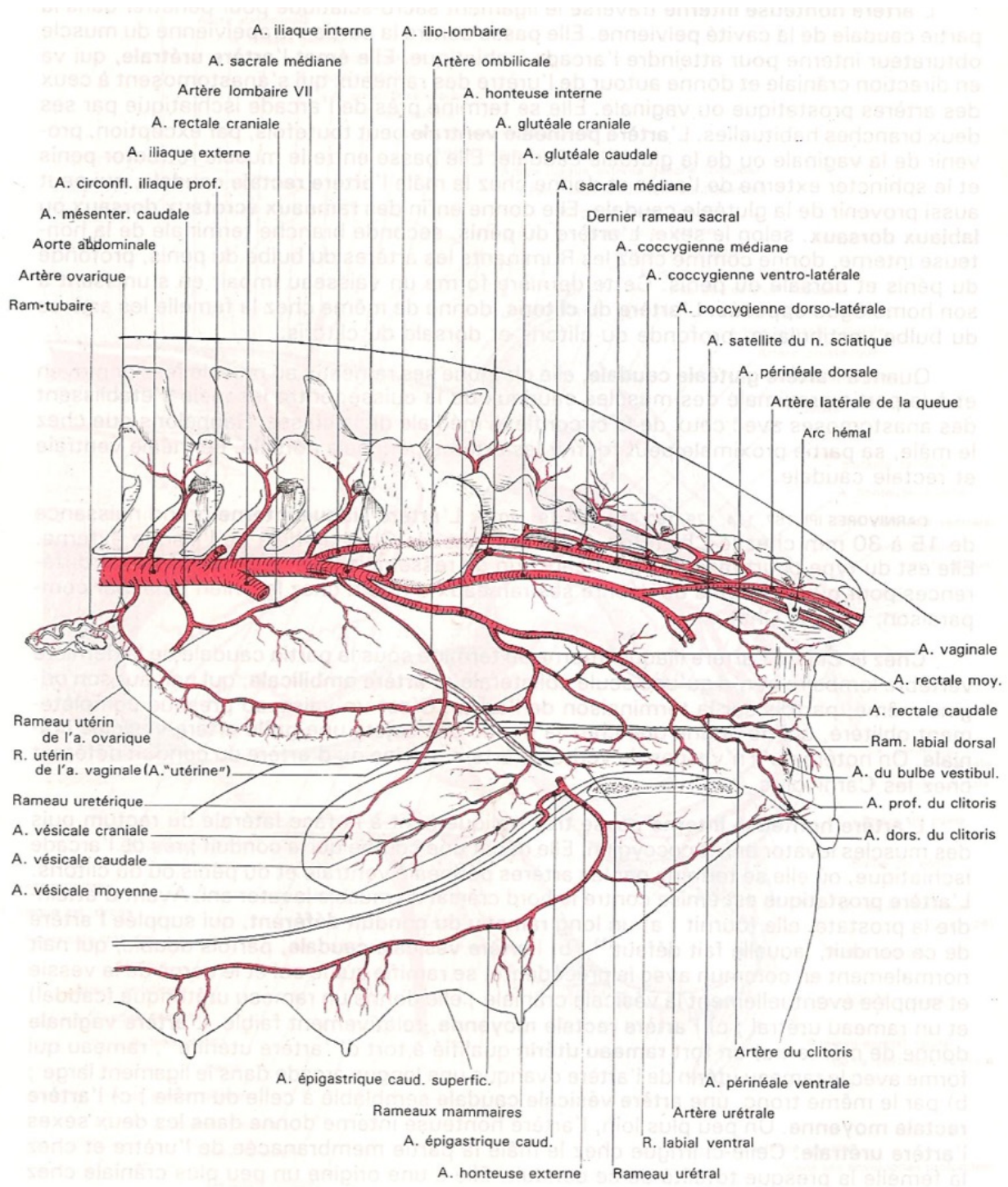


Figure 25 : Réseau artériel du bassin chez la femelle en vue médiale (Barone 2011).

Les collatérales de l'artère iliaque interne sont rassemblées en deux grandes catégories : les rameaux viscéraux et les rameaux pariétaux.

Les **rameaux viscéraux** irriguent les viscères du bassin.

Il s'agit, tout d'abord, de l'**artère ombilicale**, qui s'atrophie après la naissance mais qui persiste sous la forme d'une fine artère, qui se termine par le ligament rond, formant ainsi l'artère ombilicale définitive. Elle donne naissance à l'artère du conduit déférent chez le mâle et l'artère utérine chez la femelle, puis à l'artère vésicale crâniale. L'artère du conduit déférent est absente chez les carnivores mais il existe un vaisseau qui porte le même nom et qui se prolonge le long du conduit déférent jusque dans le cordon spermatique. L'artère utérine, qui est l'équivalent chez la femelle de l'artère précédente, pénètre dans la partie crâniale du ligament large et se porte en direction ventro-caudale.

Un autre rameau viscéral est constitué par l'**artère honteuse interne** qui se dirige ventro-caudalement, en passant par la face latérale des muscles coccygiens et *levator ani* pour aller sur les parties latérales du périnée et les organes génitaux externes.

Enfin, l'**artère prostatique** chez le mâle ou **vaginale** chez la femelle prend son origine sur l'artère honteuse interne chez les carnivores. Elle passe en direction ventro-médiale et légèrement caudale sous le péritoine pelvien ou conjonctif rétropéritonéal jusqu'à la prostate chez le mâle, et jusqu'au vagin chez la femelle.

Les **rameaux pariétaux** irriguent la paroi du bassin.

Il s'agit de l'**artère glutéale crâniale** qui naît en regard de l'articulation sacro-iliaque, sur le début de l'artère glutéale caudale chez les carnivores. Cette dernière est volumineuse, et se dirige vers la partie crâniale de la grande ouverture sciatique pour contourner le bord correspondant de l'ilium avec une incurvation dorso-crâniale. Elle émet ensuite de nombreuses collatérales qui constituent un groupe profond, qui irrigue les muscles fessiers moyen et profond, et un groupe superficiel, qui irrigue le muscle fessier superficiel ainsi que la peau de la région sacrale. Les deux principales collatérales de l'artère glutéale crâniale chez le chat sont : l'artère ilio-lombaire dont l'origine est ventrale à l'articulation sacro-iliaque, et qui court entre l'ilium et le muscle iliaque pour se porter en direction de l'épine iliaque ventro-crâniale ; et l'artère obturatrice qui est rudimentaire chez le chat.

L'**artère glutéale caudale** est également constitutive des rameaux pariétaux. Il s'agit de l'artère terminale pariétale de l'artère iliaque interne, qui chez les carnivores, passe en direction caudale, à la face pelvienne du sacrum et latéralement. Elle poursuit son trajet jusqu'au détroit caudal du bassin près de la racine de la queue (Barone 2011)

1.5.1.3. Artère sacrale médiane

L'artère sacrale médiane est impaire, grêle et continue l'aorte à partir de la septième vertèbre lombaire. Elle se situe dans le plan médian de la face pelvienne du sacrum. Chez les carnivores, l'artère sacrale médiane donne uniquement trois paires de rameaux sacraux, qui ont la particularité de former des anastomoses, près de leur origine. Cela les raccorde au système des artères ventrales de la région du bassin. L'artère sacrale médiane se poursuit ensuite pour former l'artère coccygienne médiane (Barone 2011; Kumar 2015).

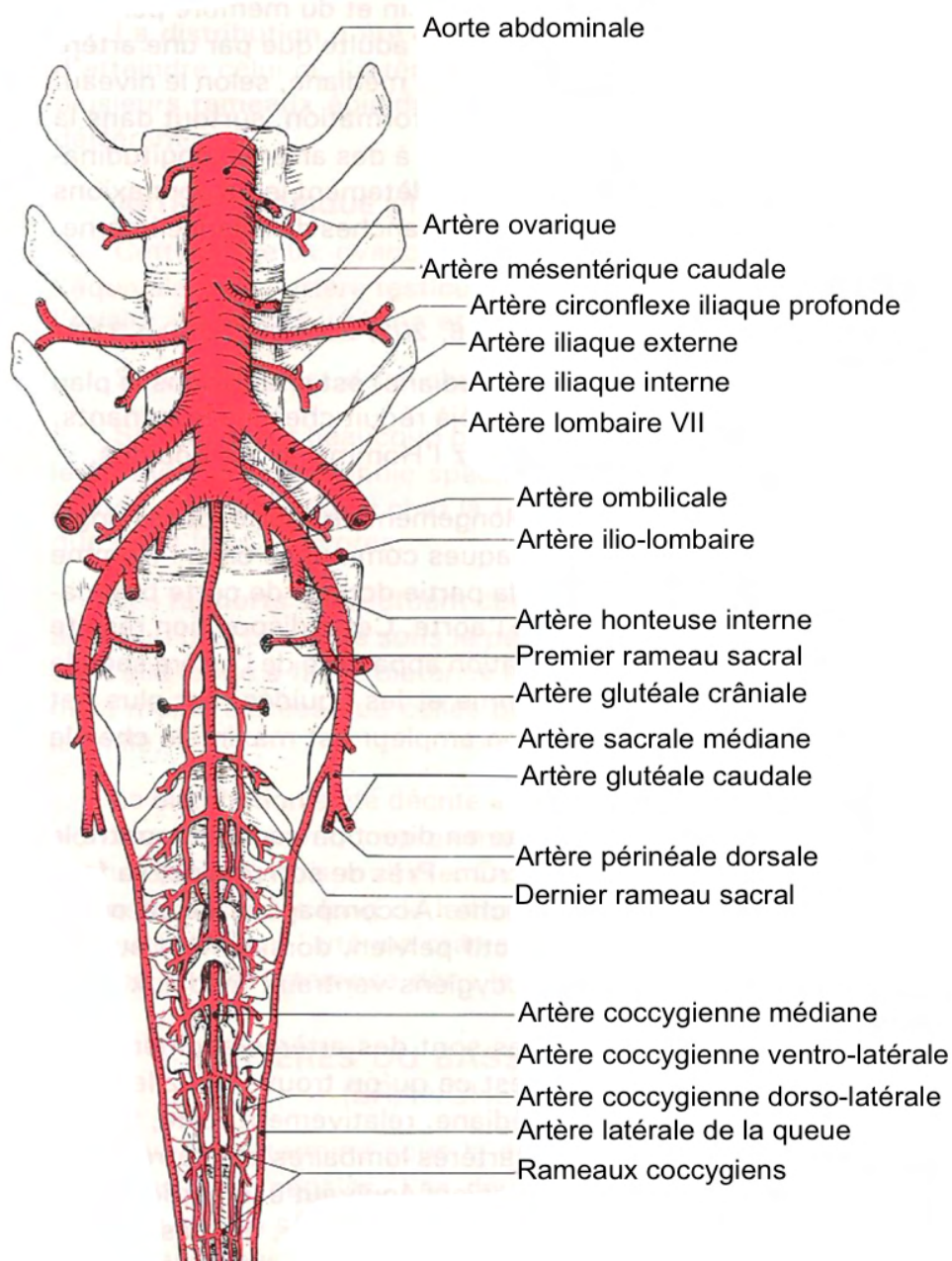


Figure 26 : Artères de la région sacro-coccygienne en vue ventrale (Barone 2011).

1.5.2. Veines

C'est ensuite un vaste réseau veineux qui draine le sang des membres pelviens et de la région du bassin. Chez les carnivores, les veines iliaques internes se drainent dans les veines iliaques externes qui à leur tour se jettent dans les veines iliaques communes. Ces dernières sont courtes et volumineuses et résultent de la confluence des veines iliaques internes et externes, ainsi que de la veine sacrale et forme ainsi une des racines de la veine cave caudale.

Nous décrivons ici les veines qui se situent dans la région du bassin, en simplifiant l'étude par rapport à celle des artères, du fait de la similarité de trajet et des territoires desservis avec leurs artères homonymes.

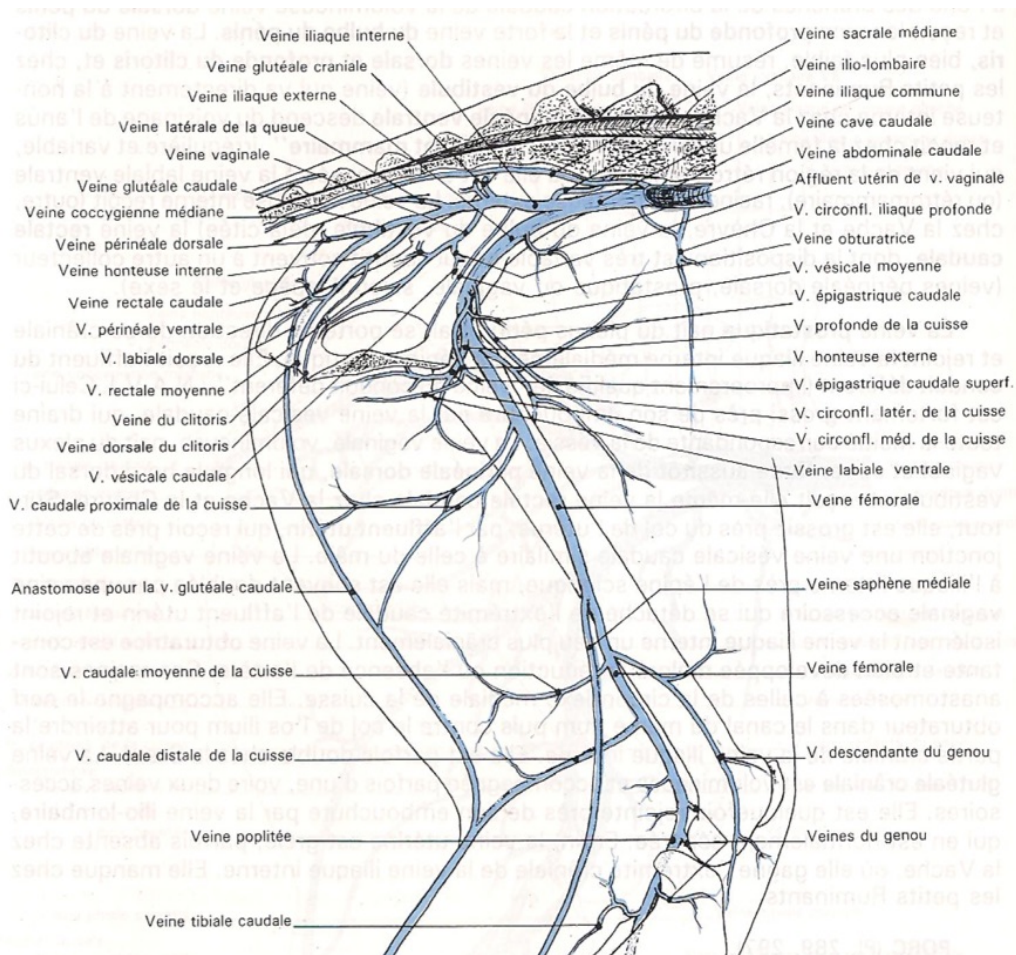


Figure 27 : Réseau veineux de la région du bassin et de la cuisse en vue médiale (Barone 2011).

1.5.2.1. Veines iliaques externes

Les **veines iliaques externes** sont au nombre de deux et sont symétriques par rapport à l'axe médian du corps. Chaque veine arrive sur le détroit crânial du bassin et passe par le bord caudal de l'artère iliaque externe, crânialement au col de l'ilium. Elles passent entre le péritoine pariétal et le *fascia iliaca* et drainent le membre pelvien par ses affluents. Les veines iliaques externes reçoivent chacune la veine profonde de la cuisse qui se situe à côté de l'artère homonyme entre les muscles pectiné et psoas-iliaque. Elles reçoivent ensuite la veine pudendo-épigastrique qui se situe entre l'anneau inguinal profond et la lacune vasculaire, et qui court sous le péritoine de la région prépubienne afin de drainer les organes génitaux externes et la paroi abdominale adjacente. Elles ont enfin pour racine la veine abdominale caudale qui naît entre muscles oblique interne et transverse de l'abdomen en se dirigeant caudo-ventralement. De plus, chaque veine iliaque externe reçoit la veine iliaque interne ipsilatérale chez les carnivores (Barone 2011).

1.5.2.2. Veines iliaques internes

Les **veines iliaques internes** sont au nombre de deux et sont symétriques par rapport à l'axe médian du corps. Elles drainent les parois du bassin via leur premier affluent, la veine glutéale caudale. Elles drainent également les viscères pelviens via leur second affluent, la veine honteuse interne.

Le drainage de la paroi du bassin est assuré par la veine glutéale caudale qui constitue la racine pariétale et dorsale de la veine iliaque interne, et qui reproduit la disposition de l'artère homonyme avec ses confluent. Ses racines sont la veine glutéale crâniale ; la veine ilio-lombaire dont le trajet est identique à l'artère homonyme et qui se situe sous l'articulation sacro-iliaque ; et la veine obturatrice qui aboutit également à la veine iliaque interne chat.

Le drainage des viscères du bassin est assuré quant à lui par la veine honteuse interne qui constitue la racine ventrale de la veine iliaque interne, et qui draine le périnée et les organes génitaux externes. De plus, la veine prostatique chez le mâle, et la veine utérine chez la femelle, se drainent dans la veine iliaque interne chez les carnivores (Barone 2011).

1.5.2.3. Veine sacrale médiane

La **veine sacrale médiane** est impaire et se draine dans l'une ou l'autre des iliaques communes. Elle reçoit les affluents sacraux provenant des foramens sacraux ventraux (Barone 2011).

1.6. Structures lymphatiques de la cavité pelvienne et du membre pelvien

On note l'existence de cinq centres de drainage lymphatique dans la région du bassin chez les carnivores.

Le premier est le **centre lymphatique ilio-sacral**, composé des NL iliaques médiaux, qui se situent au niveau de la bifurcation iliaque de l'aorte ; des NL iliaques internes, au niveau de l'artère iliaque interne ; des NL sacraux, se situant sous le sacrum ; et de NL ano-rectaux, présents latéralement au rectum. Les NL iliaques médiaux forment la majeure partie de ce premier centre lymphatique, et constituent le second centre de filtration à travers lequel passent les vaisseaux lymphatiques efférents des autres NL des organes du bassin et du membre pelvien. De ces NL iliaques médiaux, part le tronc lombaire qui achève son parcours dans la citerne du chyle. Les autres NL drainent les structures à côté desquelles ils sont situés.

Le second est le **centre lymphatique iliofémoral** qui est composé d'un ensemble de NL situés le long du trajet de l'artère iliaque externe et de l'artère fémorale. Ils drainent les territoires adjacents de la cuisse et de la paroi corporelle. Ce centre reçoit les vaisseaux lymphatiques efférents des NL superficiels inguinaux chez le chat, et se draine dans les NL iliaques médiaux, étudiés auparavant.

Le troisième est le **centre lymphatique inguinofémoral**, formé par les NL inguinaux superficiels, le NL coxal, le NL de la fosse paralombaire et les NL épigastriques. Les vaisseaux efférents de ces NL se drainent dans les NL iliaques médiaux et drainent le flanc, la paroi abdominale ventro-caudale, la glande mammaire ainsi que le scrotum chez le mâle.

Le quatrième est le **centre lymphatique ischiatique**, constitué exclusivement par le NL ischiatique, situé latéralement au ligament sacro-sciatique au niveau de la tubérosité ischiatique. Il draine la partie caudale de la cuisse et de la croupe et ses vaisseaux efférents se drainent dans les NL iliaques médiaux et sacraux.

Enfin, le cinquième est le **centre lymphatique poplité**, qui est le plus distal. Il se compose du NL poplité superficiel, qui est localisé caudalement à l'articulation du genou, au niveau de la fosse poplitée. Ce centre lymphatique draine la partie distale du membre pelvien, et ses vaisseaux efférents se dirigent eux aussi vers les NL iliaques médiaux (Barone 2011; Liebich, König 2020).

1.7. Fonctionnalités physiologiques

Les os du bassin constituent tout d'abord le point d'attache de nombreux muscles de la région du bassin, du rachis et de l'abdomen, étudiés précédemment, mais aussi pour un certain nombre de tendons et de ligaments.

Le bassin forme une cavité, appelée cavité pelvienne, permettant le passage de divers organes, notamment urinaires, génitaux et digestifs.

Enfin, chez les femelles, le bassin assure le passage du fœtus lors de la parturition, grâce à ses capacités de variation de taille et de diamètre sous influence des hormones sexuelles.

1.8. Les organes environnants

Nous avons vu que la cavité pelvienne est une boîte osseuse qui contient un ensemble d'organes dont la localisation doit être connue et auxquels une attention particulière doit être apportée lors de chirurgie dans cette zone. En effet, il faudra particulièrement prendre en compte, outre les vaisseaux sanguins et lymphatiques, les nerfs régionaux, notamment le nerf sciatique et le nerf fémoral au niveau de l'articulation sacro-iliaque, la moelle épinière, et la présence d'autres organes qui se situent dans cette cavité pelvienne. Il s'agit notamment du côlon descendant et du rectum, de la vessie associée aux uretères et à l'urètre, à la prostate chez le mâle et au vagin et à l'utérus chez la femelle (Fossum et al. 2019).

2. La luxation sacro-iliaque

2.1. Définition

La luxation sacro-iliaque correspond à une déstabilisation de l'articulation entre l'aile de l'ilium et l'aile du sacrum. Une fracture du sacrum peut accompagner la luxation sacro-iliaque. Bien que la luxation sacro-iliaque puisse survenir sans autres fractures du bassin associées lorsqu'elle est bilatérale, il est en revanche nécessaire qu'une ou plusieurs autres fractures du bassin soient associées dans le cas de LSI unilatérale. En effet, du fait de la conformation du bassin en un cadre rigide, une luxation sacro-iliaque s'accompagne d'autres fractures du bassin telles qu'une séparation de la symphyse pelvienne, des fractures du pubis et de l'ischium ipsilatéraux ou encore des fractures du corps de l'ilium et du pubis controlatéraux (Fossum et al. 2019; Bird, de Vicente 2020).

Généralement, l'aile de l'ilium se déplace crânialement et dorsalement avec un mouvement médial de l'ilium, qui est à l'origine d'une réduction du canal pelvien (Fossum et al. 2019).

2.2. Étiologies chez le chat et incidence

Les chats de toute race, âge et sexe peuvent être atteints d'une luxation sacro-iliaque. Il s'agit d'une affection traumatique causée dans la plupart des cas par une collision avec un véhicule, lors d'accident de la voie publique. Chez le chat, 32% des fractures touchent le bassin, et dans 59% à 93% des cas, il s'agit de luxation sacro-iliaque (Bird, de Vicente 2020). Par ailleurs, dans 27% à 46% des cas de luxation sacro-iliaque, l'affection est bilatérale (Fossum et al. 2019).

2.3. Diagnostic clinique

2.3.1. Examen orthopédique

La luxation sacro-iliaque peut être suspectée lors de l'examen orthopédique. À distance, dans la plupart des cas, il s'agit de chats qui présentent une boiterie avec suppression d'appui du membre affecté. Cependant, dans les cas où coexiste une fracture du bassin ou encore une fracture des os longs du membre pelvien controlatéral, la suppression d'appui sur le membre touché par la luxation sacro-iliaque peut être moins notable. A l'examen rapproché, il peut être délicat de mettre en évidence l'instabilité de l'articulation sacro-iliaque à la palpation. Le diagnostic repose donc essentiellement sur les examens complémentaires d'imagerie.

2.3.2. Examen neurologique associé

Les déficits neurologiques sont objectivés par un examen neurologique, qui complète l'examen orthopédique. Il est rapporté que 13,9% des chats avec une fracture du bassin présentent des lésions du **plexus nerveux lombo-sacré**. Lors d'une LSI, une lésion des **nerfs sciatique et fémoral** peut également être observée, ainsi qu'une lésion des racines nerveuses présentes en L6 et L7 lors d'un déplacement crânial de l'aile de l'ilium. Les déficits neurologiques se manifestent par un déficit proprioceptif, des difficultés à uriner et à déféquer, une absence du tonus du sphincter anal, une diminution de la sensibilité en région périnéale et une queue flaccide voire paralysée (Yap et al. 2014). Ces déficits neurologiques sont importants à relever car ils vont orienter la prise en charge du patient atteint. Les points clefs de l'examen neurologique sont les suivants : l'évaluation de la proprioception, de la nociception profonde, la réalisation des réflexes du nerf pudendal et l'évaluation de la sensibilité et de la motricité de la queue.

Premièrement, l'évaluation de la **nociception profonde** est essentielle car elle permet d'orienter le pronostic du patient, une perte de la nociception profonde étant de mauvais pronostic quant à la récupération de la fonctionnalité neurologique normale. La nociception profonde est observée en commençant par pincer manuellement les doigts et les espaces interdigités. Si aucune réponse n'est observée, alors une pince hémostatique

est employée, en serrant de plus en plus fort jusqu'à déclencher une réaction de douleur de l'animal (vocalises, retournement de l'animal).

Ensuite, plusieurs réflexes sont à observer afin de vérifier l'intégrité du **nerf pudendal**. Le premier est le réflexe du sphincter anal, qui est positif lorsque le sphincter se ferme normalement après le retrait du thermomètre. Le second est le réflexe bulbocaverneux qui s'avère être positif lorsque le sphincter anal se contracte suite à un pincement au niveau du bulbe du pénis ou du clitoris. Le troisième est le réflexe périnéal, positif quand le sphincter anal se contracte suite à une stimulation de la région périnéale. Le quatrième est celui du test du tonus du sphincter urétral en exerçant un taxis externe sur la vessie.

Enfin, la **sensibilité et la motricité de la queue** sont objectivées en la pinçant à différents endroits avec une pince hémostatique et en observant une mobilité de la queue en réponse, ainsi qu'une réaction douloureuse de l'animal (vocalises, retournement de l'animal) (Lanz 2002; Meeson, Mrcvs, Corr 2011).

2.4. Diagnostic différentiel

Le diagnostic différentiel, à l'issue de l'examen clinique, est celui d'une boiterie des membres pelviens, d'apparition aiguë dans un contexte de traumatisme. Il inclut les fractures du bassin intéressant l'ilium, l'ischium, l'ischium ou l'acétabulum, les fractures du sacrum ainsi que les fractures proximales du fémur. La radiographie ou le scanner, avec des incidences appropriées, permettent de faire la distinction dans la majorité des cas parmi toutes ces atteintes du bassin.

2.5. Examens complémentaires

Les examens complémentaires de choix sont la radiographie et le scanner. L'utilisation de l'imagerie médicale permet de mettre en évidence la coexistence d'autres fractures du bassin, tels que celles de l'ilium, de l'acétabulum ou encore du sacrum, ou bien de les distinguer d'une luxation sacro-iliaque (Fossum et al. 2019).

2.5.1. La radiographie

La radiographie est l'un des deux examens complémentaires de choix dans le but d'objectiver une LSI. Deux incidences sont nécessaires, l'une ventro-dorsale et l'autre latérale.

Les clichés radiographiques ci-dessous sont ceux d'un chat présentant une boiterie des membres pelviens ainsi qu'une douleur au niveau du bassin et de l'abdomen, dans un contexte d'AVP. Les clichés ont révélé une LSI droite, avec un déplacement cranio-dorsal et médial, associée à une fracture du pubis.

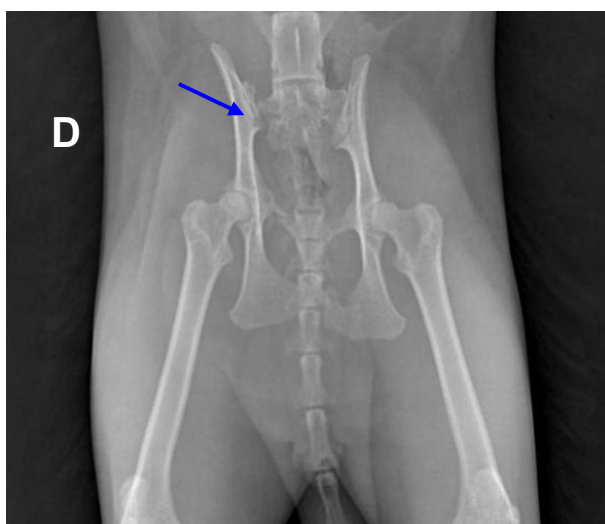


Figure 28 : Radiographie d'un bassin de chat, en incidence ventro-dorsale, montrant une LSI unilatérale droite (flèche bleue).



Figure 29 : Radiographie d'un bassin de chat, en incidence latérale, décubitus droit, montrant un décalage entre les deux ailes iliaques (cercle bleu).

Les clichés radiographiques ci-dessous sont ceux d'un chat présentant une boiterie de grade 4/5 des deux membres pelviens depuis 12h, associée à de la douleur importante, dans un contexte d'AVP. Les clichés révèlent une LSI bilatérale, avec un déplacement cranio-ventral, associée à une fracture des deux branches iliaques et des deux branches ischiatiques du pubis.

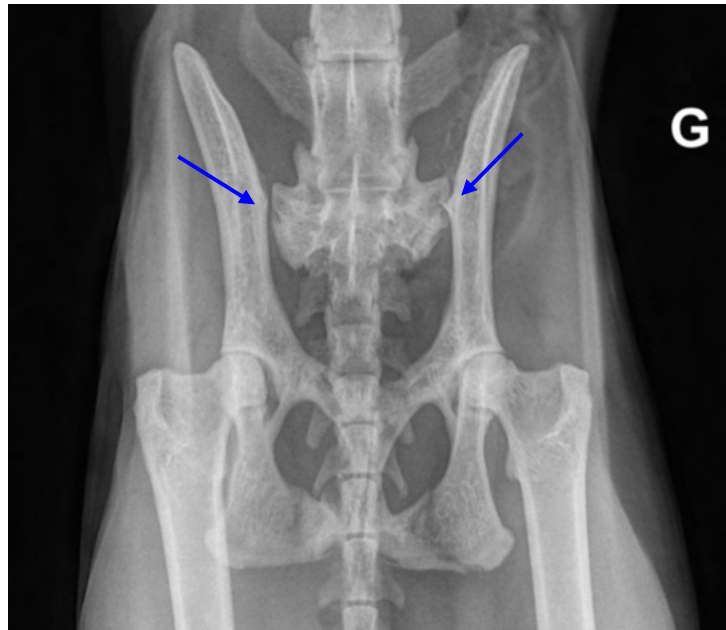


Figure 30 : Radiographie d'un bassin de chat, en incidence ventro-dorsale, montrant une LSI bilatérale (flèches bleues).



Figure 31 : Radiographie d'un bassin de chat, en incidence latérale, décubitus droit, montrant un décalage entre les deux ailes iliaques (cercle bleu).

2.5.2. Le scanner

Le scanner est un examen complémentaire d'imagerie particulièrement intéressant dans le cadre d'une LSI, associée ou non à d'autres fractures du bassin, car il permet de mettre en évidence, en 3 dimensions, les relations entre les bouts osseux ainsi que leurs déplacements. L'importance du recours au scanner concerne les éventuelles fractures de l'aile sacrale associée à la LSI, dont la visualisation et la caractérisation sont objectivées grâce à cette technique d'imagerie.

Les images ci-dessous sont celles d'un chat présentant une boiterie avec suppression d'appui des deux membres pelviens suite à un accident de la voie publique. Une douleur est également présente à la palpation-pression de la région du bassin ainsi qu'à la mobilisation des deux hanches. Les images révèlent une fracture iliaque droite oblique longue fortement déplacée, une fracture pubienne droite transverse ainsi qu'une LSI gauche fortement déplacée.

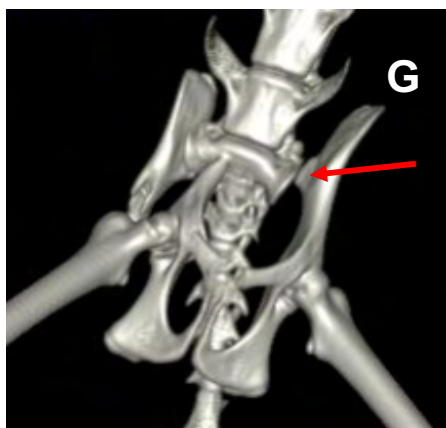


Figure 32 : Reconstruction 3D d'un bassin de chat, en vue ventrale montrant une LSI unilatérale gauche (flèche rouge).

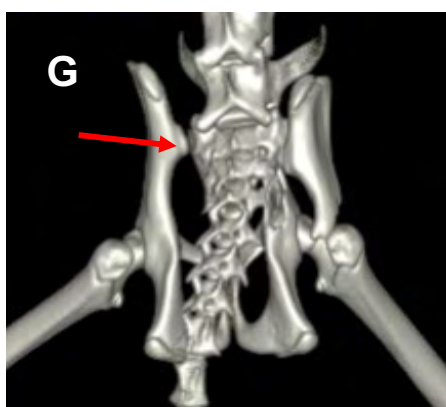


Figure 33 : Reconstruction 3D d'un bassin de chat, en vue dorsale montrant une LSI unilatérale gauche (flèche rouge).

2.6. Les traitements : médical et chirurgical

2.6.1. Critères de sélection

Plusieurs critères ont été établis afin d'orienter le traitement à privilégier. Ils se basent aussi bien sur l'évaluation clinique que sur les examens complémentaires d'imagerie. Sur le plan clinique, les critères à objectiver sont les suivants : l'état ambulatoire de l'animal, sa douleur, la stabilité de la fracture et les déficits neurologiques présents. Ensuite, les examens complémentaires d'imagerie sont importants pour déterminer les critères suivants : le déplacement de la LSI, la réduction du canal pelvien et la présence d'autres fractures concomitantes.

2.6.2. Traitement médical

Il s'agit dans ce cas d'un traitement conservateur associant une restriction d'activité stricte, une analgésie et un contrôle des mictions et défécations spontanées du chat atteint de la LSI. Les critères à prendre en compte, si la chirurgie n'est pas réalisable, sont divers. Dans un premier temps, sur le plan clinique, il est recommandé que le chat soit ambulatoire, qu'il soit faiblement douloureux, que l'instabilité de la fracture soit limitée et qu'il n'existe pas de déficits neurologiques. Dans un second temps, et après des examens d'imagerie tels que la radiographie ou le scanner, il est recommandé que le déplacement soit inférieur à 50% de la longueur de la surface articulaire sacro-iliaque, que la réduction du canal pelvien soit inférieure à 45%, et qu'il n'y ait pas d'autres fractures concomitantes (Bird, de Vicente 2020).

2.6.3. Traitement chirurgical

Lorsque l'ensemble des critères de sélection du traitement médical ne sont pas réunis, le recours à une intervention chirurgicale s'avère nécessaire. Il est ainsi recommandé de réduire et de stabiliser chirurgicalement la LSI lorsque la douleur est importante, que le chat ne peut plus se déplacer et qu'il présente des déficits neurologiques sévères. De plus, la présence d'autres fractures au niveau du bassin est un autre argument

en faveur d'une prise en charge chirurgicale, tout comme un déplacement de l'ilium par rapport au sacrum de plus de 50% et une réduction du canal pelvien supérieure à 45% (Averill, Schaeffer 1997).

2.7. Les complications

2.7.1. Traitement médical

La sténose du canal pelvien est l'une des complications majeures du traitement conservateur. Cette sténose du canal pelvien peut être déjà présente suite au traumatisme à l'origine de la LSI, ou apparaître suite à une cicatrisation en mauvaise position ou un cal vicieux. Les déplacements de fragments pelviens osseux sont également une cause de sténose pelvienne. La diminution du diamètre du canal pelvien, lorsqu'elle est trop importante, est à l'origine d'une obstruction pelvienne, qui peut générer de la constipation mais aussi des mises bas dystociques pour les femelles reproductrices. Le traitement conservateur nécessite par ailleurs une convalescence souvent de longue durée. Enfin une ankylose voire des remaniements dégénératifs de l'ASI ont été décrits et seraient à l'origine d'une réduction de la mobilité de l'animal (Bird, de Vicente 2020).

2.7.2. Traitement chirurgical

Des complications classiques peuvent être observées après réduction et stabilisation de la LSI. Ces complications comprennent une infection du site chirurgical, de l'implant ainsi que la formation d'un sérome (Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

Les autres complications sont la perte de la réduction associée à la migration de l'implant en cas de mauvais positionnement au cours de la chirurgie.

Ensuite, la sténose du canal pelvien lors de mauvaises réductions et les lésions d'organes environnant sont d'autres complications possibles. La réduction du canal pelvien peut être à l'origine d'une constipation et de mise bas dystocique. Les lésions des organes

environnant peuvent générer des déficits neurologiques qui comprennent l'incontinence fécale et urinaire (Fossum et al. 2019).

Enfin, le patient doit rester au repos strict pendant plusieurs semaines, ce qui peut être parfois difficile à respecter par les propriétaires, même si le respect du repos strict est essentiel et conditionne la réussite du traitement chirurgical.

2.8. La récupération postopératoire

2.8.1. Traitement médical

Selon une étude, le traitement conservateur permet de bons, voire d'excellents résultats, en termes de récupération du confort de vie ainsi que de l'activité physique des chats sélectionnés dans cette étude. Cependant, les chats pris en compte correspondaient strictement aux critères suivants : déplacement inférieur à 50% de la surface articulaire sacro-iliaque, réduction du canal pelvien inférieur à 45%, et aucune autre fracture concomitante. Il est donc nécessaire de prendre en compte ces critères de choix pour envisager un traitement conservateur de la luxation sacro-iliaque et obtenir un bon résultat (Bird, de Vicente 2020).

2.8.2. Traitement chirurgical

Les intérêts principaux de la prise en charge chirurgicale sont une réduction de la douleur, une meilleure récupération fonctionnelle et un retour à l'utilisation du membre ipsilatéral à la LSI plus rapide, ainsi qu'une réduction du risque de sténose de la filière pelvienne. De plus, le recours à la chirurgie permet un temps d'hospitalisation raccourci et une diminution considérable de la durée de nursing. La récupération est cependant variable selon les études et les techniques chirurgicales employées. La durée d'hospitalisation et le retour à l'utilisation du membre affecté sont en effet encore plus courts avec le recours à la fluoroscopie, qui permet un abord chirurgical mini-invasif (Déjardin et al. 2016; Tomlinson 2012).

**PARTIE 2 : TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA
LUXATION SACRO-ILIAQUE DU CHAT**

1. Introduction

De nombreuses techniques chirurgicales ont été développées aussi bien chez le chien que chez le chat, et font appel à un équipement, un matériel chirurgical et des implants très variés. Le but principal de ces interventions est de restaurer au maximum l'anatomie initiale du bassin, en limitant le déplacement crânial du pelvis et en restaurant la largeur du canal pelvien. Afin d'assurer cela, le bon positionnement de l'implant utilisé est essentiel, ce qui est facilité, sans utilisation de la fluoroscopie, par la description de points d'ancrage et de corridors d'implantations qui seront exposés ci-après. Nous étudierons dans cette partie cinq techniques décrites dans la littérature, en développant leur manuel opératoire succinct, et les résultats qui ont été observés.

2. Les principales techniques chirurgicales décrites

2.1. Technique ouverte avec placement d'une vis en compression

2.1.1. Abords chirurgicaux possibles

2.1.1.1. Abord dorsolatéral

L'abord chirurgical dorsolatéral, avec un animal positionné en décubitus latéral, est la voie d'abord la plus populaire pour le traitement chirurgical de la LSI à l'aide d'une vis corticale en compression (Borer, Voss, Montavon 2008a). Une première incision est réalisée en partant de la crête iliaque ipsilatérale à la LSI, en continuant caudalement et parallèlement au rachis, jusqu'à l'extrémité crâniale de l'articulation coxo-fémorale. Les tissus sous-cutanés sont incisés afin d'exposer la crête iliaque. Le muscle fessier moyen est incisé depuis son insertion au périoste de la crête iliaque sur sa face latérale, afin de le récliner latéralement. Une seconde incision est ensuite réalisée, à travers l'origine périostée du muscle *sacrospinalis* sur la face médiale de la crête iliaque. Les structures ligamentaires présentes entre l'ilium et le sacrum ainsi que le fascia lombaire sont incisés pour exposer l'ASI.

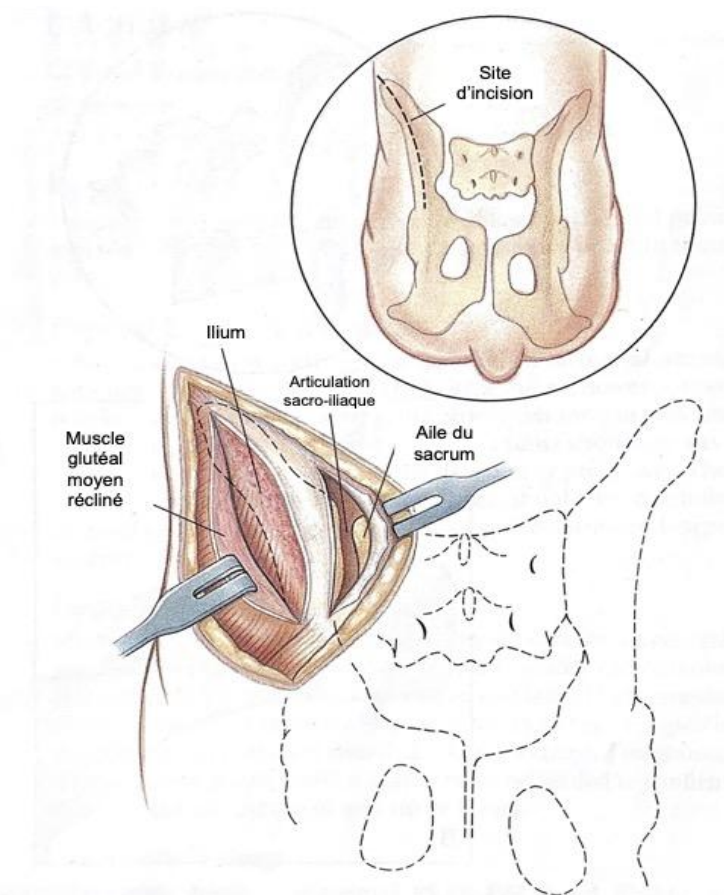


Figure 34 : Sites d'incision de l'abord dorsolatéral afin d'exposer l'ASI (Fossum et al. 2019).

2.1.1.2. Abord ventral

Si l'abord dorsolatéral reste la voie d'abord la plus populaire pour la stabilisation de la réduction d'une LSI avec une vis corticale en compression, un abord ventral a été décrit chez le chien et le chat, et s'avère être une option d'abord chirurgical envisageable. De la même façon que pour un abord dorsolatéral, des repères anatomiques ont été établis afin de pouvoir positionner correctement la vis pour cet abord particulier (Borer, Voss, Montavon 2008b). L'abord ventral consiste en une incision partant de l'ombilic jusqu'au pubis, l'animal étant positionné en décubitus dorsal. Cette incision peut être élargie caudalement pour avoir un meilleur accès au pubis et à l'ischium afin de traiter chirurgicalement les fractures présentes au niveau de ces os. L'intérêt de cette approche est de pouvoir traiter chirurgicalement la LSI, les éventuelles fractures du bassin ainsi que les possibles lésions des organes abdominaux et pelviens, en ne réalisant qu'une seule incision (Borer, Voss, Montavon 2008a).

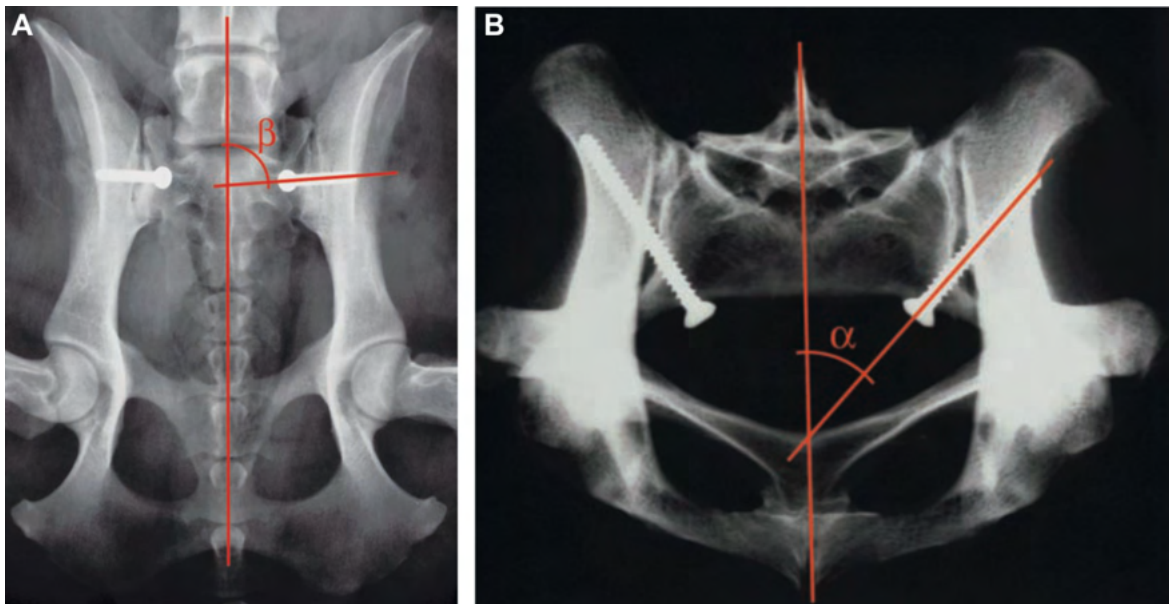


Figure 35 : Radiographies d'un bassin de cadavre de chien montrant le positionnement des vis en compression par un abord chirurgical ventral, en vue ventro-dorsale (A) et cranio-caudale (B).

L'angle β correspond à l'angle formé entre la vis et l'axe longitudinal du rachis. L'angle α correspond à l'angle formé entre la vis et l'axe perpendiculaire et médian au corps vertébral de S1 (Borer, Voss, Montavon 2008b).

2.1.2. Description de la technique chirurgicale

La technique chirurgicale consiste en la mise en place d'une vis en compression entre l'ilium et le sacrum, au niveau de l'ASI afin de stabiliser la réduction de la LSI. Pour cela, après avoir réalisé un abord chirurgical dorsolatéral, l'ASI est exposée à l'aide d'un écarteur de Hohmann placé entre l'ilium et la face ventrale du sacrum afin d'abaisser l'ilium ventralement au sacrum. Un trou fileté est réalisé dans le sacrum 1 mm au-dessus du centre géométrique de l'ASI. Ensuite, un trou de glissement est réalisé à travers l'aile de l'ilium dont la localisation anatomique est développée ci-après. Une vis de taille appropriée est ensuite insérée dans le trou de glissement situé dans l'ilium jusqu'à ce que son extrémité soit visible au niveau de la face médiale de l'aile iliaque. L'ilium est ensuite déplacé caudalement afin de réaligner l'ASI et introduire la vis dans le trou fileté réalisé dans le sacrum. La vis est ensuite serrée (Fossum et al. 2019).

Le placement de l'implant dans une position satisfaisante est obtenu grâce aux repères anatomiques des corridors d'implantation décrits ci-après. La même technique

chirurgicale est utilisée lors d'un abord chirurgical mini-invasif avec le recours à la fluoroscopie (Tomlinson et al. 1999; Fossum et al. 2019).

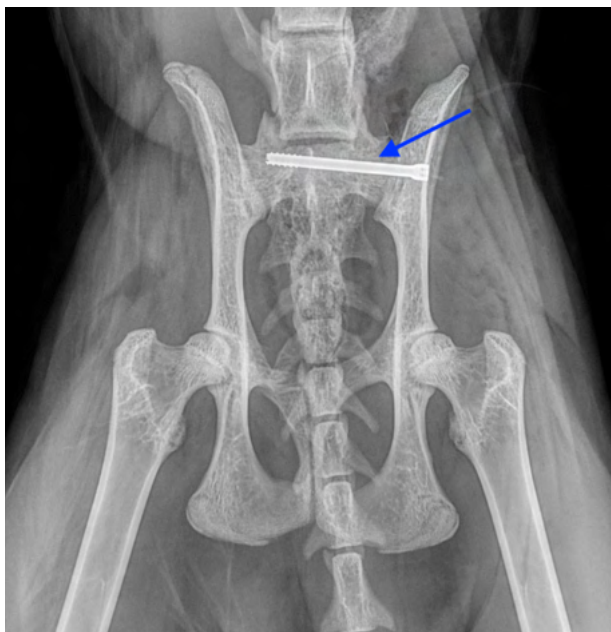


Figure 36 : Image radiographique en vue ventro-dorsale, d'un bassin de chat après la mise en place d'une vis en compression au travers de l'AS1 pour la stabilisation après réduction de la LSI.

L'implant (indiqué par la flèche bleue) traverse l'aile iliaque pour s'ancrer dans le corps vertébral de S1.

2.1.3. Résultats obtenus

La compression entre la surface articulaire du sacrum et celle de l'ilium à l'aide d'une vis en compression est la technique majoritairement employée pour le traitement chirurgical de la LSI. Cette technique permet aux animaux opérés de retrouver dans la majorité des cas l'usage de leur membre et un confort de vie excellent. Cependant, le placement de la vis s'avère être particulièrement complexe du fait de la localisation du site chirurgical et de la présence de nombreuses structures anatomiques qu'il convient de ne pas léser, malgré la description de repères anatomiques précis pour le placement fiable de la vis. C'est notamment pour ces raisons que le recours à la fluoroscopie, pour la mise en place de la vis, a été développé. Les avantages du recours à la fluoroscopie ont été décrits et seront exposés ultérieurement (Déjardin et al. 2016).

2.2. Vis trans-sacrée et stabilisation avec un écrou

2.2.1. Description de la technique chirurgicale

Cette technique est décrite pour réduire et stabiliser l'ASI lors d'une LSI bilatérale. L'animal est positionné en décubitus sternal. Par un abord chirurgical dorsal standard des deux ASI, et après leur visualisation et celle des repères anatomiques des corridors d'implantation, un trou de forage est réalisé depuis l'aile de l'ilium, à travers l'ensemble du corps de S1 puis à travers l'aile de l'ilium controlatérale. Une vis corticale de 2,7 mm de diamètre et de longueur adaptée au patient est ensuite positionnée. Un écrou en nylon ou en métal est inséré autour de la vis à son extrémité, puis une broche est ajoutée à travers l'écrou et dans l'aile iliaque afin d'éviter toute perte de l'écrou.

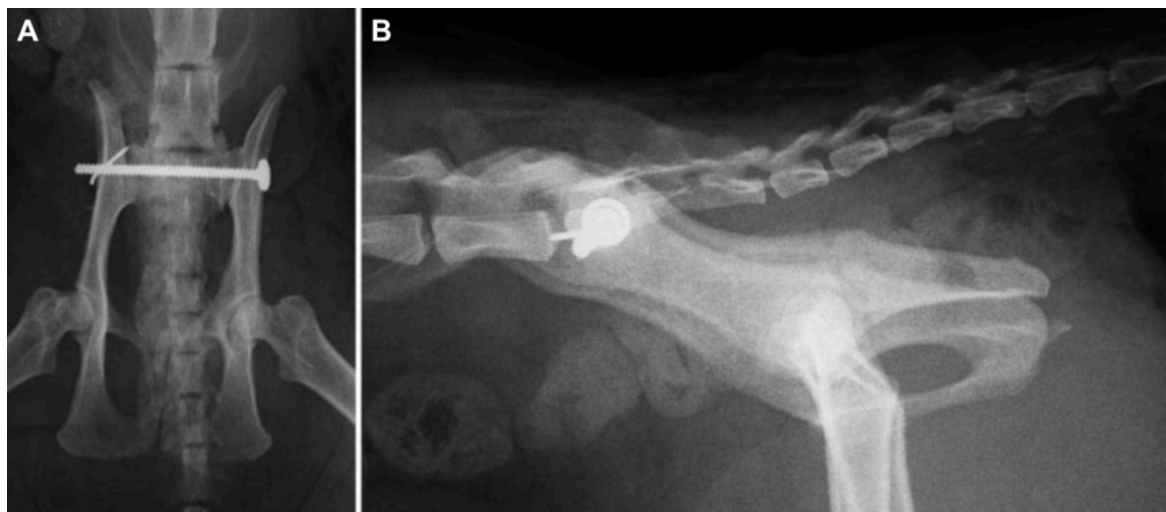


Figure 37 : Images radiographiques en incidences ventro-dorsale (A) et latérale (B) d'un bassin de chat après la chirurgie.

La vis corticale trans-sacrée, avec une rondelle autour de la tête de vis, ainsi que la broche insérée à travers l'écrou et l'aile de l'ilium apparaissent sur ces radiographies.

2.2.2. Résultats obtenus

Une étude réalisée sur 20 chats avec une LSI bilatérale, et présentant tous des fractures concomitantes du bassin, a montré que l'utilisation d'une vis corticale et d'un écrou pour la stabilisation d'une LSI bilatérale est une technique à succès, répétable et fiable. En effet, cette technique permet un placement correct de l'implant et une réduction satisfaisante

de la LSI pour l'ensemble des cas. Le suivi à plus long terme a permis de montrer un retour à l'utilisation des membres rapide et une récupération fonctionnelle excellente (Pratesi, Grierson, Moores 2018).

2.3. Broche de Steinmann transarticulaire

2.3.1. Description de la technique chirurgicale

Plusieurs études décrivent une technique chirurgicale qui consiste en la mise en place d'une unique broche transarticulaire dans le cadre de LSI bilatérale. L'animal est positionné en décubitus ventral et un abord chirurgical dorsal standard des deux ASI est réalisé. La broche est placée au niveau de l'ASI, et traverse les deux ailes iliaques ainsi que le sacrum. Les deux extrémités de la broche sont incurvées à 90° afin de les plaquer contre les ailes iliaques et le montage est sécurisé avec la mise en place d'une vis ou d'un cerclage autour des extrémités de la broche. Toute la procédure chirurgicale de réduction et de stabilisation de la LSI peut être réalisée avec ou sans recours à la fluoroscopie (Parslow, Simpson 2017; Leasure et al. 2007).

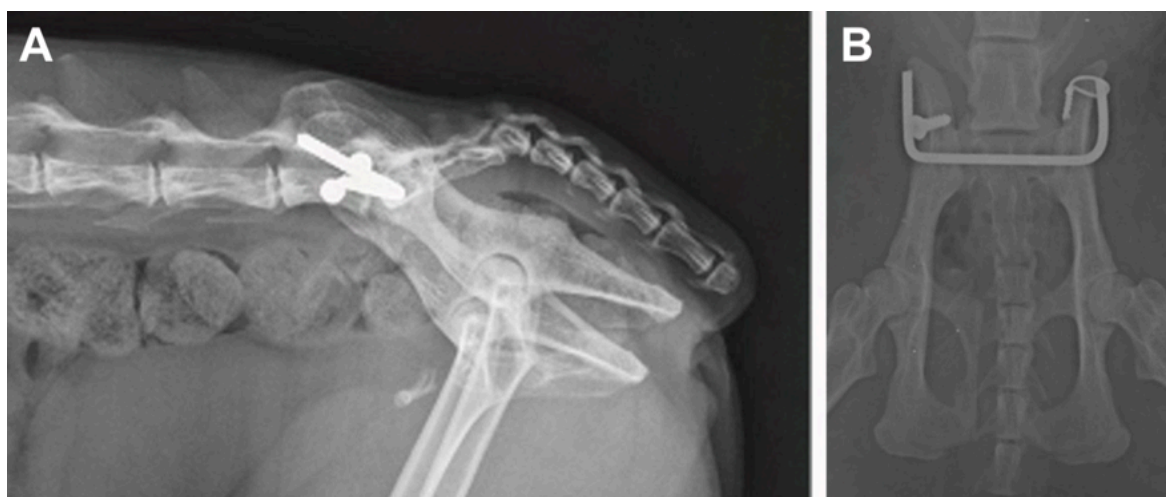


Figure 38 : Mise en place d'une broche unique transarticulaire pour réduire et stabiliser une LSI bilatérale, en vue latérale (A) et dorso-ventrale (B).

Une vis et un cerclage sont utilisés afin de maintenir la broche transarticulaire en place.

2.3.2. Résultats obtenus

Cette technique chirurgicale permet de placer correctement la broche et d'obtenir une réduction précise de la LSI. Ce placement est particulièrement précis lors du recours à la fluoroscopie. Les résultats fonctionnels à long terme sont excellents avec ou sans fluoroscopie. S'il s'agit d'une technique relativement simple, fiable et dont les résultats semblent encourageants, d'autres études ultérieures avec un nombre de chirurgies plus important seraient nécessaires afin d'évaluer correctement cette technique chirurgicale, et la comparer aux autres techniques chirurgicales (Parslow, Simpson 2017; Leasure et al. 2007).

2.4. Techniques chirurgicales avec implant trans-iliaque sans ancrage dans le sacrum

2.4.1. Technique de la bande de tension

2.4.1.1. Description de la technique chirurgicale

L'étude a été menée sur 19 chats, ce qui représentait 24 LSI au total. L'animal est positionné en décubitus ventral. Un abord chirurgical dorsal standard du côté de la LSI est réalisé, ainsi qu'une petite incision sur la crête iliaque opposée. Après avoir réduit la LSI à l'aide de daviers réducteurs, la technique consiste en la mise en place d'une ligature crâniale au bassin (monofilament de nylon ou polyester) passant à travers les deux crêtes iliaques dont le trajet est expliqué sur la figure 39. Une broche est ajoutée avant de nouer la ligature. Elle traverse les muscles fessiers, et l'ASI du côté affecté par la LSI, en traversant l'ilium et le corps vertébral de S1.

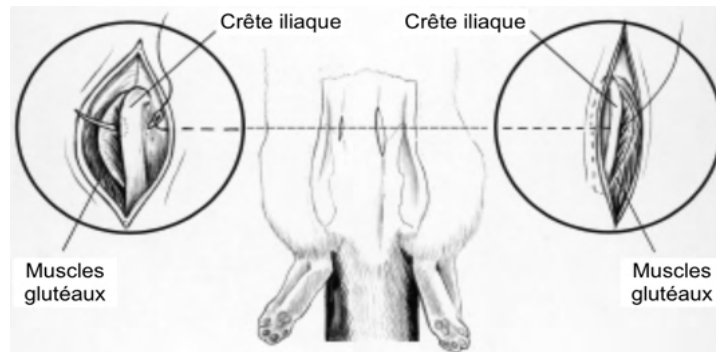


Figure 39 : Passage des ligatures de la bande de tension à travers les deux crêtes iliaques (Raffan et al. 2002).

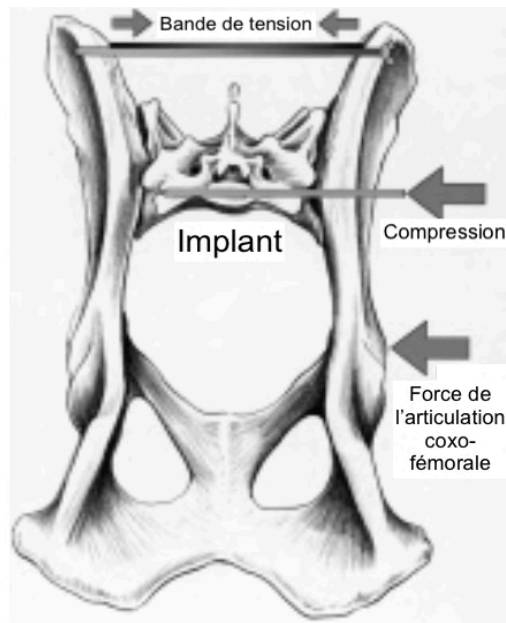


Figure 40 : Principes de la technique chirurgicale de la bande de tension (Raffan et al. 2002).

2.4.1.2. Résultats obtenus

Cette technique chirurgicale nécessite d'être étudiée plus profondément et comparée aux autres techniques chirurgicales employées pour la réduction et la stabilisation d'une LSI. Les auteurs rapportent cependant que cette technique est plus sûre et plus simple que celle faisant appel à la mise en place d'une vis en compression au niveau de l'ASI. En effet, étant donné que le sacrum n'est pas relevé pour mettre en place une vis, aucune force ne s'exerce dorsalement à l'ilium, ce qui limite les risques de lésions des nerfs sciatique et fémoral. De plus, si l'alignement de la broche n'est pas correct, les dommages causés par la broche lisse employée ici sont moindres en comparaison avec ceux causés par une vis (Raffan et al. 2002).

2.4.2. Technique de fixation par une broche ou une vis trans-iliaque

2.4.2.1. Description de la technique chirurgicale

Il s'agit d'une technique décrite chez le chat dans le cadre d'une LSI bilatérale. Pour cela, l'animal est placé en décubitus ventral et un abord chirurgical dorsal standard des deux ASI est réalisé. La réduction de la LSI s'effectue par traction et manipulation de l'aile iliaque et de la tubérosité ischiatique de chaque coxal. Ensuite, une broche ou une vis est implantée à travers l'extrémité crâniale des deux ailes iliaques, en passant dorsalement à la septième vertèbre lombaire. L'implant ne passe pas dans l'ASI et il n'est donc pas ancré dans le sacrum. Cette technique s'appuie également sur la création d'une force de compression crâniale à l'ASI, complétée par la force exercée caudalement au niveau des articulations coxo-fémorales.



Figure 41 : Mise en place d'une broche trans-iliaque pour la stabilisation de la réduction de la LSI (Yap et al. 2014).

Les deux extrémités de la broche sont rabattues contre la surface de l'ilium.



Figure 42 : Mise en place d'une vis trans-iliaque pour la stabilisation de la réduction de la LSI (Yap et al. 2014).

Un écrou en nylon (radiotransparent) est ajouté à la sortie de la vis afin de stabiliser le montage.

2.4.2.2. Résultats obtenus

La technique est décrite comme plus simple et fiable comparée à la mise en place d'une vis en compression dans le corps vertébral de S1. Les résultats fonctionnels sont rapportés comme excellents (Yap et al. 2014).

2.5. Techniques à foyer fermé : utilisation de la fluoroscopie

2.5.1. Définition

La fluoroscopie est une technique d'imagerie médicale qui consiste à utiliser les rayons X afin de produire une image instantanée et en temps réel, transmise sur un écran. Les rayons X qui traversent le patient sont reçus par un amplificateur d'image qui transmet un signal final à un écran de télévision. Cela permet de visualiser en temps réel les structures souhaitées, ce qui rend son application particulièrement intéressante en chirurgie notamment.

2.5.2. Équipement

Le mobile de fluoroscopie contient l'ensemble des technologies nécessaires à l'obtention des images, depuis le générateur de rayons-X jusqu'à l'écran de télévision, en passant par l'amplificateur d'image. Les mobiles de fluoroscopie sont d'architecture variable selon les modèles. Un de ces modèles est présenté sur la figure 43.



Figure 43 : Mobile de fluoroscopie (GE OEC compact 7700, Boston, Massachusetts, Etats-Unis).

Le générateur de rayons X émet un rayonnement ionisant en direction du patient qui le traverse et atteint l'amplificateur de brillance situé sous le patient. Le signal est ensuite transmis pour qu'une image en temps réel soit affichée sur le l'écran.

2.5.3. Intérêts et limites

Les principaux intérêts de la fluoroscopie sont la visualisation en direct des structures souhaitées, l'ajustement de la zone souhaitée en fonction des observations obtenues, l'obtention d'images à l'aide de captures et de films, et la réalisation de procédures

interventionnelles sous contrôle fluoroscopique. Les intérêts spécifiques du recours à la fluoroscopie dans le traitement chirurgical d'une LSI sera développé ci-après. La principale limite est l'émission de rayons X, qui nécessite donc un ensemble de mesures de radioprotection.

2.5.4. Radioprotection

La radioprotection couvre l'ensemble des mesures prises pour assurer la protection de l'homme et son environnement contre les effets des rayonnements ionisants. Elle repose sur trois principes qui sont la justification, l'optimisation et la limitation des doses de rayonnements. Les mesures de radioprotection indispensables à mettre en œuvre afin de protéger le personnel exposé aux rayons X sont : l'emploi d'un équipement de protection porté systématiquement le personnel exposé, le dosimètre, un zonage, la formation du personnel, et limiter au strict nécessaire le recours aux rayons X.

3. Implantation d'une vis en compression dans le sacrum

3.1. Généralités

La technique qui consiste à implanter une vis en compression via une approche ouverte dorsolatérale, est la technique chirurgicale la plus populaire pour le traitement de la LSI (Burger, Forterre, Brunberg 2004). Si cette technique peut paraître simple de premier abord, elle est en réalité très complexe du fait de nombreux facteurs et difficultés à prendre en compte. L'ancrage de la vis de façon optimale ainsi que son positionnement sont essentiels afin d'éviter tout débricolage de l'implant qui pourrait causer une perte de réduction de la LSI. Ce bon positionnement de l'implant est donc essentiel pour que ce dernier reste en place. Il a d'ailleurs été montré qu'une vis unique, mais placée correctement, permet une fixation forte de l'articulation sacro-iliaque luxée et limite le risque de débricolage de l'implant, par rapport à la mise en place de deux vis incorrectement positionnées (Radasch et al. 1990). De plus, l'implantation de la vis doit être réalisée de façon à ne pas créer de lésions au niveau des organes qui entourent le sacrum, ce qui sera développé ci-après.

3.2. Localisation du site d'implantation correcte de la vis

3.2.1. Localisation anatomique souhaitée dans le sacrum

La vis employée pour stabiliser la réduction de LSI doit être implantée dans le corps vertébral de la première vertèbre sacrée. Les limites de la zone d'implantation souhaitée sont représentées sur la figure 44. Il est important de ne pas aller au-delà de ces limites afin de ne pas léser les organes adjacents.

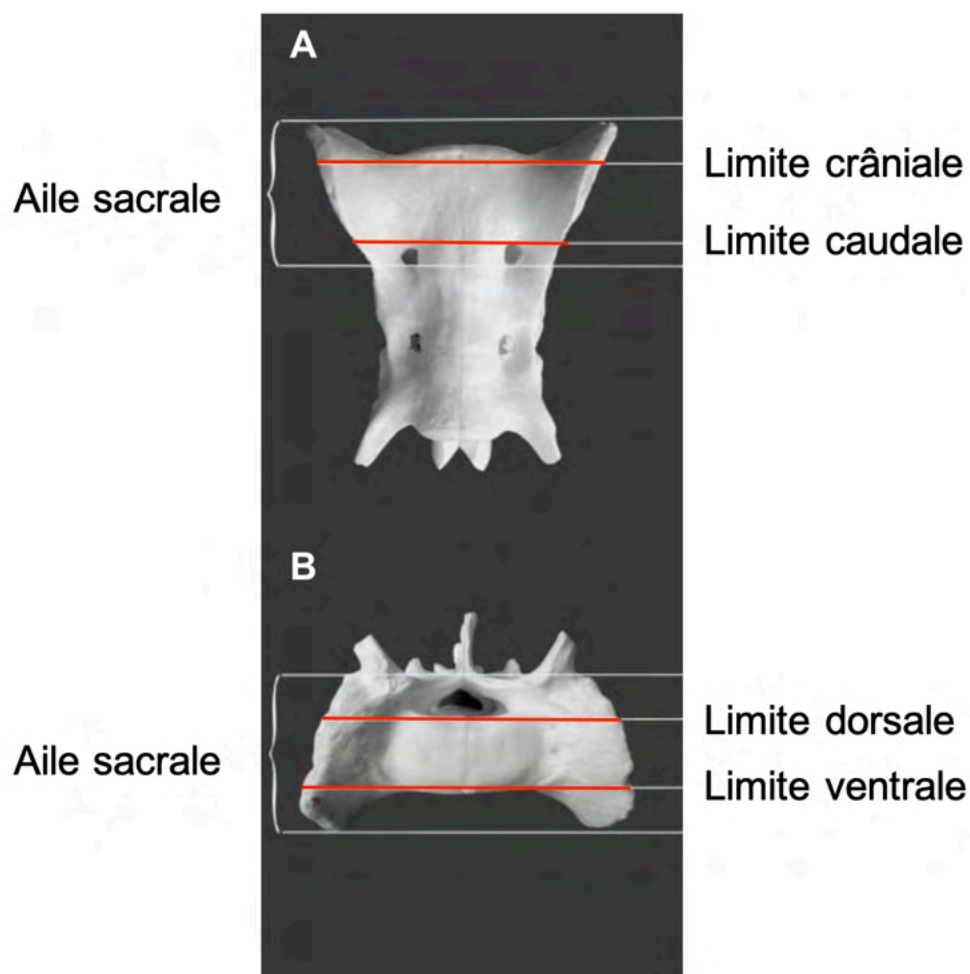


Figure 44 : Limites crâniale, caudale, dorsale et ventrale du corps vertébral de S1 que la vis ne doit pas dépasser, vue dorsale (A) et vue crâniale (B).

En effet, comme nous l'avons vu précédemment, l'articulation sacro-iliaque est entourée par de nombreuses structures anatomiques, ce qui implique qu'un mauvais positionnement de l'implant peut être à l'origine de lésions des organes adjacents. En effet, une sortie dorsale peut être à l'origine de lésions de la queue de cheval ; une sortie ventrale

peut causer des dommages aux vaisseaux sacraux médians à l'origine d'hémorragies, et du plexus lombo-sacré (Shales, Langley-Hobbs 2005; Shales, White, Langley-Hobbs 2009); une sortie crâniale peut léser le disque intervertébral lombo-sacré (Burger, Forterre, Brunnberg 2004; Bowl, Shales 2011) ; et une sortie caudale peut occasionner une lésion du disque intervertébral entre S3 et Cd1 ainsi que des racines des premiers nerfs sacrés (Shales et al. 2010; Bowl, Shales 2011).

3.2.2. Point d'insertion de la vis

Le point d'insertion de l'implant, pour un chat en décubitus latéral, a été décrit au niveau de la surface articulaire du sacrum, rendue visible lors d'un abord chirurgical classique à foyer ouvert. Il est ainsi conseillé d'insérer l'implant au niveau du centre de l'axe cranio-caudal de l'aile du sacrum du chat et légèrement dorsalement au point médian de l'axe dorso-ventral, ce qui correspond finalement à une insertion à environ un millimètre dorsalement au centre géométrique de l'articulation sacro-iliaque (Burger, Forterre, Brunnberg 2004).

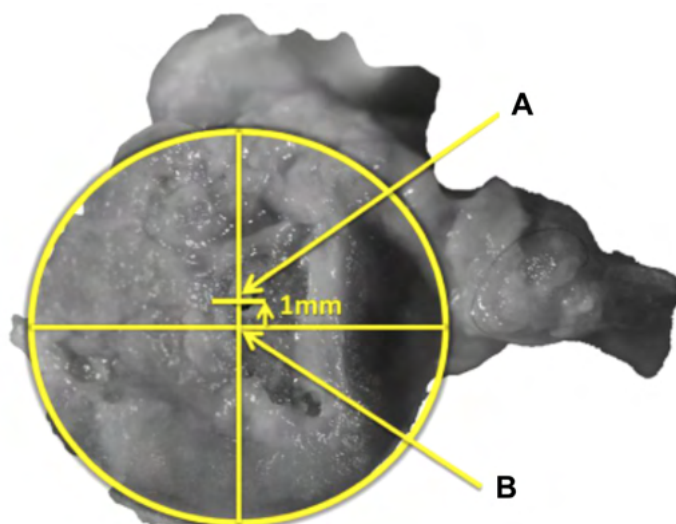


Figure 45 : Représentation du point d'insertion de l'implant (A), situé environ 1 mm au-dessus du centre géométrique (B) de la surface articulaire de l'aile du sacrum (Shales, White, Langley-Hobbs 2009).

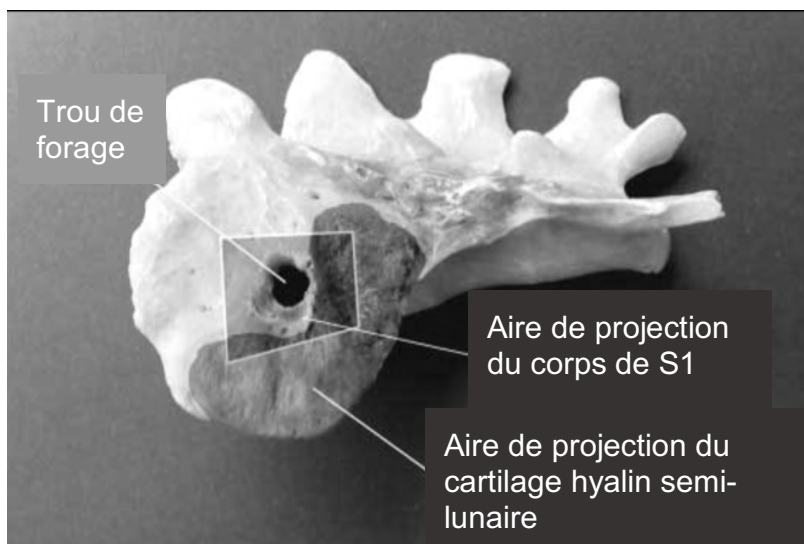


Figure 46 : Aire de projection du corps de S1 sur la surface articulaire de l'aile du sacrum (Burger, Forterre, Brunberg 2004).

Le trou de forage dans le sacrum se situe à proximité de la limite cranio-dorsale du cartilage hyalin semi-lunaire.

Le point d'insertion souhaité de la vis dans le sacrum doit correspondre avec celui de la vis au niveau de l'aile de l'ilium afin d'obtenir une réduction optimale de la LSI. Le repère anatomique du point d'insertion de la vis sur l'aile de l'ilium (X) est obtenu par le croisement de deux droites (EF et GH), dont le tracé est représenté sur la figure 47. Dans la direction dorso-ventrale, l'insertion de la vis se situe légèrement ventralement au centre de la droite GH représentant la hauteur de l'aile iliaque. Dans la direction cranio-caudale, l'insertion de la vis se situe sur la droite EF, correspondant à la longueur de la tubérosité sacrale, partant de l'épine iliaque dorso-crâniale et se terminant au niveau de l'épine iliaque dorso-caudale. L'insertion (X) doit être réalisée à la distance correspondant à 70% de la longueur de la tubérosité sacrale en partant de l'épine iliaque dorso-crâniale (Burger, Forterre, Brunberg 2004).

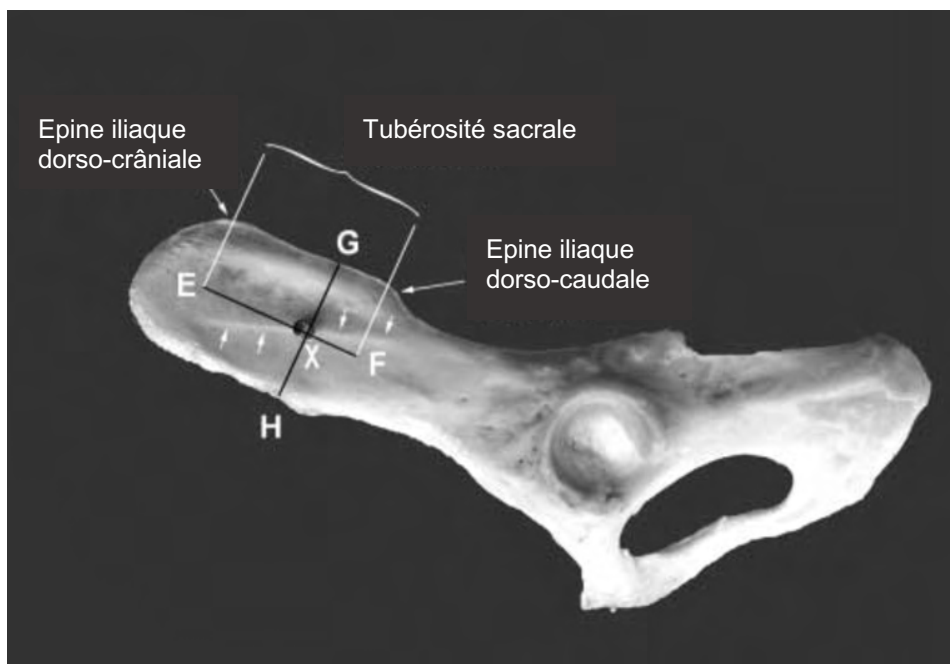


Figure 47 : Position du trou de forage (X) sur l'aile de l'ilium, en relation avec la longueur de la tubérosité sacrale (EF) et la hauteur de l'aile iliaque (GH) (Burger, Forterre, Brunberg 2004).

Le trou de forage est situé ventralement à la ligne glutéale (petites flèches blanches).

3.2.3. Ancrage de la vis dans le sacrum

Il a été montré, chez le chien, que la profondeur d'implantation de la vis, ou ancrage de la vis dans le sacrum, est l'un des facteurs principaux influençant sur le risque de débricolage de l'implant. En effet, seulement 7% des implants débricolent lorsque l'ancrage est supérieur à 60% de la largeur du sacrum, alors que 48% des implants débricolent lorsque l'ancrage est inférieur à 60% (DeCamp, Braden TD 1985).

Une étude plus récente, réalisée sur 40 chats, a confirmé qu'un ancrage de la vis dans le corps vertébral de S1 supérieur à 60% est associé à une diminution du risque de débricolage de l'implant (Shales et al. 2010). Dans cette étude la moyenne de la profondeur d'ancrage des vis pour lesquelles aucun lâchage d'implant n'a été recensé est significativement différente de celle des vis pour lesquelles l'implant a débricolé (67,9% contre 42,2%). La probabilité théorique d'atteindre une réduction stable de la LSI en fonction de la profondeur d'ancrage de la vis a été représentée sur la figure 48. Cette figure a été obtenue grâce aux données recensées dans l'étude, en utilisant la profondeur d'ancrage de la vis et l'incidence des débricolages, afin de créer une courbe de régression.

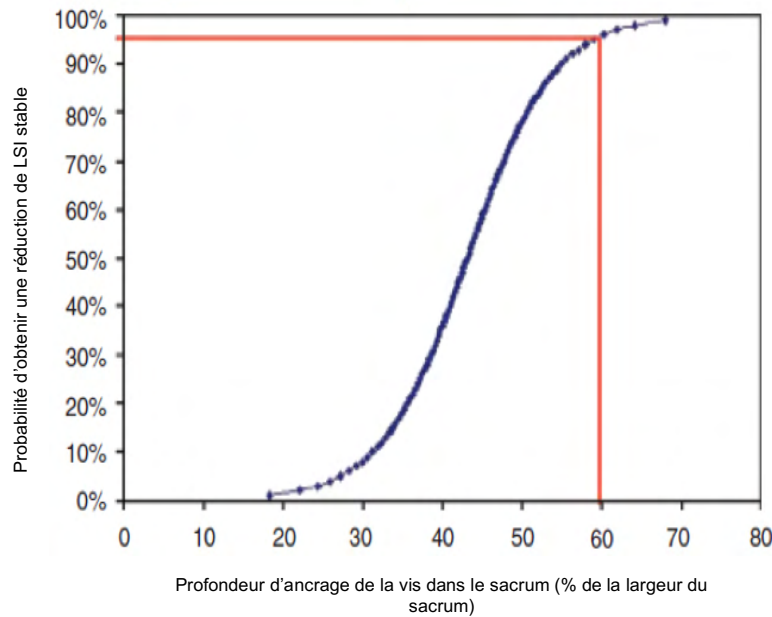


Figure 48 : Probabilité d'une réduction de LSI stable en fonction de la profondeur d'ancrage de la vis dans le sacrum (Shales et al. 2010).

3.3. Les corridors d'implantation chez le chat : guides pour un ancrage et une position optimale de la vis sacro-iliaque

3.3.1. Intérêts et objectifs de la définition de corridors d'implantation

Comme nous l'avons vu précédemment, l'ancrage et le positionnement de la vis sont essentiels afin d'éviter tout lâchage d'implant qui serait à l'origine d'une déstabilisation de la LSI réduite, et de ne pas léser les structures anatomiques qui se situent dans la région du sacrum. De ce fait, le placement de la vis se révèle être le plus souvent un challenge pour le chirurgien lors d'un abord ouvert dorsolatéral. De plus, la surface articulaire sacro-iliaque du chat est de petite taille et laisse un espace de positionnement de l'implant de moins d'un demi-centimètre carré, ce qui correspond à environ 25% de la surface articulaire de l'aile du sacrum (Burger, Forterre, Brunnberg 2004).

Afin de placer de façon optimale et fiable la vis, des corridors d'implantation ont été décrits chez le chat. Ils permettent de définir une angulation de l'implant optimale, depuis le point d'insertion précédemment décrit, afin d'éviter toute sortie de l'implant en dehors du

corps vertébral. Les corridors d'implantation sont décrits dans deux directions, craniocaudale et dorso-ventrale (Philp, Durand, De Vicente 2018).

Ces corridors d'implantation sont essentiels lors de chirurgie à foyer ouvert par un abord dorsolatéral afin d'obtenir un positionnement correct de l'implant. Par ailleurs, les repères établis par les corridors d'implantation sont également utilisés comme guides lors d'implantation mini-invasive avec recours à la fluoroscopie.

3.3.2. Description des corridors d'implantation chez le chat

3.3.2.1. Dans le plan dorso-ventral

3.3.2.1.1. Évaluation radiographique

La mesure des angles dans le but de définir ces corridors a été obtenue en délimitant le corps vertébral de S1, latéralement par les surfaces articulaires du sacrum, dorsalement par le plancher du canal vertébral, et ventralement par le plancher du sacrum. Le point d'insertion de la vis apparaît sur la figure 49 en vert.

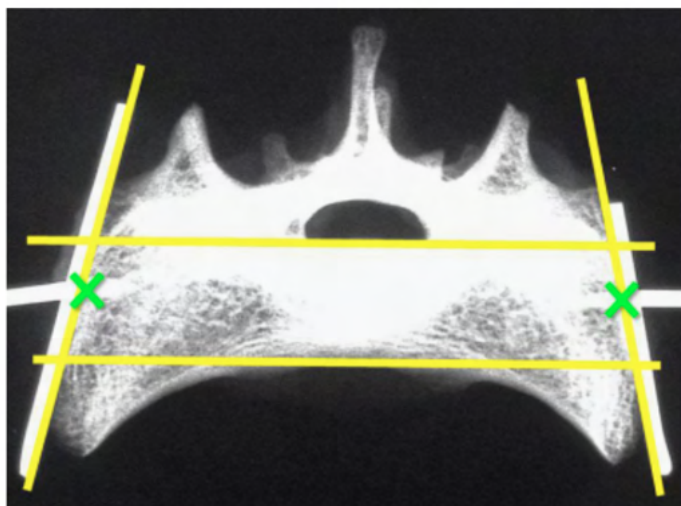


Figure 49 : Délimitations dorsale, ventrale, et latérales (lignes jaunes) du corps vertébral de la première vertèbre sacrale (Shales, White, Langley-Hobbs 2009).

Les points d'insertion de l'implant se situent au niveau des croix vertes.

Ces délimitations permettent ensuite de déterminer trois angles, un optimal, un minimal et un maximal, entre l'implant et la surface articulaire du sacrum. L'intervalle entre l'angle minimal et maximal constitue alors l'ensemble des angles permettant d'éviter une sortie ventrale ou dorsale de l'implant du corps vertébral (Shales, White, Langley-Hobbs 2009). La définition des angles est décrite sur la figure 50.

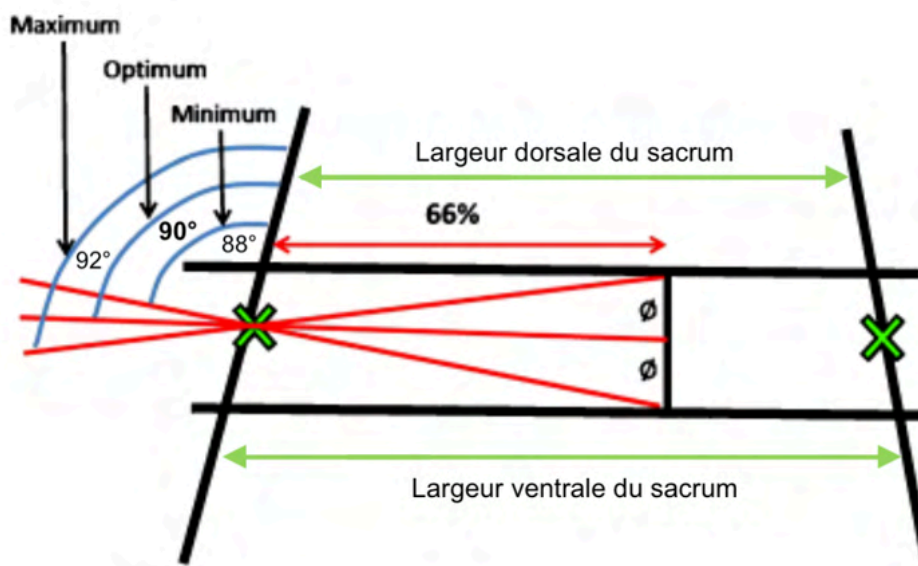


Figure 50 : Représentation des angles de forage maximum, optimal et minimum, à partir de la surface articulaire gauche, dans le plan dorso-ventral (Shales, White, Langley-Hobbs 2009).

Le point d'insertion est représenté par la croix verte.

L'angle optimal recommandé entre l'implant et la surface articulaire du sacrum dans le plan dorso-ventral chez le chat est ainsi évalué à $90^{\circ} \pm 2^{\circ}$. Cette angulation a permis d'éviter une sortie de l'implant dorsalement, c'est-à-dire au niveau du canal vertébral, mais conduit à une sortie de l'implant ventralement dans 35% des cas. Notons par ailleurs que le diamètre de la vis n'est pas pris en compte dans cette étude, ce qui peut amener à une sous-estimation de la valeur de cet angle (Shales, White, Langley-Hobbs 2009).

3.3.2.1.2. Évaluation au scanner

L'angle optimal entre l'implant et la surface articulaire du sacrum a été étudié par scanner, en utilisant une vis corticale de 2,7 mm, avec une implantation de 60%. Pour cela, les limites dorsale (droite I) et ventrale (droite J) sont tracées ainsi que la surface articulaire

du sacrum (droite H). Une droite est tracée au niveau du plan médian du corps vertébral de S1 (droite K), qui forme avec la droite H l'angle de la surface articulaire du sacrum. La droite L représente les 60% de la largeur du corps vertébral de S1. Les angles sont ensuite calculés de la même façon que pour les images radiographiques, en traçant les droites qui correspondent à la limite dorsale de forage (droite P), l'emplacement de forage optimal (droite M) et la limite ventrale de forage (droite Q). Ces trois droites rencontrent la droite correspondant à la surface articulaire du sacrum (droite H) pour former les angles de forage maximum (M), optimal (o) et minimum (m).

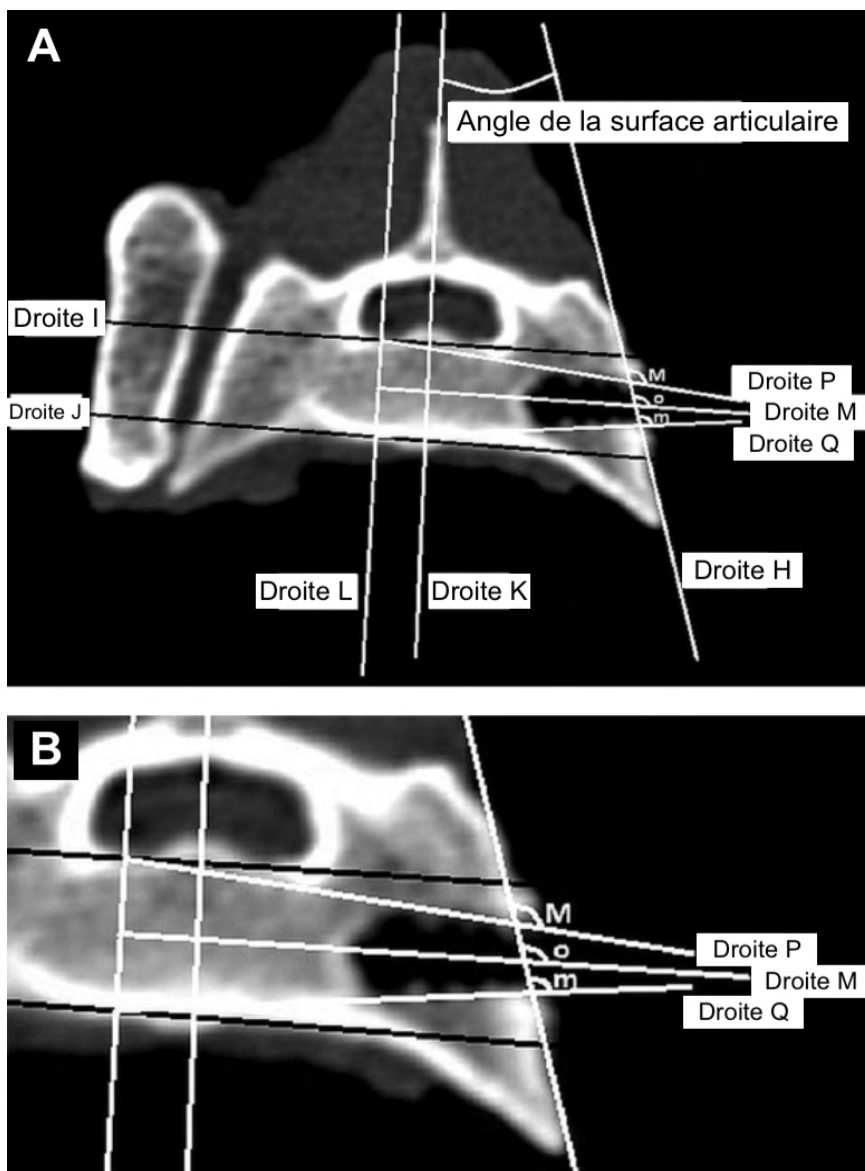


Figure 51 : (A) Évaluation au scanner du corridor d'implantation dans le plan dorso-ventral, (B) montrant les droites P, M et Q ainsi que les angles M, o et m plus en détails (Philp, Durand, De Vicente 2018).

L'angle optimal moyen obtenu entre l'implant et la surface articulaire du sacrum est de 111°, mais a conduit à une sortie dorsale de la vis du corps de S1 dans 23% des cas et à une sortie ventrale dans 7,7% des cas. De plus, avec le faible nombre de spécimens considérés dans cette étude (13 bassins de chat), les angles maximaux pour certains chats étaient inférieurs aux angles minimaux d'autres chats. Ainsi, aucune recommandation d'angle optimal dans le plan dorso-ventral n'a pu être établie au scanner. Par ailleurs, il existe une différence majeure entre l'angle dorso-ventral déterminé par radiographie et celui évalué au scanner. En effet, l'évaluation radiographique est inférieure de 21° à celle du scanner. Cette différence peut s'expliquer notamment par les variations de méthodologie pour le calcul des angles. En effet, même si les points d'insertion sont identiques pour les deux études, radiographique et scanner, l'évaluation radiographique ne prend pas en compte le diamètre de la vis, contrairement à l'évaluation au scanner. Cela peut être à l'origine d'une sous-estimation des angles déterminés par radiographie et expliquer que l'angle optimal dans le plan dorso-ventral obtenu par radiographie soit inférieur à celui de l'évaluation au scanner. Il convient donc de considérer l'anatomie de chaque individu afin de déterminer l'angle dorso-ventral optimal, qui doit être évalué en pré-opératoire pour chaque individu par la technique d'imagerie disponible dans la structure vétérinaire (Philp, Durand, De Vicente 2018).

3.3.2.2. Dans le plan cranio-caudal

3.3.2.2.1. Évaluation radiographique

La même méthode utilisée pour la détermination des angles dans le plan dorso-ventral est employée pour déterminer les angles dans le plan cranio-caudal. Les délimitations crâniale et caudale du corps vertébral de S1 sont tracées (droites A et B), ainsi que la limite correspondant à 60% de corps vertébral de S1 (droite C). La surface articulaire est représentée par la droite D, qui coupe la droite S correspondant au plan médian du corps vertébral, pour former l'angle de la surface articulaire. Les angles sont ensuite calculés de la même façon que dans le plan dorso-ventral, en traçant les droites qui correspondent à la limite crâniale de forage (droite E), l'emplacement de forage optimal (droite F) et la limite caudale de forage (droite G). Ces trois droites rencontrent la droite correspondant à la surface articulaire du sacrum (droite D) pour former les angles de forage minimum (m),

optimal (o) et maximum (M). Le tracé des droites ainsi que celui des angles décrits auparavant sont présentés sur la figure 52.

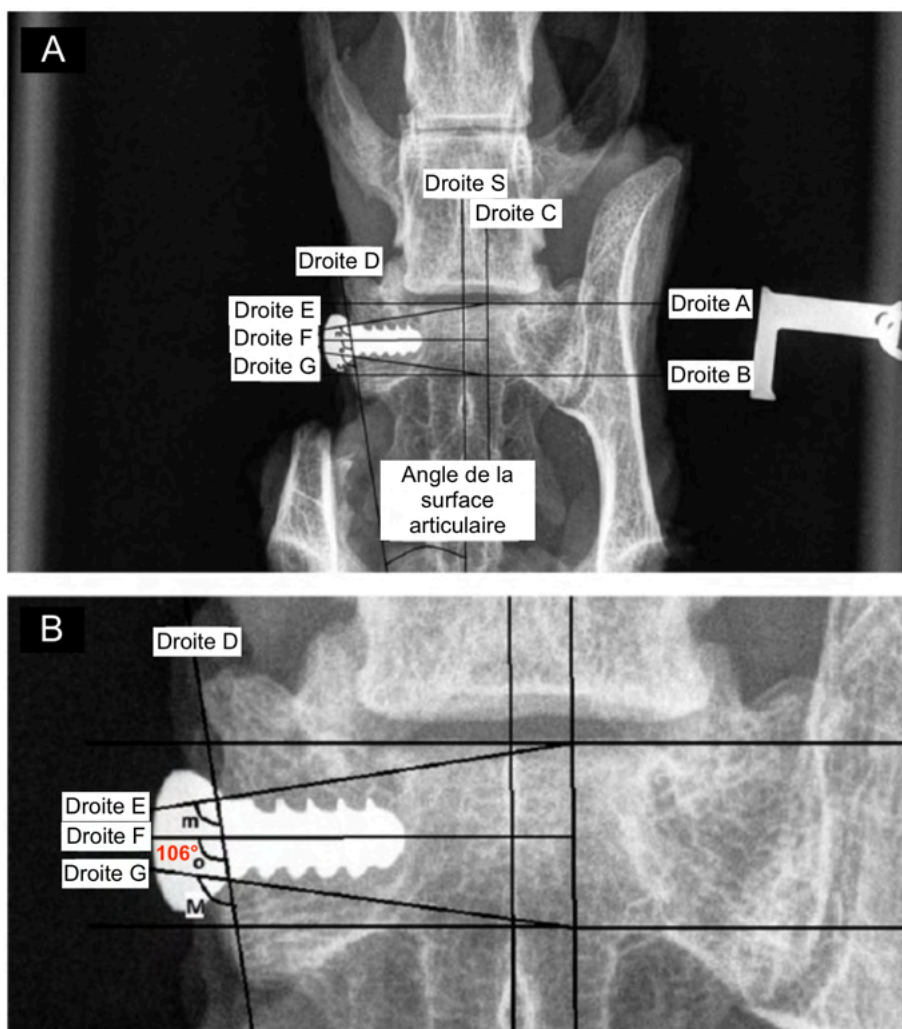


Figure 52 : (A) Évaluation radiographique du corridor d'implantation dans le plan cranio-caudal, (B) montrant les droites E, F et G ainsi que les angles m,o et M plus en détails (Philp, Durand, De Vicente 2018).

Il a été décrit que l'angle optimal moyen entre l'implant et la surface articulaire, déterminé à partir de radiographies chez le chat dans le plan cranio-caudal, est de 106° pour une vis corticale de 2,7 mm. Avec cet angle de 106°, une sortie crâniale de la vis est cependant notée (Philp, Durand, De Vicente 2018).

3.3.2.2.2. Évaluation au scanner

L'évaluation de l'angle optimal dans le plan cranio-caudal est obtenue de la même manière que pour l'évaluation radiographique dans le même plan. Les délimitations crâniale et caudale du corps vertébral de S1 sont tracées (droites A et B), ainsi que la limite correspondant à 60% de corps vertébral de S1 (droite C). La surface articulaire est représentée par la droite D, qui coupe la droite S correspondant au plan médian du corps vertébral, pour former l'angle de la surface articulaire. Les angles sont ensuite calculés de la même façon que pour les images radiographiques, en traçant les droites qui correspondent à la limite crâniale de forage (droite E), l'emplacement de forage optimal (droite F) et la limite caudale de forage (droite G). Ces trois droites rencontrent la droite correspondant à la surface articulaire du sacrum (droite D) pour former les angles de forage minimum (m), optimal (o) et maximum (M). Le tracé des droites ainsi que celui des angles décrits auparavant sont présentés sur la figure 53.

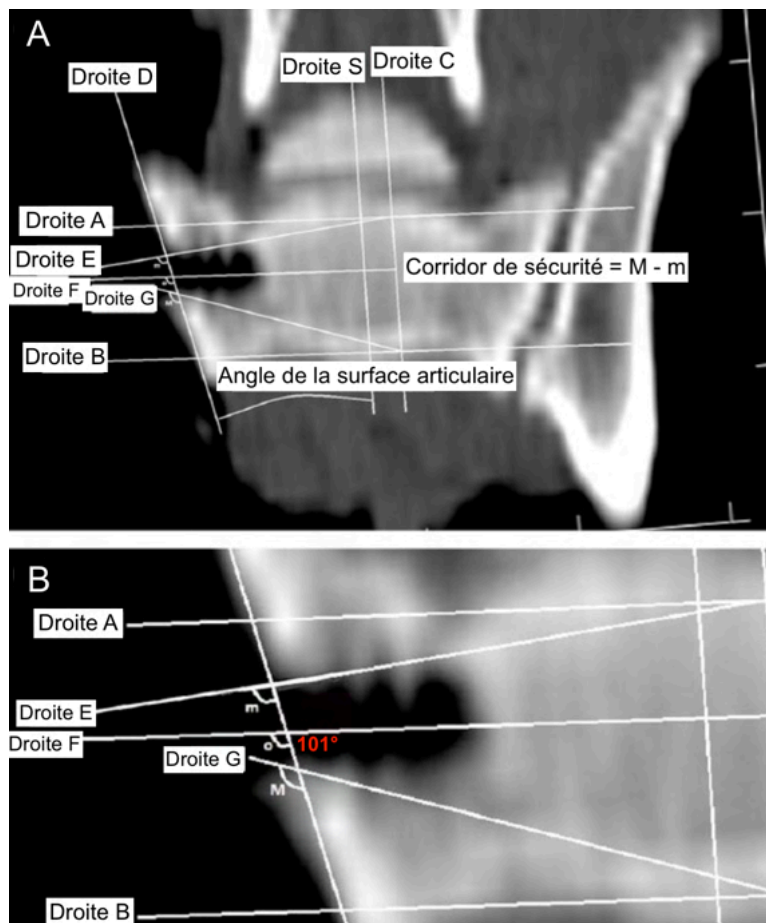


Figure 53 : (A) Évaluation au scanner du corridor d'implantation dans le plan cranio-caudal, (B) montrant les droites E, F et G ainsi que les angles m, o et M plus en détails (Philp, Durand, De Vicente 2018).

L'évaluation au scanner montre que l'angle optimal moyen entre l'implant et la surface articulaire du sacrum dans le plan cranio-caudal est de 101° , pour une vis corticale de 2,7 mm, en considérant une implantation de 60% de la vis dans le corps vertébral. Avec cet angle de 101° , aucune sortie crâniale ni caudale de la vis n'est recensée. Ainsi, l'angle optimal recommandé entre l'implant et la surface articulaire du sacrum dans le plan cranio-caudal est de 101° (Philp, Durand, De Vicente 2018).

**PARTIE 3 : ÉTUDE CLINIQUE RÉTROSPECTIVE
D'UNE TECHNIQUE CHIRURGICALE MINI-
INVASIVE DE RÉDUCTION ET DE STABILISATION
D'UNE LSI SOUS CONTRÔLE FLUOROSCOPIQUE
CHEZ LE CHAT**

1. Introduction

1.1. Généralités

La luxation sacro-iliaque touche les chats de toute race, âge et sexe. Il s'agit d'une affection causée dans la plupart des cas par une collision avec un véhicule, lors d'accident de la voie publique. Chez le chat, 32% des fractures touchent le bassin, et dans 59% à 93% des cas, il s'agit d'une LSI. Par ailleurs, dans 27% à 46% des cas de LSI, l'affection est bilatérale. Du fait que le bassin soit un cadre rigide, une LSI unilatérale s'accompagne d'autres fractures du bassin telles qu'une séparation de la symphyse pelvienne, des fractures du pubis et de l'ischium ou encore des fractures du corps de l'ilium (Fossum et al. 2019; Bird, de Vicente 2020).

Le recours à la chirurgie est conseillé lorsque le chat n'est pas ambulateur, qu'il présente des signes de douleur, qu'il existe une réduction sévère du canal pelvien et d'autres fractures concomitantes. Diverses techniques chirurgicales sont décrites et utilisent des vis en compression transarticulaire, des broches mais aussi une combinaison des deux. Cependant, la technique la plus pratiquée reste la technique à foyer ouvert par abord dorsolatéral pour la mise en place d'une vis en compression. Même si cette méthode reste très populaire, elle reste invasive et le placement correct de la vis est souvent aléatoire, avec un positionnement satisfaisant dans 33% à 87,5% des cas selon les techniques (Fischer et al. 2012). Ainsi, elle nécessite des repères anatomiques précis afin de pouvoir obtenir une bonne réduction de la LSI, un positionnement correct de l'implant utilisé, et d'éviter les sorties de vis qui pourraient être à l'origine de lésions des organes adjacents. Afin de réduire ces risques et d'obtenir une implantation plus facile et plus précise de l'implant, l'utilisation de la fluoroscopie dans le traitement chirurgical mini invasif de la LSI a été proposée chez le chien et le chat (Tonks, Tomlinson, Cook 2008; Fischer et al. 2012; Déjardin et al. 2016).

1.2. Intérêts de la fluoroscopie dans le cadre du traitement chirurgical de la LSI

Il a été montré que la réduction et stabilisation de la LSI selon une technique mini invasive était réalisable chez le chien et le chat (Tonks, Tomlinson, Cook 2008; Fischer et al. 2012). Cette technique a bien été décrite chez le chien, cependant les études concernant le chat sont peu nombreuses. La méthode chirurgicale mini-invasive de réduction et stabilisation de la LSI sous fluoroscopie a été comparée à la technique ouverte sans recours à cette technique d'imagerie, et a montré de nombreux avantages (Déjardin et al. 2016; Rollins et al. 2019).

Les intérêts du recours à la fluoroscopie sont nombreux. En effet, la visualisation en direct des structures anatomiques permet un placement plus précis de la vis et d'ajuster l'orientation de l'implant. La fluoroscopie facilite donc le placement de la vis dans un contexte où l'anatomie du bassin est modifiée par un traumatisme et la présence d'autres fractures. Il a été démontré que le recours à la fluoroscopie permet un placement plus précis de la vis et un meilleur ancrage dans le corps vertébral de S1, ce qui limite le risque de débricolage de l'implant. De plus, la réduction de la LSI obtenue est plus précise et constante avec le recours à la fluoroscopie (Déjardin et al. 2016; Rollins et al. 2019). Cela permet également de préserver les tissus mous environnants, ce qui limite la douleur et le risque d'infections postopératoires. Il a été décrit que la récupération fonctionnelle du membre ipsilatéral à la LSI était plus rapide que lors de techniques à foyer ouvert (Tomlinson 2012). Par ailleurs, en médecine humaine, les avantages de la fluoroscopie sont également bien décrits, où le recours à cette méthode permet de limiter les pertes de sang, la durée de la chirurgie et de l'hospitalisation, tout en diminuant la douleur ainsi que les complications postopératoires et en accélérant l'utilisation du membre atteint (Rollins et al. 2019).

1.3. Objectifs de l'étude et hypothèse de départ

L'objectif de cette étude clinique rétrospective est de décrire et d'évaluer une nouvelle technique chirurgicale mini invasive dans le traitement de la LSI chez le chat. Notre hypothèse de départ est que cette nouvelle technique chirurgicale permet une bonne réduction de la LSI, une implantation optimale de l'implant, une restauration du diamètre du canal pelvien et une bonne récupération fonctionnelle postopératoire chez le chat.

2. Matériels et méthodes

2.1. Critères d'inclusion de l'étude

Les chats sélectionnés dans cette étude rétrospective sont ceux ayant présenté une LSI unilatérale ou bilatérale traitée par une réduction chirurgicale mini-invasive sous contrôle fluoroscopique avec une vis canulée en compression de 2,4 mm de diamètre, sans tête, sur la période s'étendant d'octobre 2019 à octobre 2021, et dont le suivi postopératoire a pu être réalisé. Les critères d'exclusion étaient un traitement chirurgical par réduction à foyer ouvert, ou utilisant tout autre implant.

2.2. Examens et préparation pré-opératoire

2.2.1. Examen clinique orthopédique

Un examen clinique orthopédique classique est réalisé afin de décrire l'état ambulatoire du patient et le cas échéant, sa démarche, en décrivant la qualité de ses appuis et les éventuelles boiteries associées. C'est également le moyen de pouvoir caractériser et localiser les lésions observées afin de connaître quelles régions anatomiques feront l'objet d'examens complémentaires d'imagerie médicale. L'examen orthopédique permet également de décrire la présence de douleur et dans ce cas de la localiser.

2.2.2. Examens complémentaires d'imagerie

2.2.2.1. Bilan radiographique

La radiographie est l'examen complémentaire utilisé systématiquement. Deux incidences sont réalisées en centrant le faisceau de rayons X sur l'acétabulum pour l'incidence latérale en décubitus latéral droit, et sur le milieu du plan médian du canal pelvien pour l'incidence ventro-dorsale en décubitus dorsal. Ces incidences permettent tout d'abord de déterminer la présence d'une LSI unilatérale ou bilatérale. Ensuite, du fait de la rigidité du bassin, la LSI s'accompagne obligatoirement d'autres fractures du bassin lorsqu'elle est

unilatérale, au niveau du pubis, de l'ischium, de l'ilium ou le long de la symphyse pubienne. Ces radiographies pré-opératoires sont aussi le support des mesures pré-opératoires qui nous intéressent dans cette étude. Les atteintes de l'appareil locomoteur concomitantes à la LSI sont recensées pour chaque animal.

2.2.2.2. Scanner

Un bilan scanner pré-opératoire est réalisé afin de visualiser en trois dimensions la LSI et les fractures concomitantes. La région étudiée dépend de l'examen clinique orthopédique initial ainsi que du bilan radiographique préalable. Cet examen permet de visualiser et de caractériser de façon précise les lésions osseuses.

2.2.3. Anesthésie

Toutes les réductions de LSI ont été réalisées sous anesthésie générale. Les protocoles anesthésiques comprennent une prémédication avec de la médétomidine à la dose de 10 µg/kg IV ou du diazépam à la dose de 0,5 mg/kg IV, associés à de la morphine à la dose de 0,2 mg/kg IV. L'induction est réalisée avec du propofol seul à la dose de 2 mg/kg IV, ou avec un mélange de propofol et de kétamine à 9mg/ml chacun, injecté à la dose de 2 mg/kg IV. Une fois l'induction réalisée, le patient est intubé avec une sonde endotrachéale et un relais gazeux avec de l'isoflurane est mis en place. La gestion de la douleur en peropératoire est assurée par la mise en place d'une perfusion à débit continu de kétamine à 0,5 mg/kg/h et de morphine à 0,2 mg/kg/h. Chaque patient a reçu une antibioprofylaxie chirurgicale réalisée par une injection d'ampicilline et sulbactam à la dose de 10 mg/kg IV avant le début de l'intervention.

2.2.4. Préparation pré-opératoire de l'animal

La préparation de l'animal consiste en une tonte large de l'ensemble du membre pelvien ipsilatéral à la LSI, faces latérale et médiale ; de la zone du bassin et de la fesse

jusqu'au plan médian et jusqu'à environ 3 centimètres crânialement à l'extrémité crâniale de l'ilium ; et de la base de la queue sur environ 5 centimètres.

Un pré-nettoyage chirurgical est réalisé après la tonte et avant le transfert de l'animal au bloc opératoire. La moitié distale du membre ipsilatéral à la LSI est introduite dans un gant en latex attaché avec du scotch *Albuplast*.



Figure 54 : Zone de tonte et positionnement du patient sur la table du bloc opératoire.

La même opération est répétée pour la queue, en commençant à environ quatre centimètres de sa base. L'animal est ensuite positionné en décubitus latéral, avec le côté controlatéral à la LSI au contact de la table. Le bon positionnement de l'animal est essentiel, il est assuré par des contrôles fluoroscopiques en vérifiant que les deux ailes de chaque ilium ainsi que les deux hanches soient parfaitement superposées. La position est ensuite maintenue, si besoin, par un coussin de maintien. Un nettoyage chirurgical de la zone opératoire est ensuite réalisé par 5 passages de *Chloriseptine Savon Désinfectant* + (chlorhexidine à 4%) en alternance avec 5 passages de solution d'*Hibitane* (chlorhexidine diluée à 0,5% dans de l'alcool à 70°). L'animal est ensuite recouvert de champs stériles, en laissant uniquement apparaître la zone opératoire. La moitié distale du membre pelvien ipsilatéral à la LSI est ensuite recouverte stérilement d'une bande cohésive *Vetrap* stérile, afin de permettre sa préhension par le chirurgien.



Figure 55 : Mise en place des champs opératoires et de la bande cohésive Vetrap stérile autour de la moitié distale du membre pelvien ipsilatéral à la LSI.

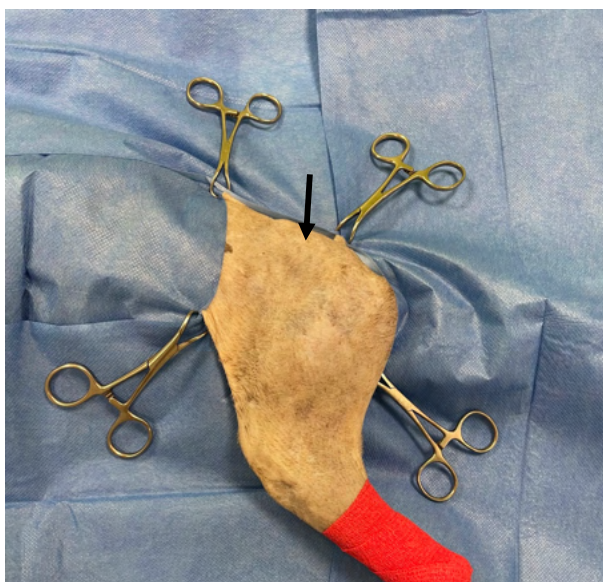


Figure 56 : Bassin et membre pelvien préparés pour la chirurgie, la zone d'abord chirurgicale est indiquée par la flèche noire.

Lorsqu'un patient est atteint d'une LSI bilatérale, chaque étape est réalisée comme décrite auparavant, pour chacun des côtés affectés.

2.3. Technique chirurgicale

2.3.1. Matériel utilisé

2.3.1.1. Instruments chirurgicaux

Les instruments chirurgicaux utilisés pour la réduction chirurgicale de la LSI sont présentés sur la figure 57. Les instruments non spécifiques à la chirurgie de réduction et fixation de LSI utilisés sont : des ciseaux de Mayo (1), un porte aiguille de Mayo (2), un ensemble de daviers réducteurs (3a, 3b et 3c), un ensemble de pinces à champs de Jones (4), un porte lame avec une lame n°11 (5), une pince de Semkin sans dents (6) et à dents de souris (7), d'un moteur De souter TM Vdrive (12) avec un embout AO (13) et un embout à broche à prise rapide (14).



Figure 57 : Ensemble des instruments chirurgicaux utilisables lors de la chirurgie de réduction et stabilisation de LSI.

Les instruments spécifiques à la technique chirurgicale de réduction de la LSI décrite ci-après sont présentés sur la figure 57. Il s'agit d'une vis à compression sans tête de 2,4mm de diamètre, automéchante et canulée (*DePuy Synthes, West Chester, Massachusetts, Etats-Unis*), visible en figure 58, dont le matériel utilisé pour son implantation est le suivant : une mèche canulée de 2 millimètres de diamètre (8), un tournevis à tige canulée (9), un manchon de compression monté sur une poignée (10) et une broche d'1.0 mm de diamètre et 20 cm de longueur (11). L'ensemble de ces instruments spécifiques proviennent de chez *Veterinary Orthopedic Implants, Saint Augustine, Floride, Etats-Unis*.

2.3.1.2. Description de la vis utilisée et de sa mise en place

L'implant utilisé est une vis à compression sans tête de 2,4 millimètres de diamètre, automéchante et perforée (*DePuy Synthes, West Chester, Pennsylvanie, Etats-Unis*) en acier inoxydable. Les deux extrémités sont filetées, le filetage présent au niveau de la tête de vis permet d'enfourer l'implant dans l'os cortical et celui présent au niveau de l'extrémité du corps permet un ancrage adéquat dans l'os spongieux. La vis est canulée, ce qui permet le passage d'une broche guide au travers afin de garantir un positionnement optimal de l'implant.



Figure 58 : Vis à compression sans tête de 2,4 mm de diamètre, automéchante et perforée (*DePuy Synthes, West Chester, Massachusetts, Etats-Unis*).

Tête fileté (1) : 3,1 mm de diamètre avec double départ et rainures autotaraudantes ; Noyau (2) : 2 mm de diamètre ; Corps de vis fileté (3) : 2,4 mm de diamètre avec pointe autoforante et autotaraudante.

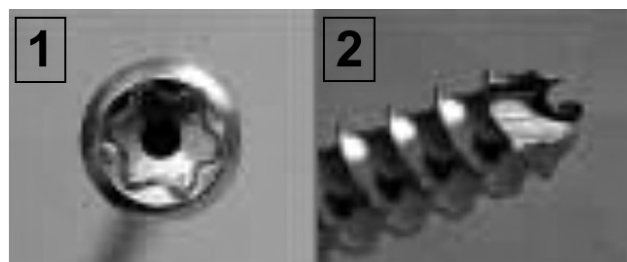


Figure 59 : Grossissement des extrémités de la vis : tête de vis (1) ; extrémité canulée autoforante et autotaraudante (2) (*Fischer et al. 2012*).

La vis sans tête de 2,4 millimètres de diamètre, automéchante et perforée permet une réduction puis une compression contrôlées grâce à un ensemble d'instruments spécifiques, un positionnement enfoui sous la surface de l'os et une insertion guidée grâce à sa canulation, ce qui autorise son utilisation pour une procédure chirurgicale mini-invasive. Un ensemble d'instruments chirurgicaux adaptés sont nécessaires pour la mise en place de l'implant et sont exposés ci-après.

L'utilisation de cet implant est indiquée pour la fixation de fractures intra et extra-articulaires, lors de non-unions de petits os ou de fragments osseux de petite taille, pour l'arthrodèse de petites articulations mais également lors d'ostéotomies.

Le principe de mise en place de la vis est représenté sur la figure 60 ci-dessous.

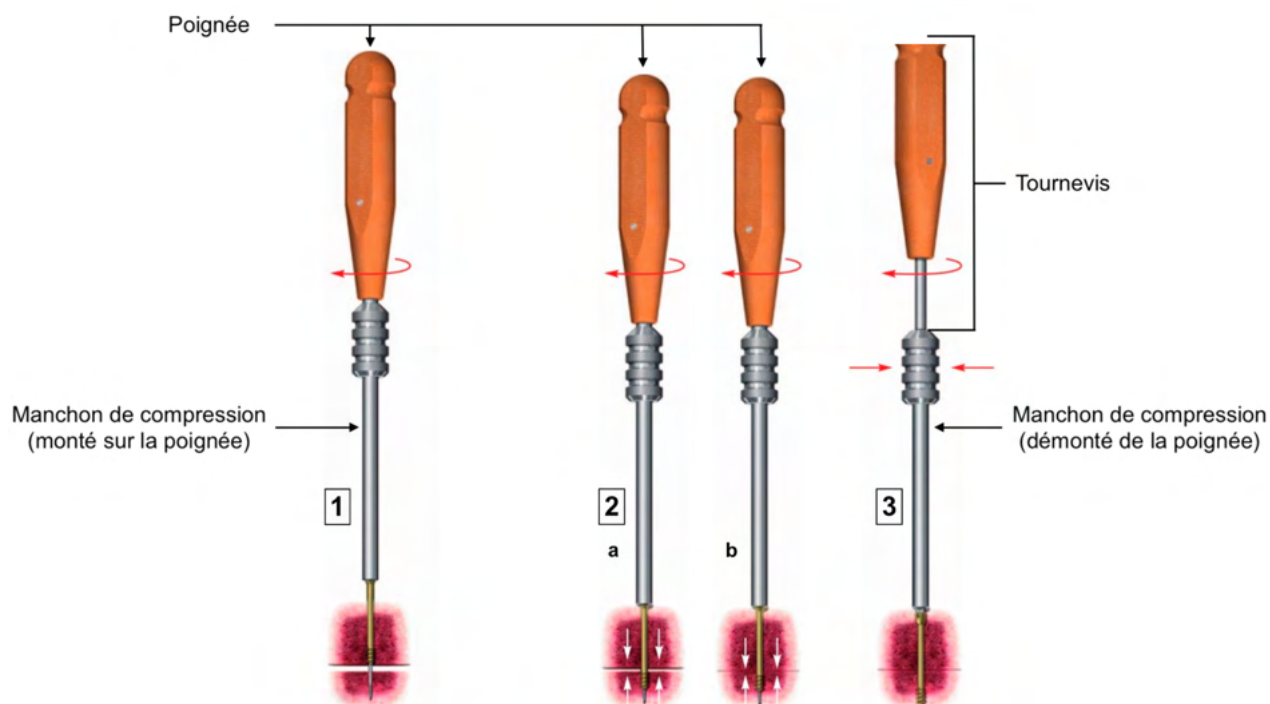


Figure 60 : Principe de mise en place de la vis canulée (Headless Compression Screws 4.5 & 6.5 - Depuy Synthes - Catalogue PDF | Documentation technique | Brochure 2012).

Insertion de la vis (1) ; Réduction (2 a) ; Compression (2 b) et Enfouissement (3).

Le manchon de compression est préalablement monté sur une poignée et l'ensemble de la tête fileté de la vis est ensuite vissé au niveau de l'extrémité du manchon de compression, comme représenté sur l'étape 1 de la figure 60. Une fois ces étapes préalables effectuées, la première étape de la mise en place de la vis canulée consiste à l'insérer dans l'os grâce au manchon de compression monté sur une poignée.

La seconde étape est la réduction de l'espace présent entre les deux bouts osseux et leur mise en compression en tournant le manchon de mise en compression lorsque l'extrémité de ce dernier se situe au contact de l'os. La vis permet une réduction et une compression adéquate lorsque les rainures présentes au niveau de l'extrémité du corps de la vis se situent en dessous de l'espace entre les deux bouts osseux que l'on souhaite

mettre en compression, en veillant à ce que toutes les rainures soient ancrées dans l'os distal.

La troisième et dernière étape est celle de l'enfouissement de la vis lorsque le degré de compression souhaité est atteint. Pour cela, la poignée du manchon de compression est retirée tout en maintenant le manchon de compression en place, et un tournevis canulé est introduit à l'intérieur du manchon de compression afin de pouvoir enfouir la tête fileté de la vis.

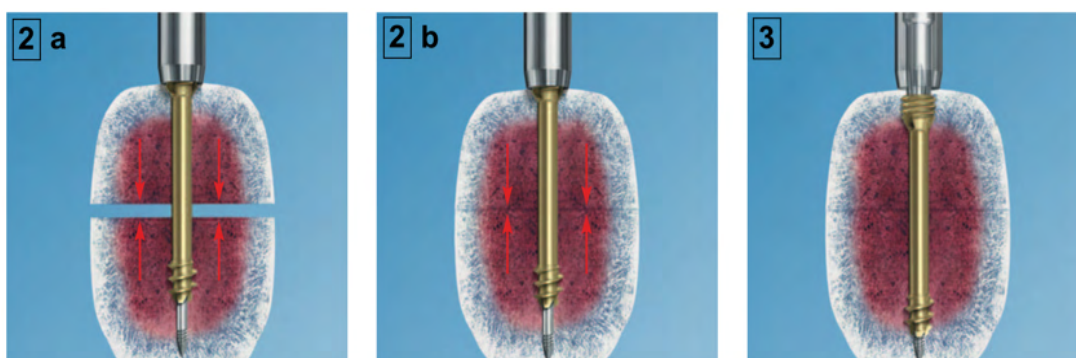


Figure 61 : Grossissement des étapes 2 et 3 (*Headless Compression Screws 4.5 & 6.5 - Depuy Synthes - Catalogue PDF | Documentation technique | Brochure 2012*).

Réduction (2a) ; Compression (2b) et Enfouissement (3).

Des marquages colorés, visibles sur la figure 62, sont présents sur le tournevis afin d'obtenir un enfouissement optimal de la vis. Lorsque le marquage vert se situe au niveau du sommet du manchon de compression, la tête de vis fileté est entièrement vissée sur le manchon de compression et l'extrémité du tournevis est correctement insérée dans l'encoche de la tête de vis. Lorsque le marquage jaune se situe au sommet du manchon de compression, l'extrémité supérieure de la tête de vis fileté est au même niveau que la surface osseuse. Enfin, lorsque le marquage rouge se situe au niveau du sommet du manchon de compression, l'extrémité supérieure de la tête de vis fileté est à environ deux millimètres en dessous de la surface osseuse.

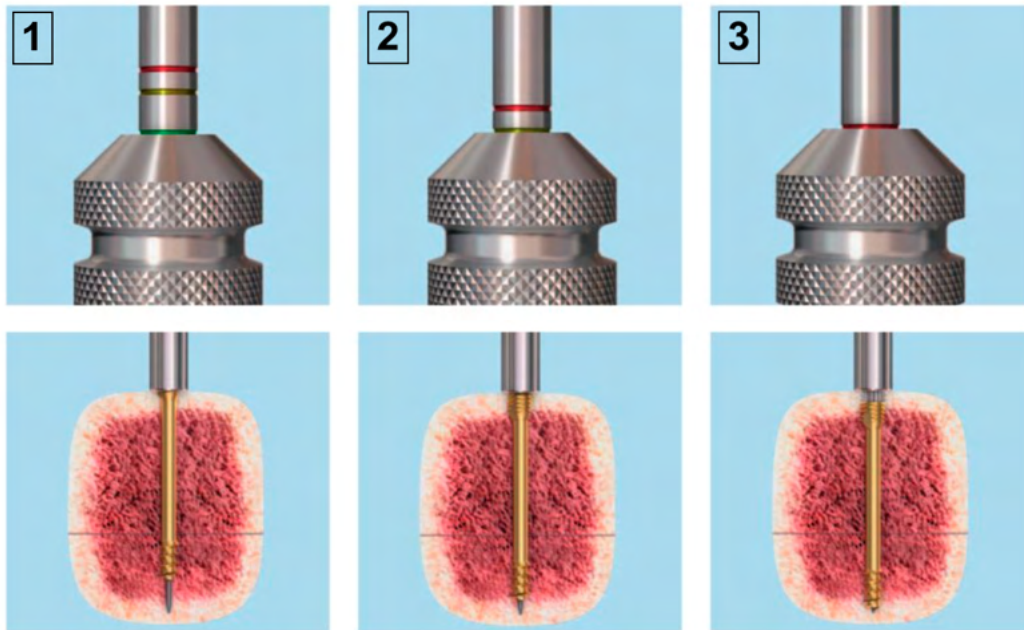


Figure 62 : Marquages colorés du tournevis canulé pour obtenir un enfouissement optimal de la vis (Headless Compression Screws 4.5 & 6.5 - Depuy Synthes - Catalogue PDF | Documentation technique | Brochure 2012).

Marquage vert au sommet du manchon de compression (1) ; marquage jaune au sommet du manchon de compression (2) et marquage rouge au sommet du manchon de compression (3).

2.3.1.3. Contrôle sous fluoroscopie

Le bloc opératoire est équipé d'un mobile de fluoroscopie (GE OEC compact 7700, Boston, Massachusetts, Etats-Unis). Il est placé de sorte que le faisceau de rayons X émis soit centré sur le bassin et que l'arceau puisse tourner à 90° autour du patient situé sur la table. Cela permet de contrôler la réduction de la LSI et la position de la vis canulée dans le corps vertébral de S1 grâce à deux incidences orthogonales, et cela sans mobiliser le patient durant l'intervention.



Figure 63 : Mobile de fluoroscopie utilisé lors de la chirurgie de réduction et stabilisation de LSI (GE OEC compact 7700, Boston, Massachusetts, Etats-Unis).



Figure 64 : Position du mobile de fluoroscopie permettant une incidence latérale.

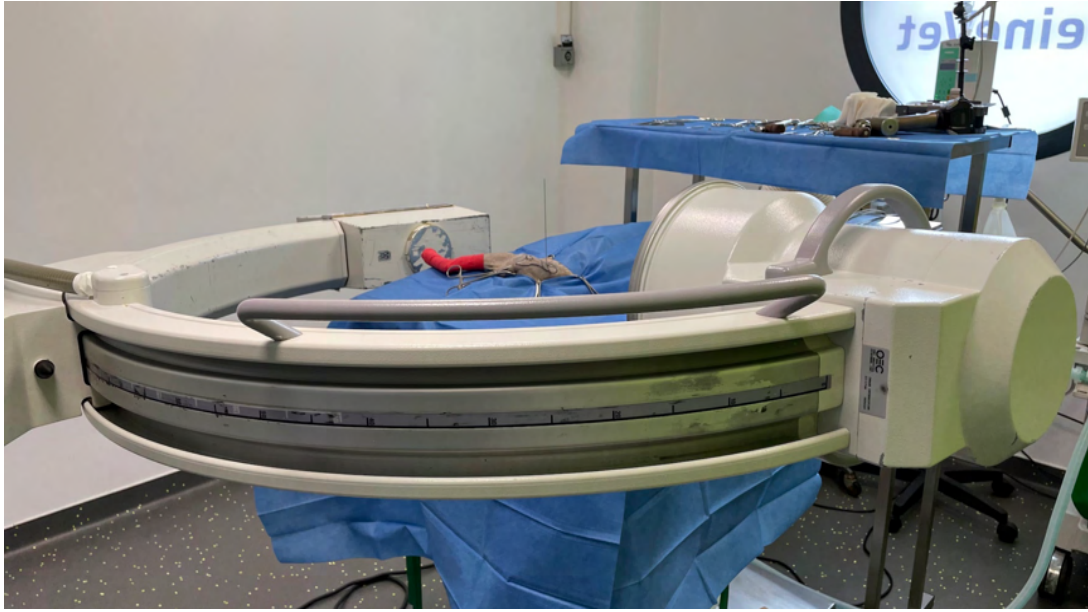


Figure 65 : Rotation de l'arceau du mobile de fluoroscopie à 90° autour du patient permettant une incidence dorso-ventrale sans mobilisation du patient.

2.3.2. Description de l'intervention

La première étape de la chirurgie est la **réduction de la LSI**. Pour cela, la tubérosité ischiatique est repérée et un davier à mors pointe-pointe est placé dessus.

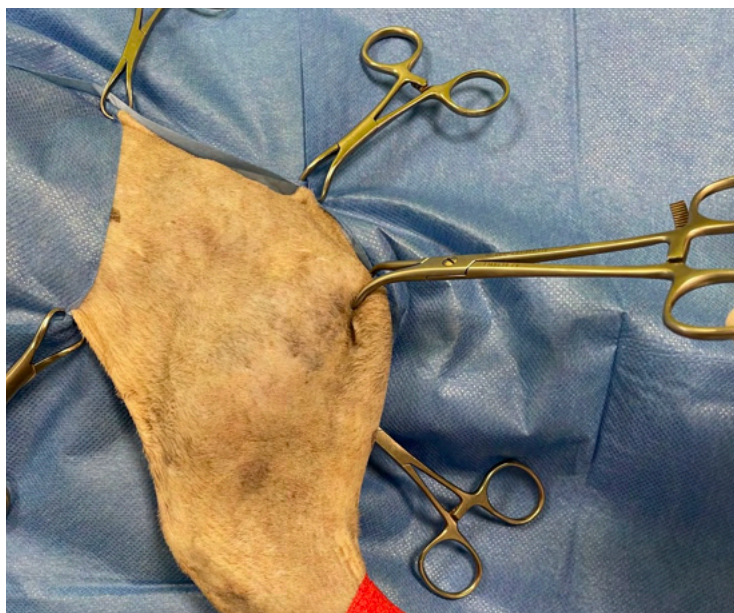


Figure 66 : Mise en place d'un davier à mors pointe-pointe sur la tubérosité ischiatique pour réduire la LSI.

Une attention particulière est apportée à ne pas léser le nerf sciatique, qui se trouve dans l'incisure sciatique. Ce davier permet une traction du bassin dans la direction cranio-caudale afin de permettre une réduction de la LSI dans cette direction.

Si la traction effectuée ne suffit pas à obtenir une bonne réduction de la LSI, un second davier à mors pointe-pointe peut être employé. Il est alors placé sur le grand trochanter et permet de réduire la LSI dans la direction dorso-ventrale. Cette traction est à utiliser avec précaution dans le cas d'un patient avec une articulation coxo-fémorale lésée.



Figure 67 : Mise en place d'un davier à mors pointe pointe sur le grand trochanter pour réduire la LSI.

Un contrôle de la réduction est réalisé sous fluoroscopie. Une attention particulière est apportée au positionnement de l'animal, qui doit être en décubitus latéral parfait. Cela est obtenu grâce à l'utilisation de la fluoroscopie, en vérifiant la superposition des processus transverses de la septième vertèbre lombaire ainsi que celle des deux ailes iliaques.

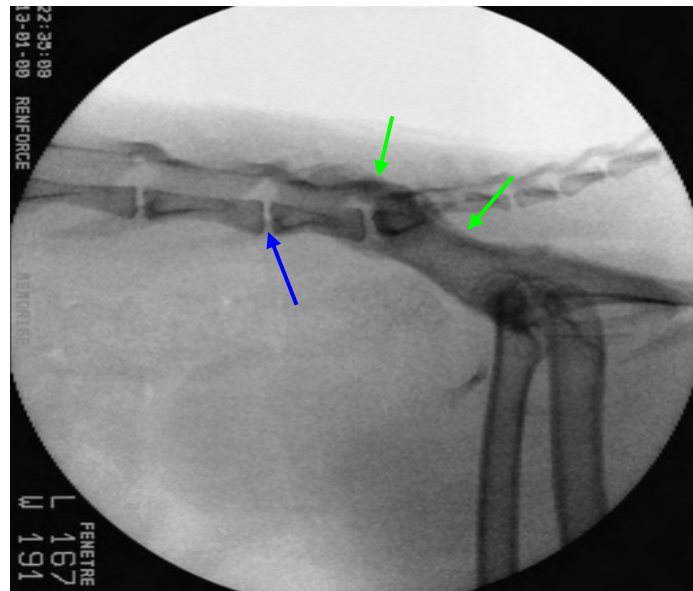


Figure 68 : Contrôle fluoroscopique de la bonne réduction de la LSI.

La superposition des processus transverses de la septième vertèbre lombaire (flèche bleue) ainsi que la superposition des ailes iliaques (flèches vertes) sont vérifiées.

La seconde étape de la chirurgie consiste à **stabiliser à long terme** cette réduction. Le centre géométrique de l'ASI est repéré par l'intersection entre l'axe cranio-caudal médian de l'aile de l'ilium et l'axe dorso-ventral médian de l'épine iliaque ventro-crâniale (Burger, Forterre, Brunberg 2004). Un abord latéral mini invasif du bassin est effectué au niveau du centre géométrique de l'ASI, en réalisant une incision de 4 à 5 mm, traversant la peau, le tissu sous-cutané et les muscles fessiers et allant jusqu'au contact de l'ilium, au moyen d'une lame montée de taille 11.

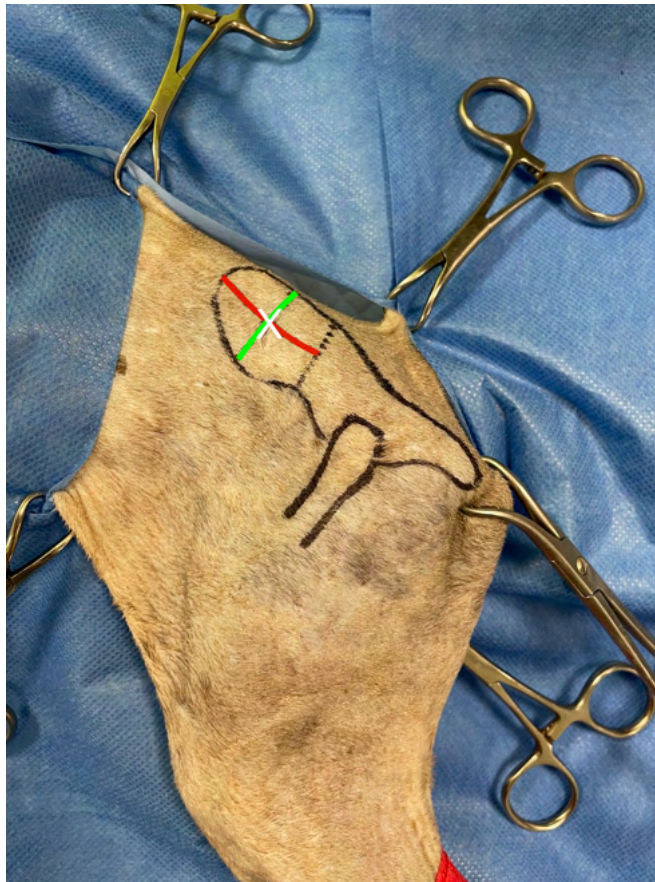


Figure 69 : Représentation des repères anatomiques pour le point d'insertion de l'implant (croix blanche).

Le point d'insertion de la vis correspond à l'intersection entre l'axe cranio-caudal médian de l'aile de l'ilium (axe rouge) et l'axe dorso-ventral médian de l'épine iliaque ventro-crâniale (axe vert).

Une broche de stabilisation temporaire d'1.0 mm de diamètre est montée sur un moteur Vdrive (*De Soutter Medical, Berkhamsted Hertfordshire, Angleterre*) sur lequel a été placé un embout à broches. La broche est insérée à travers l'incision et positionnée légèrement ventralement au centre de l'axe représentant la hauteur de l'aile iliaque (Burger, Forterre, Brunnberg 2004).

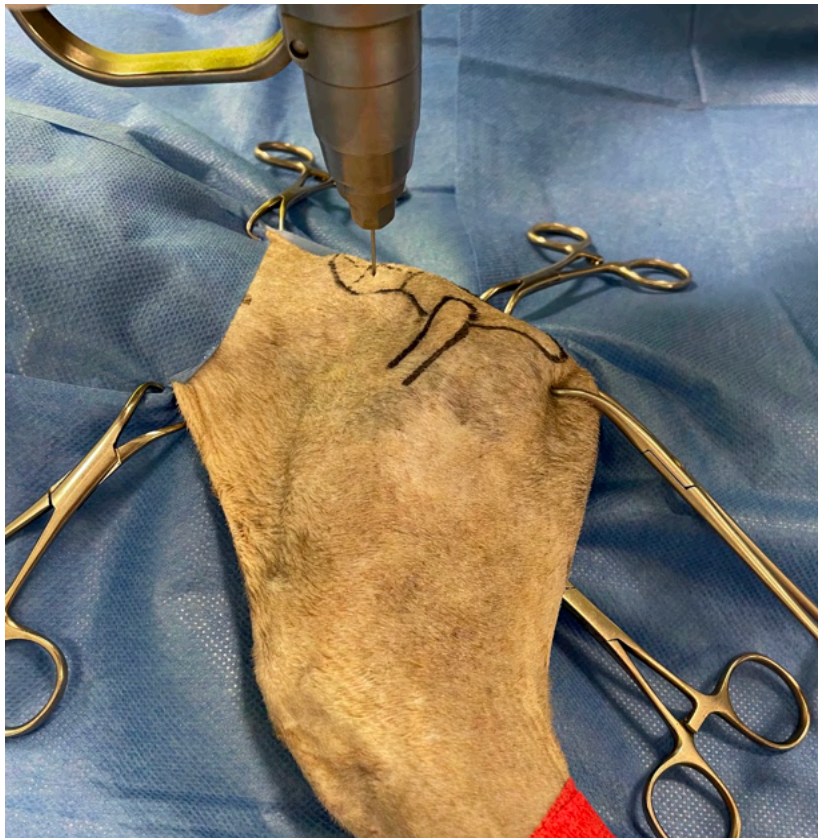


Figure 70 : Mise en place de la broche de guidage et de fixation temporaire de la réduction de la LSI.

La broche est ensuite enfoncée au travers de l'aile de l'ilium en veillant bien à ce qu'elle reste perpendiculaire à la table de chirurgie. Il est important de prendre soin de ne pas l'introduire directement dans le sacrum, dans le cas où sa direction ne serait pas correcte et pourrait, par conséquent, causer des lésions au niveau des organes adjacents.



Figure 71 : Broche de guidage et de fixation temporaire de la réduction de la LSI positionnée à travers l'ilium et le corps vertébral de S1.

Un contrôle fluoroscopique est ensuite réalisé en incidence latérale et dorso-ventrale, et le positionnement de la broche est évalué, en vérifiant qu'elle se situe au niveau des corridors d'implantation décrits (Philp, Durand, De Vicente 2018).

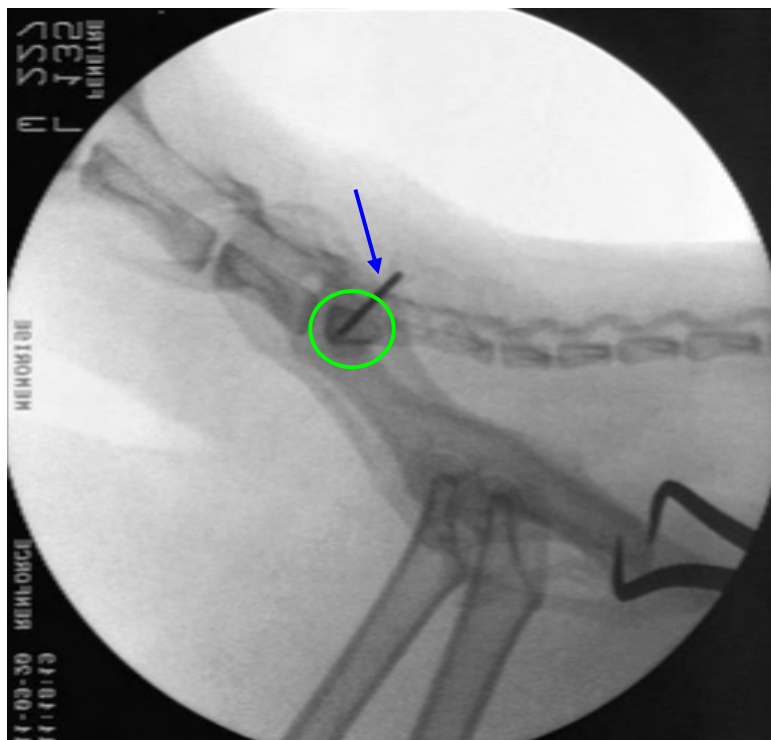


Figure 72 : Contrôle fluoroscopique du positionnement de la broche guide et de fixation temporaire de la réduction de la LSI.

La broche (flèche bleue) doit se situer dans le corps vertébral de S1 (cercle vert) sans en sortir.

L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'une position d'implantation correcte de la broche dans le corps vertébral de S1. Lorsque la position optimale de la broche guide est obtenue, celle-ci est introduite dans le sacrum afin de stabiliser temporairement la réduction.

La mèche canulée de deux millimètres de diamètre est montée sur le moteur V drive doté d'un embout AO, et la broche placée auparavant est utilisée comme guide sur laquelle la mèche canulée est insérée.

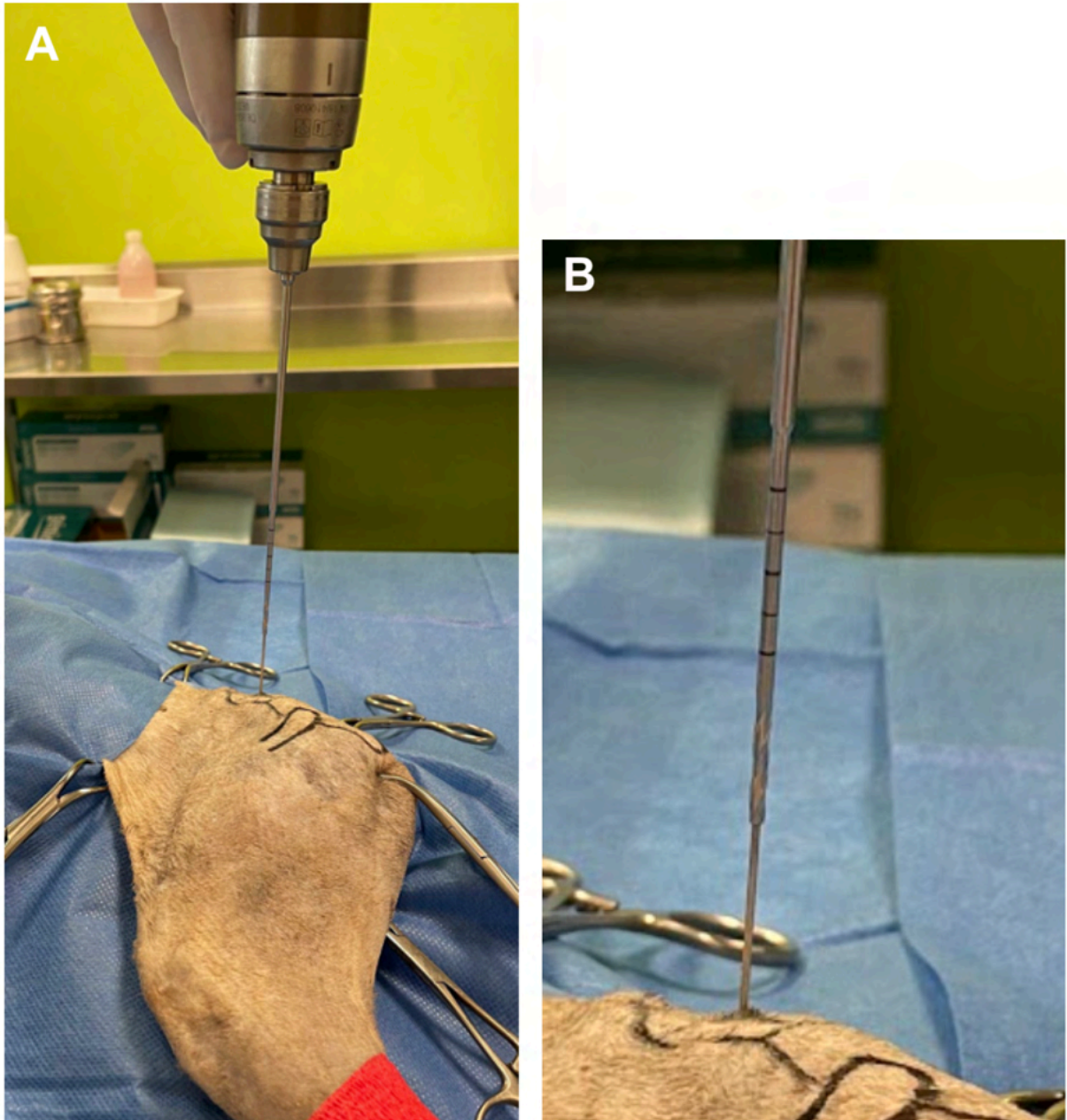


Figure 73 : Insertion de la mèche canulée sur la broche guide.
Vue d'ensemble (A) et vue rapprochée (B).

Le forage est ensuite réalisé par la mèche canulée. Le moteur V drive est retiré en laissant en place la mèche canulée.

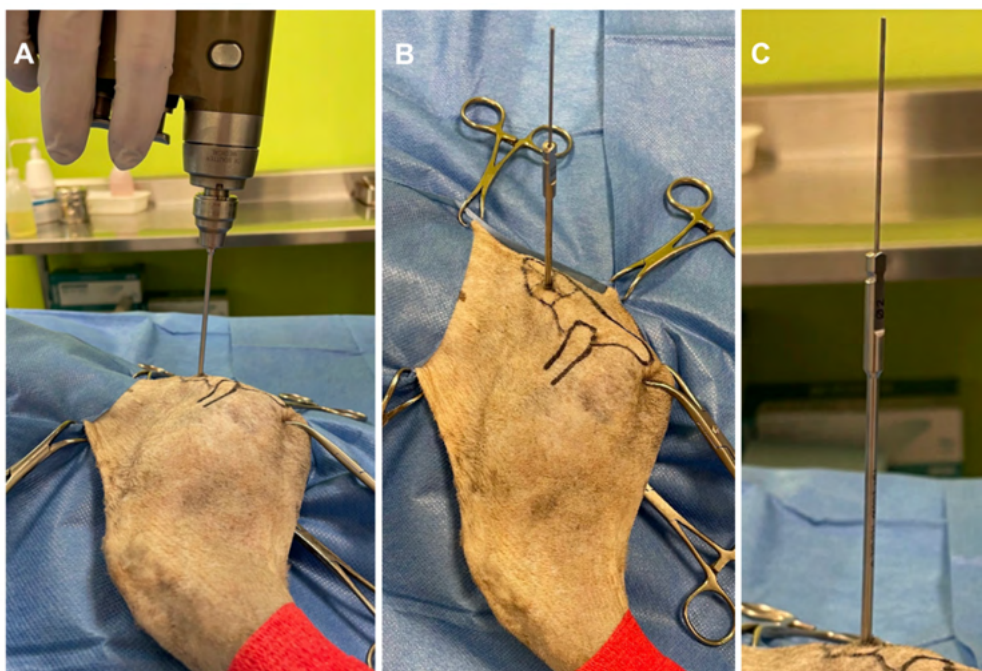


Figure 74 : Réalisation du trou de forage avec la mèche canulée.

La mèche canulée est introduite sur la broche guide temporaire (A) puis le moteur Vdrive est retiré (B). Vue rapprochée de la mèche canulée placée sur la broche de guidage (C).

Un contrôle fluoroscopique est effectué afin de vérifier le positionnement correct de la mèche canulée, en s'assurant qu'elle se situe bien au niveau des corridors d'implantation décrits (Philp, Durand, De Vicente 2018).

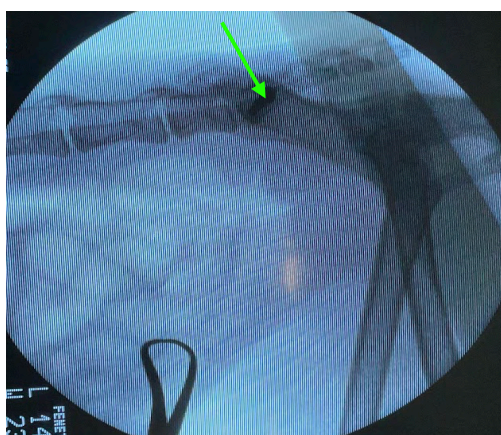


Figure 75 : Contrôle fluoroscopique du positionnement de la mèche canulée placée sur la broche de guidage temporaire.

La mèche canulée est indiquée par la flèche verte.

La mèche canulée est ensuite retirée en veillant à laisser la broche de fixation temporaire en place.

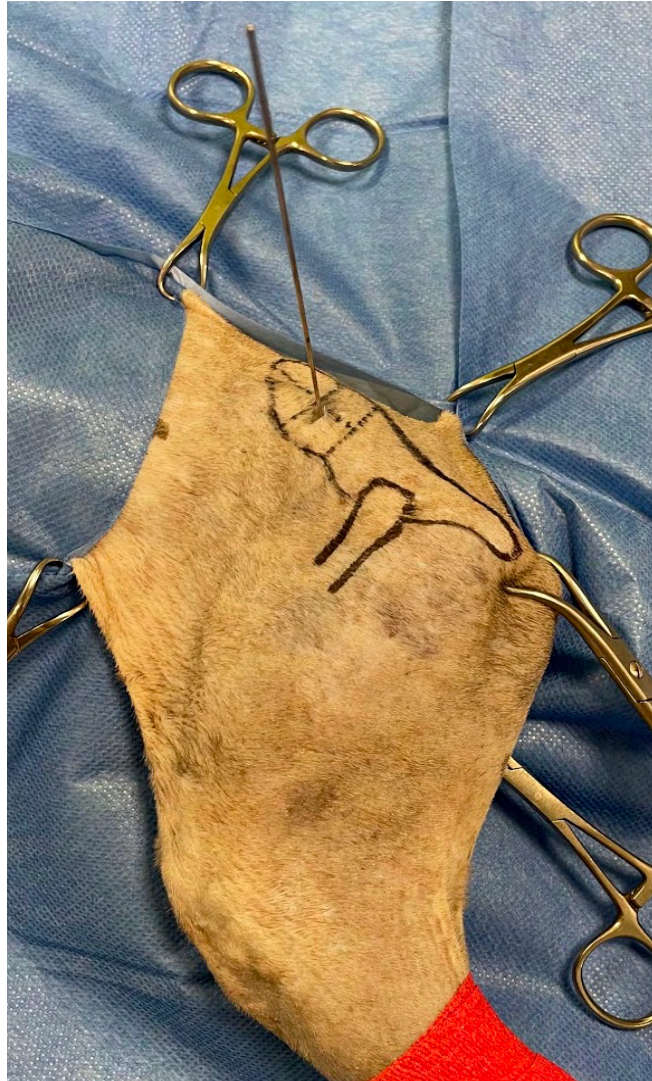


Figure 76 : Mèche canulée retirée avec broche de guidage temporaire laissée en place.

La vis canulée sans tête de 2,4 millimètres de diamètre, automéchante et perforée est vissée sur le manchon de compression monté sur une poignée. L'ensemble est inséré sur la broche de fixation temporaire.

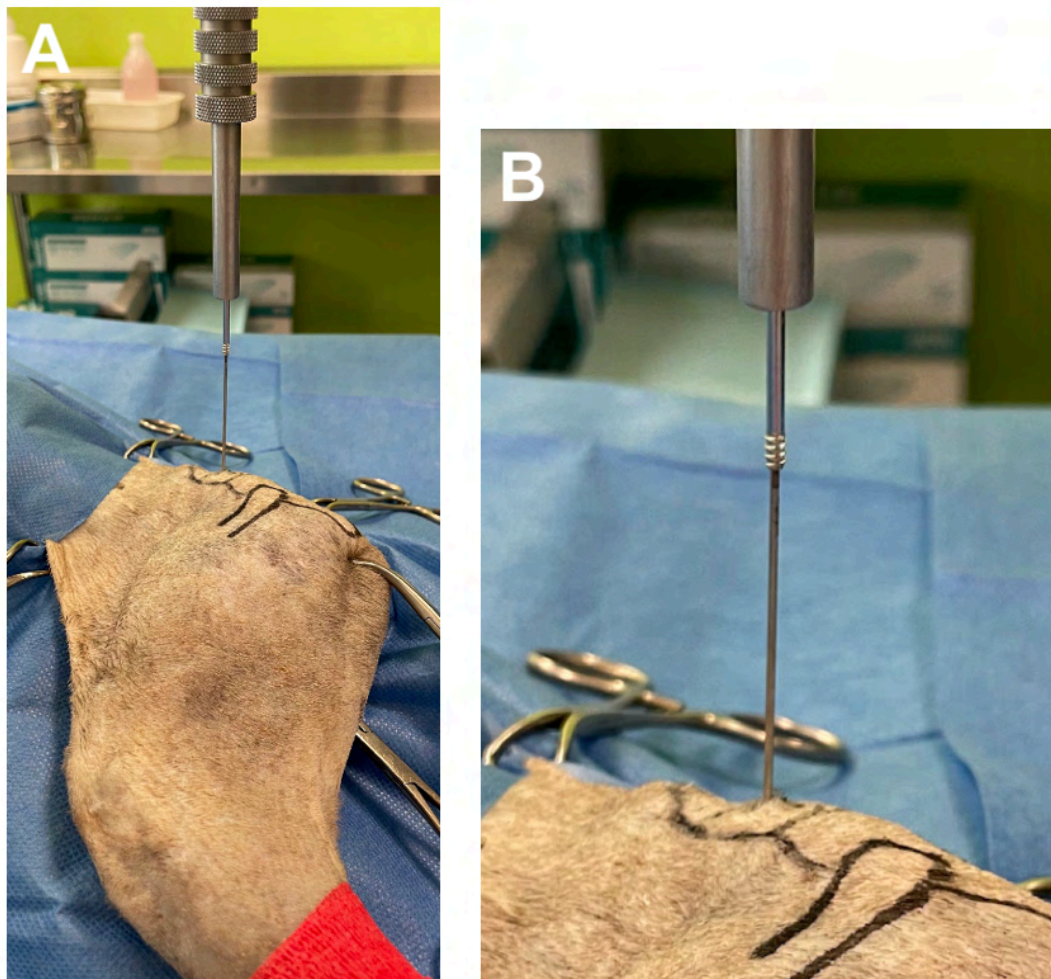


Figure 77 : Insertion de la vis canulée sur la broche de guidage temporaire.
Vue d'ensemble (A) et vue rapprochée (B).

La vis est introduite jusqu'à ce qu'elle atteigne la surface de l'ilium. L'implant est ensuite vissé jusqu'au début de la tête de vis filetée au moyen du manchon de compression monté sur une poignée.

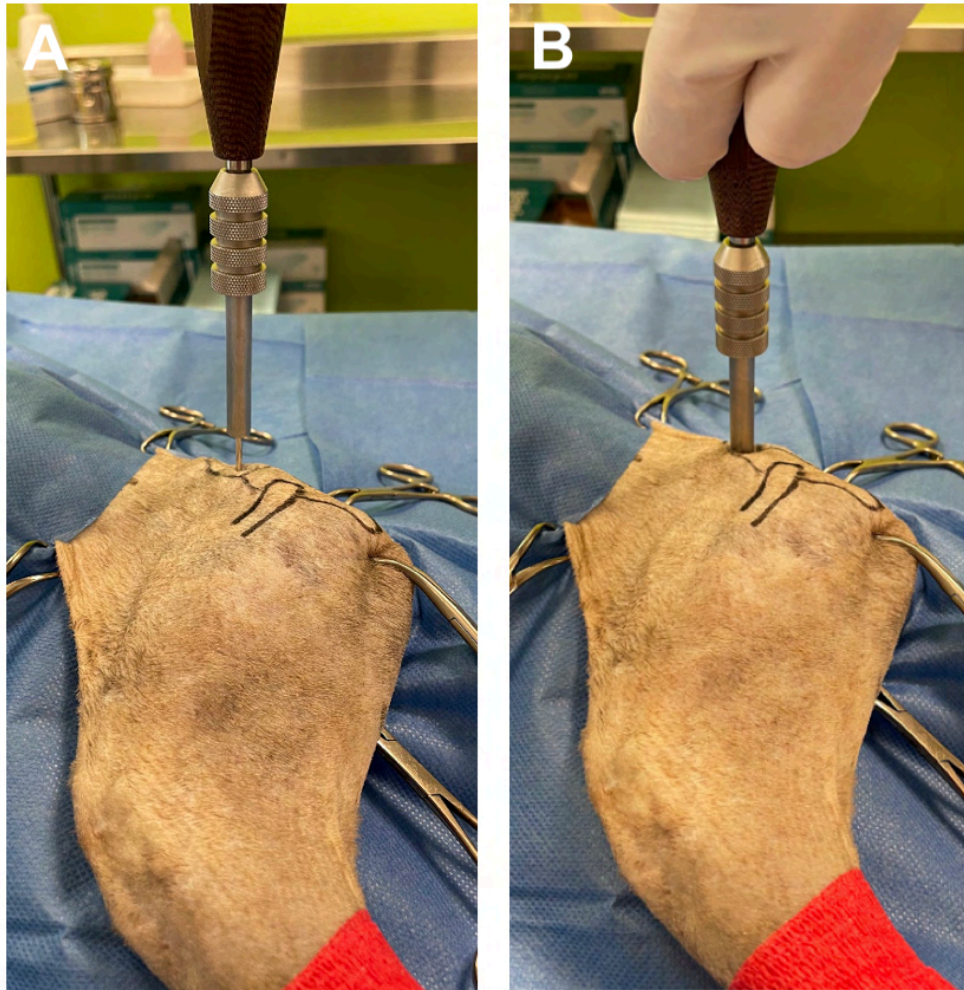


Figure 78 : Mise en place de la vis canulée.

La vis est insérée jusqu'à ce qu'elle atteigne l'ilium (A), puis elle est vissée jusqu'au début du filetage présent au niveau de la tête de vis (B).

Le manchon de compression est maintenu en veillant à conserver la compression de la vis sur l'os, et la poignée est retirée.

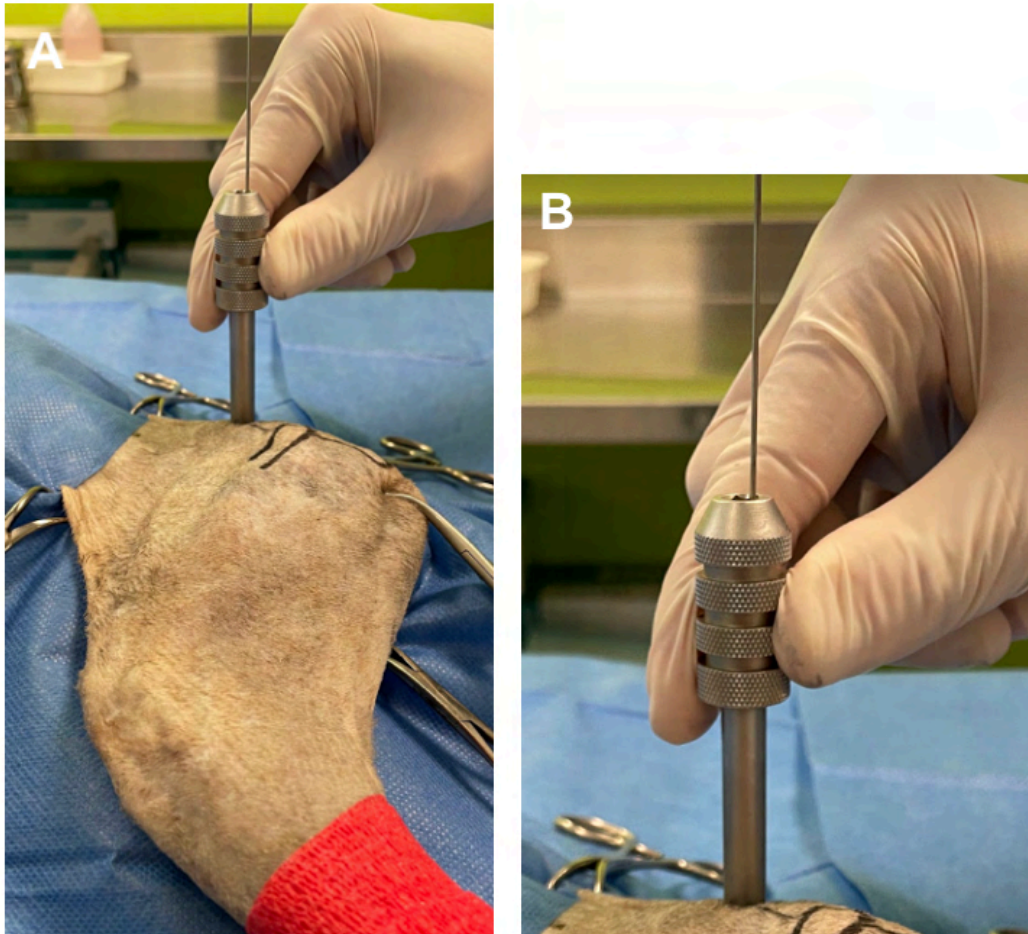


Figure 79 : Manchon de compression maintenu en place sans poignée.

Vue d'ensemble (A) et vue rapprochée sur le manchon de compression (B). La pression exercée sur le manchon de compression reste identique à celle déjà exercée lorsque le manchon de compression était monté sur la poignée.

Le tournevis à tige canulée est ensuite introduit autour de la broche de fixation temporaire afin de finir d'ancrer l'implant en vissant la tête de vis filetée.

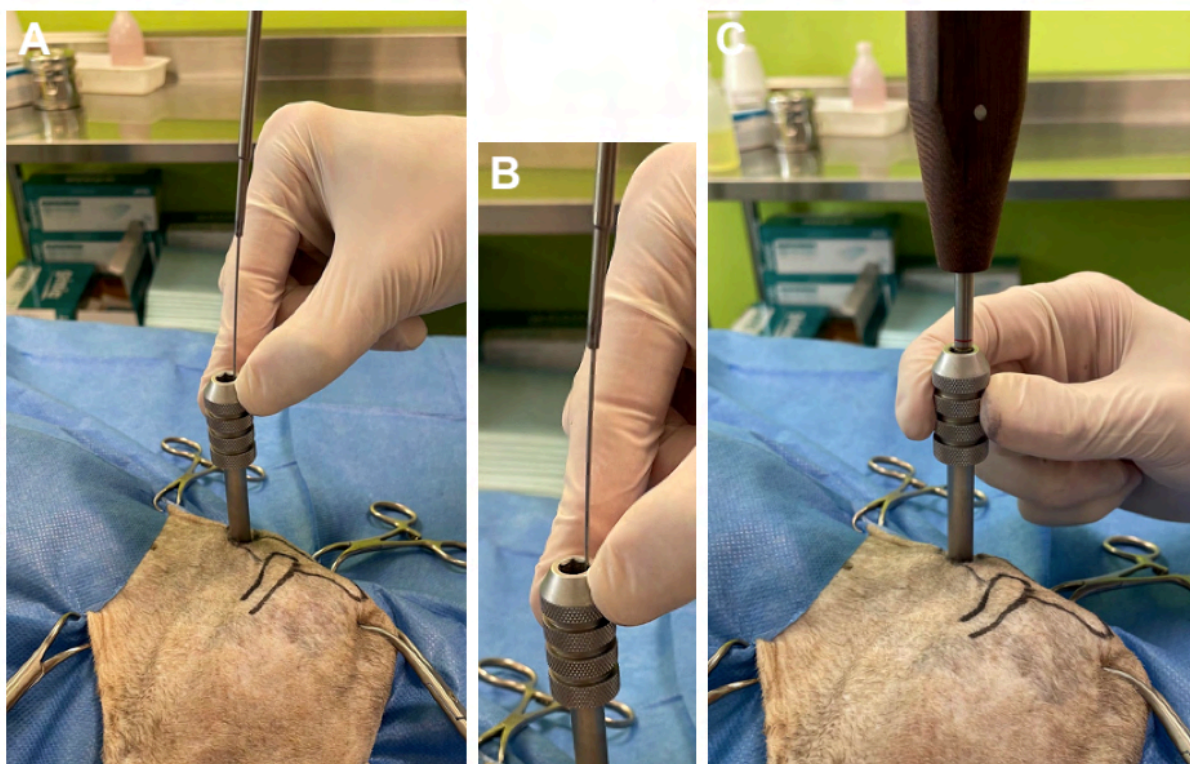


Figure 80 : Introduction du tournevis à tige canulée pour finir de visser l'implant.

Mise en place du tournevis à tige canulée sur la broche de guidage, vue d'ensemble (A) et vue rapprochée (B). L'implant est vissé jusqu'au moment où le repère rouge atteint l'extrémité du manchon de compression (C).

Le tournevis à tige canulée et le manchon de compression sont retirés. Un dernier contrôle fluoroscopique est effectué avec deux incidences orthogonales afin de vérifier le positionnement correct de la vis.

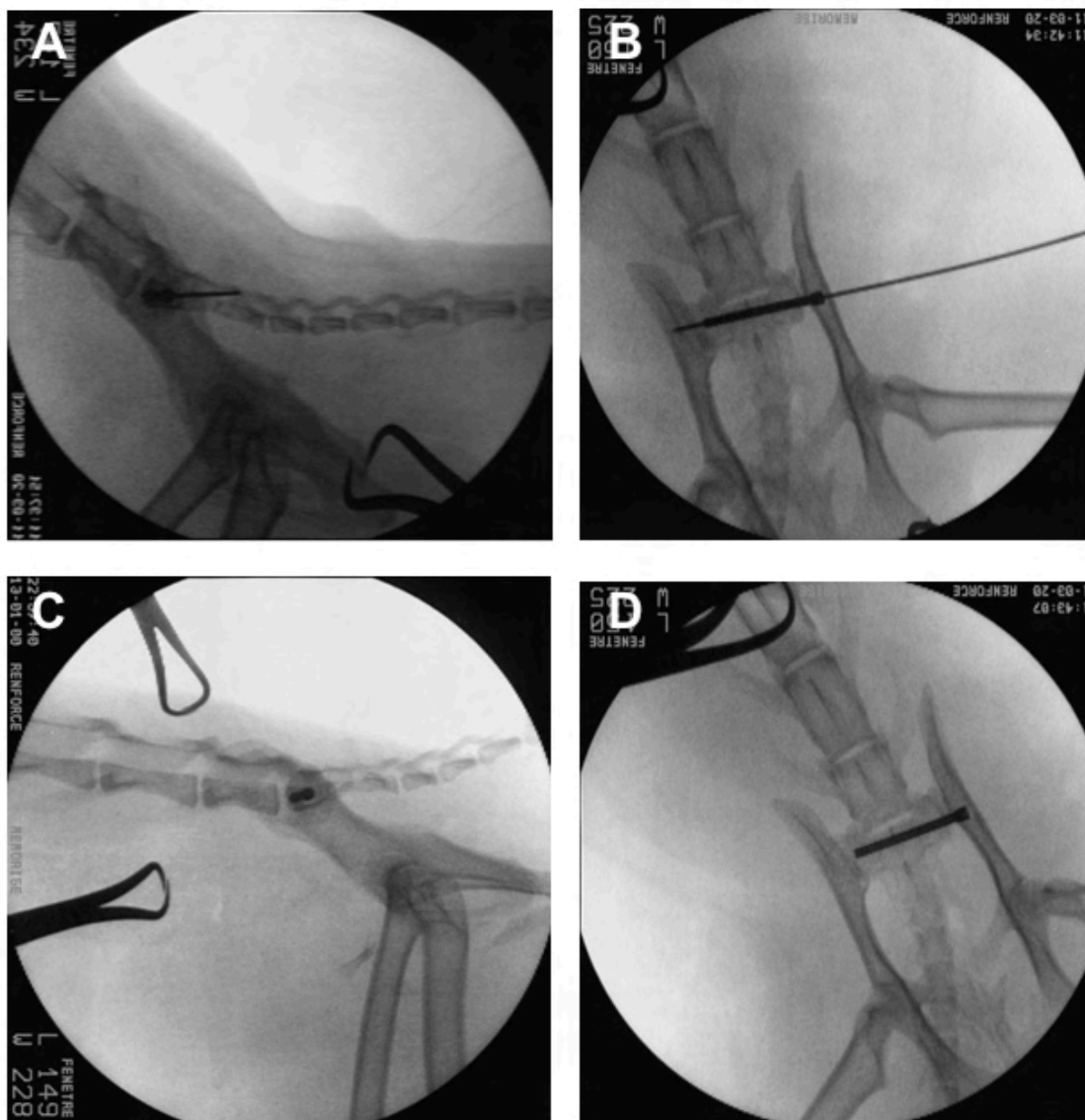


Figure 81 : Dernier contrôle fluoroscopique du positionnement de la vis dans le corridor d'implantation.

Un contrôle fluoroscopique est réalisé après avoir positionné la vis, avec la broche de guidage encore en place, en incidence latérale (A) et ventro-dorsale (B). Un dernier contrôle fluoroscopique pour s'assurer du positionnement correct de la vis est ensuite réalisé après avoir retiré la broche de guidage, en incidence latérale (C) et ventro-dorsale (D).

La broche de fixation temporaire est ensuite retirée et un point simple cutané est réalisé à l'aide d'un monofilament de taille 3-0.

2.4. Soins et suivis postopératoires

2.4.1. Bilans radiographiques

Deux incidences sont réalisées, de la même façon qu'en pré-opératoire, en centrant le faisceau de rayons X sur l'acétabulum pour l'incidence latérale, en décubitus latéral droit, et sur le milieu du plan médian du canal pelvien pour l'incidence ventro-dorsale, en décubitus dorsal. Ce bilan radiographique est réalisé en postopératoire immédiat, c'est-à-dire à la sortie du bloc opératoire, puis lors du premier contrôle quelques semaines après la chirurgie. Ces deux incidences sont ainsi le support des mesures postopératoires de cette étude, détaillées ci-après.

2.4.2. Hospitalisation et traitement postopératoire

La douleur postopératoire a été gérée grâce à l'emploi de morphiniques tels que la morphine et la buprénorphine dont la posologie variait en fonction de l'intensité de la douleur ressentie par le patient. Chaque animal a également reçu un anti-inflammatoire non stéroïdien de type meloxicam à la dose de 0,3 mg/kg SC immédiatement après le réveil. Un relais *per os* a été réalisé avec du meloxicam à la dose de 0,05 mg/kg ou du robenacoxib à la dose de 1 mg/kg une fois par jour pendant 6 jours. Du tramadol a également été prescrit pendant 10 jours, à la dose de 2 mg/kg PO et donné au besoin. Enfin, une antibioprophyllaxie est réalisée avec l'administration d'amoxicilline et d'acide clavulanique à la dose de 12,5 mg/kg PO deux fois par jour pendant 2 jours.

Il a été expliqué aux propriétaires de surveiller l'apparition de suintement au niveau de la plaie et de toutes autres complications, et de laisser la collerette en permanence pendant 12 jours afin d'éviter que le chat ne se lèche la zone opératoire. Les propriétaires ont été informés que leur animal devait rester au calme pendant huit semaines minimum, en le gardant dans un espace de vie restreint, et en évitant strictement toute sortie, tout jeu violent ou saut. Les modalités du suivi postopératoire leur ont été données, à savoir un contrôle autour de six semaines postopératoires si aucune aggravation n'était décelée avant. Enfin, une prise en charge en physiothérapie pour la récupération postopératoire de leur animal leur a été conseillée.

2.5. Données recueillies et mesures réalisées

2.5.1. Données épidémiologiques et anamnestiques

La race, l'âge, le sexe et le poids des animaux qui ont subi l'intervention chirurgicale ont été recensés. L'étiologie de la LSI est également prise en compte ainsi que la durée d'évolution depuis la survenue de la LSI et sa prise en charge chirurgicale. La présence d'atteintes de l'appareil locomoteur (fractures, luxations) concomitantes à la LSI, situées sur bassin mais aussi sur le reste de l'appareil locomoteur, sont considérées.

2.5.2. Mesures pré-opératoires

Dans cette étude, chaque LSI est considérée comme une unité à étudier. Ainsi, dans le cas d'un animal présentant une LSI bilatérale, ce sont deux LSI différentes qui ont été comptabilisées, et qui ont fait chacune l'objet de mesures particulières.

2.5.2.1. Déplacement cranio-caudal de l'ilium par rapport au sacrum

Le déplacement de l'ilium par rapport au sacrum, dans la direction cranio-caudale, est évalué par une radiographie pré-opératoire en incidence ventro-dorsale, centrée sur le milieu du plan médian du canal pelvien. Ce déplacement est exprimé en pourcentage et correspond à la longueur de la surface articulaire de l'ilium déplacée par rapport à celle du sacrum (DeCamp, Braden TD 1985; Tomlinson et al. 1999). Deux mesures sont alors effectuées : la longueur de la surface articulaire du sacrum et la longueur de la surface articulaire de l'ilium en contact avec celle du sacrum, respectivement représentées par les double-flèches z et y sur la figure 82.

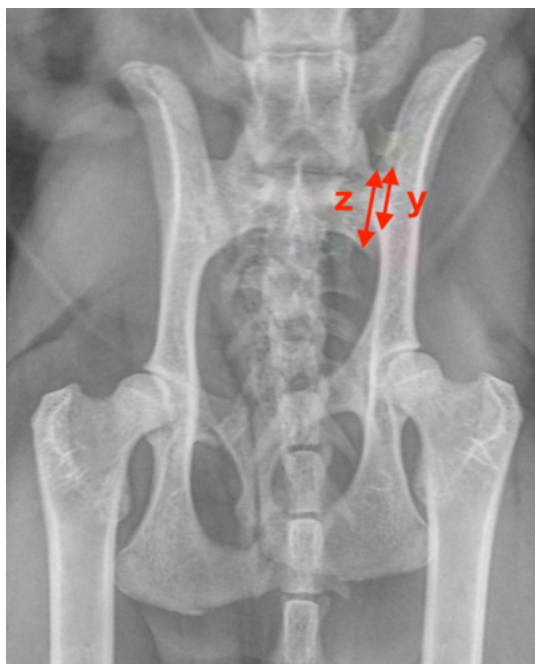


Figure 82 : Représentation du déplacement entre l'ilium et le sacrum en pré-opératoire.

Représentation de la longueur de la surface articulaire du sacrum (double-flèche z), et la longueur de la surface articulaire de l'ilium en contact avec celle du sacrum (double-flèche y).

Le déplacement (D) cranio-caudal de l'ilium par rapport au sacrum est ensuite calculé selon la formule ci-après.

$$D = \frac{\text{(Longueur SAS - longueur SAI en contact avec celle du sacrum)}}{\text{Longueur SAS}} \times 100$$

2.5.2.2. Ratio des diamètres du canal pelvien

Le ratio des diamètres du canal pelvien est évalué par une radiographie pré-opératoire en incidence ventro-dorsale, centrée sur le milieu du plan médian du canal pelvien, selon une méthode déjà décrite (Averill, Schaeffer 1997; Tonks, Tomlinson, Cook 2008). Deux droites sont tracées et leur longueur est mesurée. La première correspond à la largeur du canal pelvien au niveau du sacrum, et qui est matérialisée par la double flèche passant par les points A et B sur la figure 83. La seconde correspond à la largeur du canal pelvien au niveau de l'aspect crânial des acétabulums, et qui est matérialisée par la double flèche passant par les points C et E.

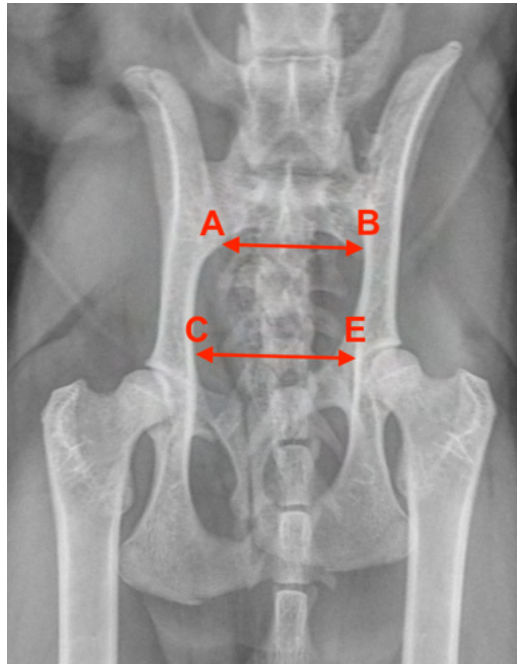


Figure 83 : Représentation des diamètres pelviens pré-opératoires.

Représentation de la largeur du canal pelvien au niveau du sacrum (double-flèche AB), et la largeur du canal pelvien au niveau de l'aspect crânial des acétabulums (double-flèche CE).

Le ratio des diamètres du canal pelvien (RDCP) est ensuite calculé selon la formule ci-après.

$$\text{RDCP} = \frac{\text{CE}}{\text{AB}} \times 100$$

Il a été montré par des études antérieures qu'un RDCP normal doit être supérieur à 1,1 (Averill, Schaeffer 1997; Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

2.5.2.3. Ratio des largeurs des demi-canaux pelviens

Le ratio des largeurs des demi-canaux pelviens est évalué par une radiographie préopératoire en incidence ventro-dorsale, centrée sur le milieu du plan médian du canal pelvien, selon une méthode déjà décrite (Averill, Schaeffer 1997; Tonks, Tomlinson, Cook 2008). Les deux droites tracées pour la mesure du RDCP sont conservées et une nouvelle droite, représentée sur la figure 84, partant de l'épine sacrale et rejoignant la symphyse pelvienne

est tracée et croise la droite CE au point D. Le segment DE correspond au côté affecté par la LSI et sa longueur est mesurée.

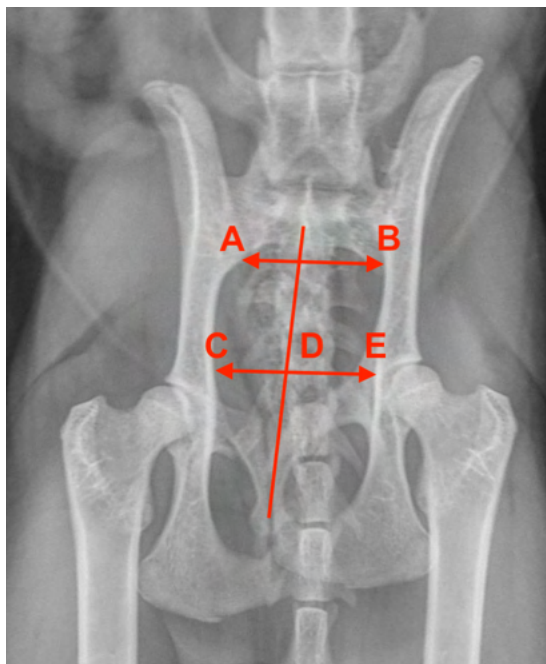


Figure 84 : Représentation de la largeur des demi-canaux pelviens pré-opératoire.

Représentation de la largeur du canal pelvien au niveau du sacrum (double-flèche AB), et la largeur du canal pelvien au niveau de l'aspect crânial des acétabulums (double-flèche CE). La droite partant de l'épine sacrale et rejoignant la symphyse pelvienne croise la droite CE au point D.

Le ratio de la largeur du demi-canal pelvien (RLDCP) est calculé selon la formule ci-dessous.

$$\text{RLDCP} = \frac{\text{DE}}{\text{CD}} \times 100$$

Un RLDCP égal à un signifie une symétrie entre le demi-canal pelvien du côté affecté par la LSI et le demi-canal pelvien controlatéral (Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

2.5.3. Mesures postopératoires

2.5.3.1. Postopératoire immédiat

2.5.3.1.1. Réduction cranio-caudale de la LSI

La réduction de la LSI, dans la direction cranio-caudale, est évaluée par une radiographie postopératoire en incidence ventro-dorsale, centrée sur le milieu du plan médian du canal pelvien. Cette réduction, exprimée en pourcentage, correspond à la longueur de la surface articulaire de l'ilium en contact avec celle du sacrum (DeCamp, Braden TD 1985; Tomlinson et al. 1999). Deux mesures sont alors effectuées : la longueur de la surface articulaire du sacrum et la longueur de la surface articulaire de l'ilium en contact avec celle du sacrum, respectivement représentées par les double-flèches z et y sur la figure 85.

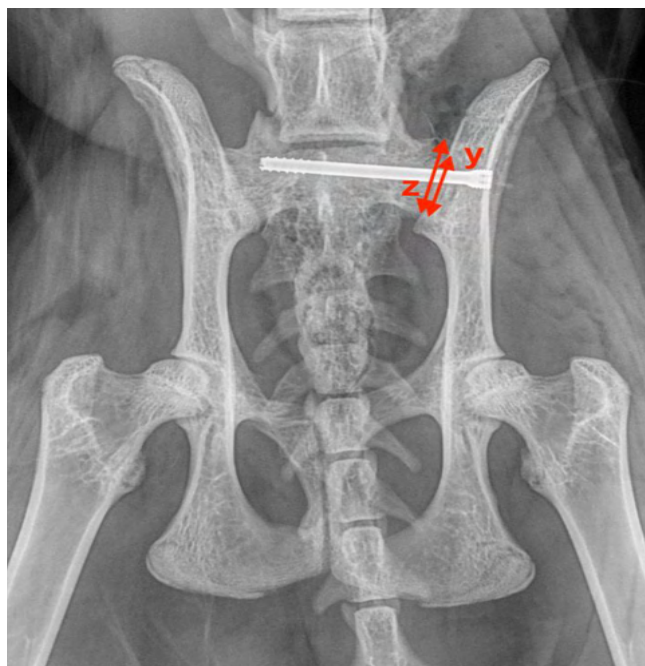


Figure 85 : Représentation du déplacement entre l'ilium et le sacrum en postopératoire immédiat. Représentation de la longueur de la SAS (double-flèche z), et la longueur de la SAI en contact avec celle du sacrum (double-flèche y).

La réduction cranio-caudale de la LSI (RLSI) est ensuite calculée selon la formule ci-dessous.

$$\text{RLSI} = \frac{\text{Longueur SAI en contact avec SAS}}{\text{Longueur SAS}} \times 100$$

La réduction est considérée comme optimale lorsque le recouvrement de la surface articulaire du sacrum par l'ilium est supérieur ou égal à 90% (DeCamp, Braden TD 1985).

2.5.3.1.2. Position de l'implant dans le corps vertébral de S1

Le positionnement de l'implant est considéré comme correct lorsque la vis utilisée ne sort pas du corps vertébral de S1 (Shales et al. 2010). Chaque sortie d'implant du corps vertébral de S1 est répertoriée ainsi que sa localisation, grâce aux radiographies postopératoires immédiates.

Sur la radiographie en incidence latérale, les limites dorsale et ventrale du corps vertébral de S1 sont respectivement représentées par la droite a, et la droite b, matérialisées sur la figure 86. Un dépassement de ses limites par l'implant est considéré comme une sortie dorsale ou ventrale.

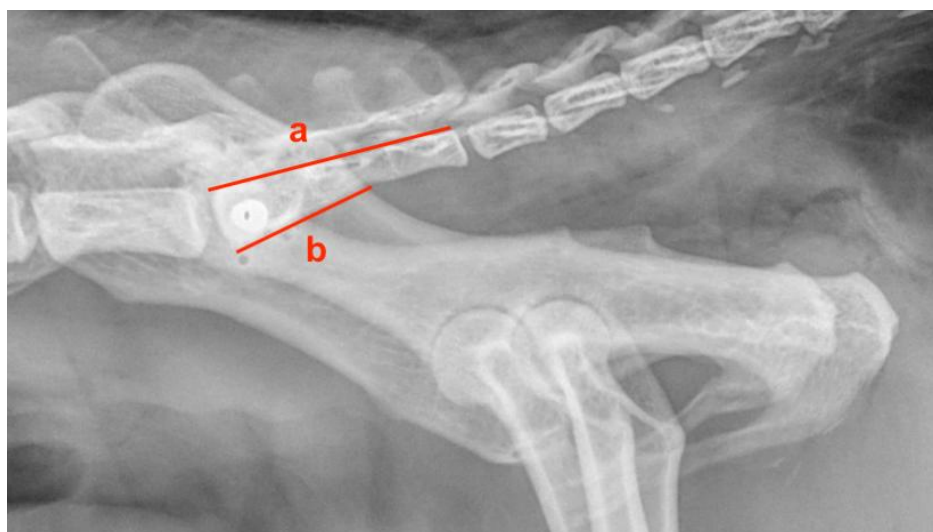


Figure 86 : Représentation des limites dorsale et ventrale du corps vertébral de S1.

Sur la radiographie en incidence ventro-dorsale, les limites crâniale et caudale du corps vertébral de S1 sont respectivement représentées par la droite c, et la droite d, matérialisées sur la figure 87. Un dépassement de ses limites par l'implant est considéré comme une sortie crâniale ou caudale.

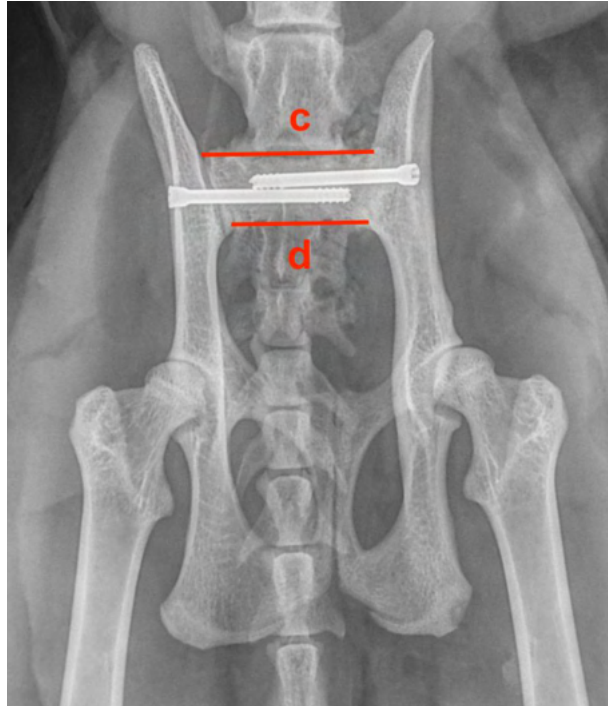


Figure 87 : Représentation des limites crâniale et caudale du corps vertébral de S1.

2.5.3.1.3. Ancrage de l'implant dans le corps vertébral de la première vertèbre sacrée

L'ancrage de l'implant dans le corps de la première vertèbre sacrée est mesuré sur la radiographie postopératoire en incidence ventro-dorsale. Cet ancrage, exprimé en pourcentage, correspond à la longueur de la vis présente dans le corps vertébral de S1. La largeur du corps vertébral de la première vertèbre sacrée (ligne s) est mesurée ainsi que la longueur de l'implant qui se trouve dans le corps vertébral de la première vertèbre sacrée (ligne i). Ces deux mesures sont représentées sur la figure 88.

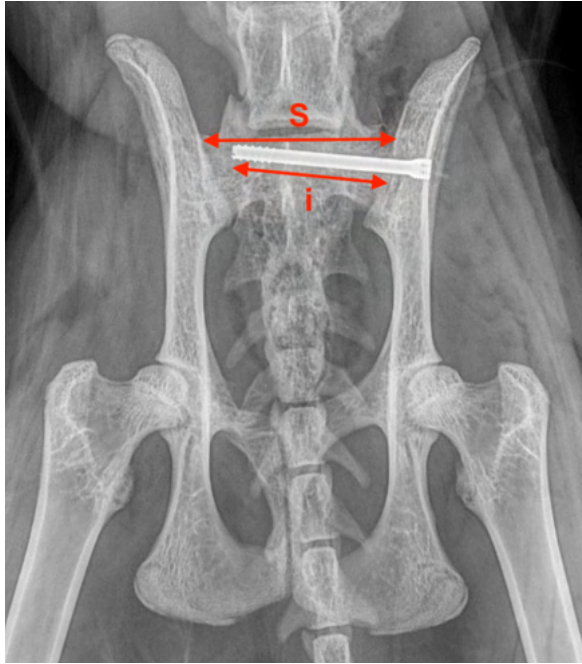


Figure 88 : Représentation des repères pour le calcul de l'ancrage de la vis dans le sacrum.
 Représentation de la largeur du sacrum (double-flèche s) et la longueur de la vis dans le corps vertébral de S1 (double-flèche i).

L'ancrage de la vis (A) dans corps vertébral de S1 est ensuite calculé selon la formule ci-après.

$$A = \frac{\text{Longueur de l'implant dans le corps vertébral de S1}}{\text{Largeur de S1}} \times 100$$

Il a été montré que la perte de l'implant est significativement diminuée lorsque la longueur de la vis implantée dans le corps vertébral de S1 est au moins égale à 60% de la longueur du corps vertébral de S1 (Shales et al. 2010).

2.5.3.1.4. Ratio des diamètres du canal pelvien

Les mesures sont réalisées de la même façon que celles effectuées en pré-opératoire. Les radiographies postopératoires en incidence ventro-dorsale sont utilisées dans ce cas. Le RDPC est considéré comme normal lorsqu'il est supérieur à 1,1 (DeCamp, Braden TD 1985; Averill, Schaeffer 1997).

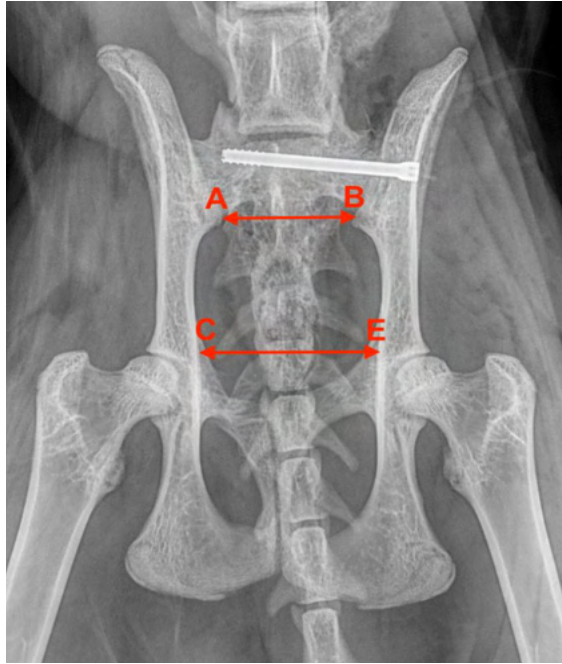


Figure 89 : Représentation des diamètres pelviens postopératoires.

Représentation de la largeur du canal pelvien au niveau du sacrum (double-flèche AB), et la largeur du canal pelvien au niveau de l'aspect crânial des acétabulums (double-flèche CE).

2.5.3.1.5. Ratio des largeurs des demi-canaux pelviens

Les mesures sont réalisées de la même façon que celles effectuées en préopératoire. Les radiographies postopératoires en incidence ventro-dorsale sont utilisées dans ce cas. Un RLDCP égal à 1 indique que le demi-canal pelvien du côté affecté par la LSI et le demi-canal pelvien controlatéral sont symétriques (Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

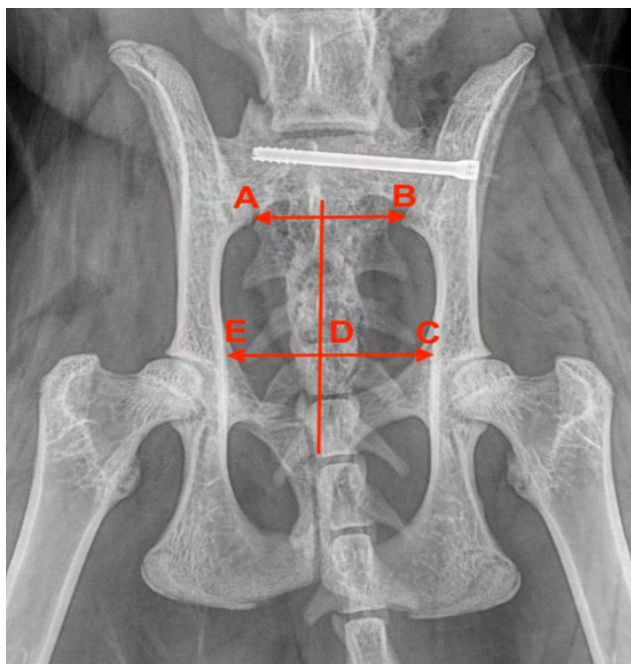


Figure 90 : Représentation de la largeur des demi-canaux pelviens postopératoires.

Représentation de la largeur du canal pelvien au niveau du sacrum (double-flèche AB), et la largeur du canal pelvien au niveau de l'aspect crânial des acétabulums (double-flèche CE). La droite partant de l'épine sacrale et rejoignant la symphyse pelvienne croise la droite CE au point D.

2.5.3.1.6. Durée d'hospitalisation et complications péri-opératoires

La durée de l'hospitalisation postopératoire est également considérée. Elle dépend essentiellement de la douleur postopératoire, des capacités de miction, de défécation et d'alimentation spontanée.

Les complications péri-opératoires sont aussi recensées. Elles correspondent à toute déviation d'un déroulement postopératoire normal directement liée à la chirurgie de réduction et de fixation de la LSI, et qui ont nécessité une intervention médicale et/ou chirurgicale par la suite, lors de l'hospitalisation (Rollins et al. 2019). Les complications sont recensées par un vétérinaire lors des examens cliniques ou lors des radiographies postopératoires. Il peut s'agir notamment d'un lâchage d'implant, d'une infection postopératoire ou d'un défaut de miction ou de défécation spontanées.

2.5.3.2. Premier suivi postopératoire

2.5.3.2.1. Examen clinique orthopédique

Le suivi postopératoire est réalisé grâce à un examen orthopédique classique réalisé par un des chirurgiens ou le vétérinaire traitant. Cet examen a pour but d'évaluer la récupération fonctionnelle de l'animal, en notant si l'animal est ambulateur, la présence d'une boiterie résiduelle, la démarche de l'animal ainsi que la présence d'une douleur résiduelle. Les complications sont également recensées. Elles correspondent à toute déviation d'un déroulement postopératoire normal directement liée à la chirurgie de réduction et de fixation de la LSI, et qui ont nécessité une intervention médicale et/ou chirurgicale par la suite, une fois l'animal sorti d'hospitalisation (Rollins et al. 2019).

2.5.3.2.2. Bilan radiographique

Un bilan radiographique postopératoire de contrôle a été effectué. Les deux incidences réalisées sont identiques à celles précédemment décrites. Ces images radiographiques permettent de vérifier si l'implant est toujours bien en place, de mesurer d'éventuelles modifications d'ancrage de l'implant dans le corps vertébral de S1, des changements dans la réduction cranio-caudale de la LSI, et de contrôler le ratio des diamètres du canal pelvien et le ratio des largeurs des demi-canaux pelviens, dont les méthodes de mesures sont identiques à celles exposées auparavant.

2.5.3.3. Second suivi postopératoire après 4 mois

Le second suivi est réalisé à partir de quatre mois après la chirurgie, délai minimum qui a été employé par plusieurs études afin d'évaluer la récupération fonctionnelle et la douleur résiduelle des chats opérés (Yap et al. 2014). Ce suivi a été réalisé à l'aide du questionnaire de l'index de douleur musculosquelettique du chat, lors d'un entretien téléphonique avec les propriétaires. Ce questionnaire a été développé pour évaluer la douleur chronique des chats liée à la dégénérescence articulaire et dont les critères ont été validés (Zamprognio et al. 2010; Gruen et al. 2015). Il s'agit d'un outil dont la fiabilité est excellente et la répétabilité est bonne (Benito et al. 2013). Il prend en compte notamment

les capacités à courir, sauter, jouer et interagir avec les congénères et les propriétaires. Ce questionnaire est composé de dix-sept questions, chacune notée de zéro à quatre, zéro correspondant à un comportement jamais réalisé, et quatre à un comportement totalement normal. Cela permet par la suite de calculer l'index de douleur musculosquelettique du chat selon la formule ci-après.

$$\text{IDMC} = \frac{\text{Somme des scores des 17 questions}}{\text{Nombre de questions répondues} \times 4}$$

Cinq questions supplémentaires sont posées afin d'adapter le questionnaire à la chirurgie de RLSI et d'estimer l'existence de complications à long terme directement liées à la chirurgie de RLSI. Ces questions concernent l'estimation d'une douleur résiduelle, des difficultés de miction et de défécation, et le recours à une chirurgie dans les mois précédant l'appel du second suivi. Pour la douleur, le propriétaire est invité à estimer la douleur de son animal lors des quinze derniers jours précédant l'appel et au moment de l'appel. Cette douleur est graduée de zéro à dix, zéro correspondant à l'absence totale de douleur et dix à une douleur très intense. Le recours à un traitement médicamenteux antalgique au moment de l'appel est également questionné, en notant la réponse par zéro lorsqu'aucun traitement antalgique n'est employé et un dans le cas contraire. Il est ensuite demandé si les mictions et défécations sont normales ou non. Enfin, une dernière question invite les propriétaires à donner une note globale quant à la récupération fonctionnelle de leur animal suite à la chirurgie de RLSI. Cette note s'étend de zéro à dix, zéro correspondant à une absence de récupération totale, et dix à une récupération fonctionnelle totale avec un animal qui est comme avant la survenue de sa LSI. Le questionnaire utilisé est disponible en annexe 1.

2.5.4. Durée de l'intervention

La durée de la procédure chirurgicale est renseignée grâce aux fiches d'anesthésie de l'animal opéré. Il a été décidé de retirer à chaque durée de l'anesthésie une durée forfaitaire pour obtenir la durée de la procédure chirurgicale. Cette durée forfaitaire correspond au temps nécessaire pour la préparation chirurgicale de l'animal, depuis

l'intubation jusqu'à l'incision qui marque le début de la chirurgie. Nous avons estimé cette durée à quinze minutes étant donné que ce sont les mêmes assistantes vétérinaires de blocs à chaque procédure. Dans le cas de chats avec une LSI bilatérale, quinze minutes sont retirées pour chacune des deux LSI, soit trente minutes au total.

2.5.5. Exposition aux rayons X

Les manipulateurs ont porté en permanence leurs dosimètres passifs sur eux, tout au long de l'intervention. Le nombre de clichés fluoroscopiques est restreint au minimum, et il est important de souligner que la fluoroscopie est utilisée dans notre étude uniquement pour contrôler la bonne réduction de la LSI et le bon positionnement de l'implant. A chaque contrôle fluoroscopique, l'ensemble des personnes présentes au bloc sortent du bloc opératoire, dans lequel se situe l'amplificateur. La fluoroscopie est actionnée uniquement lorsque l'ensemble du personnel de bloc se trouve en dehors du bloc opératoire, et donc en dehors de la zone réglementée du zonage radiologique (Radecki et al. 2007).

2.6. Analyse statistique

La moyenne +/- l'écart-type, la médiane, le minimum et le maximum sont rapportés pour l'ensemble des mesures pré-opératoires et postopératoires réalisées. Un test des rangs signés de Wilcoxon est utilisé afin de détecter des différences significatives concernant la réduction de la LSI, l'ancrage de la vis, le RDCP et le RLDCP entre les mesures pré-opératoires, postopératoires immédiates et lors du premier suivi postopératoire. Une différence significative a été établie lorsque la p-value était inférieure à 0,05. Un test exact de Fisher a été employé afin de vérifier l'influence de la latéralité ou bilatéralité de la LSI et de l'existence de fractures concomitantes sur la réduction et l'ancrage de l'implant. Une influence de chaque facteur décrit sur la réduction de la LSI et la profondeur d'implantation de la vis a été établie lorsque la p-value était inférieure à 0,05. Enfin, un test de corrélation de Pearson a été réalisé afin d'établir une corrélation entre le poids des patients, le déplacement initial de la LSI, la durée de prise en charge chirurgicale de la LSI depuis son apparition, et l'ancrage de l'implant en postopératoire immédiat. Une corrélation a été établie lorsque le coefficient de corrélation était proche de 1, avec une p-value inférieure à 0,05. Ces tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel R.

3. Résultats

3.1. Données épidémiologiques et anamnestiques

Onze chats, représentant un total de dix-sept interventions chirurgicales de réduction et stabilisation de LSI, répondant aux critères de sélection de l'étude ont été recensés. Les LSI ont été réduites et fixées selon une méthode chirurgicale mini-invasive, utilisant une vis canulée sans tête de 2,4 mm de diamètre, dont le positionnement a été contrôlé par fluoroscopie. Aucune des chirurgies n'a nécessité une conversion en réduction ouverte de la LSI. Sur les onze patients considérés, cinq sont des femelles, dont trois stérilisées, et six sont des mâles, tous castrés. Neuf chats sur les onze opérés sont de race européenne, un est croisé Siamois et un autre est de race British Shorthair. La moyenne +/- l'écart-type d'âge est de 3,3 +/- 2,6 années (10 cas, de 0,75 à 9,5 ans), et un chat était d'âge indéterminé. La moyenne +/- l'écart-type du poids des chats considérés est de 4,0 +/- 0,82 kg (11 cas, de 2,8 kg à 5,48 kg).

Six chats présentaient une LSI bilatérale. Les cinq autres chats présentaient une LSI unilatérale dont quatre à gauche et une à droite (cf. annexe 2).

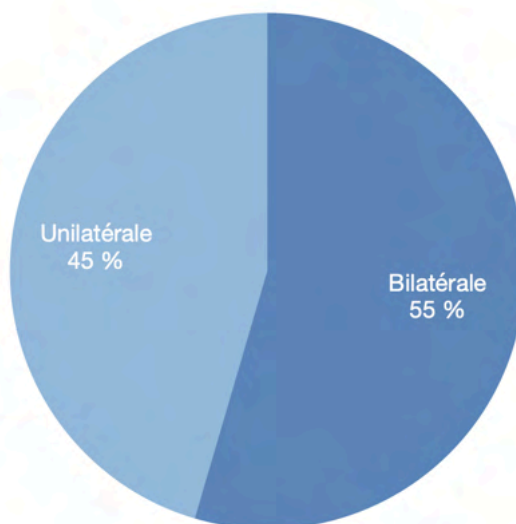


Figure 91 : Répartition des LSI unilatérales et bilatérales parmi les 11 chats.

La LSI a été causée par un accident de la voie publique pour sept chats. Un des chats considérés a présenté une LSI à la suite d'une chute sévère du haut d'un muret, et pour les trois autres cas, la cause de la LSI était indéterminée.

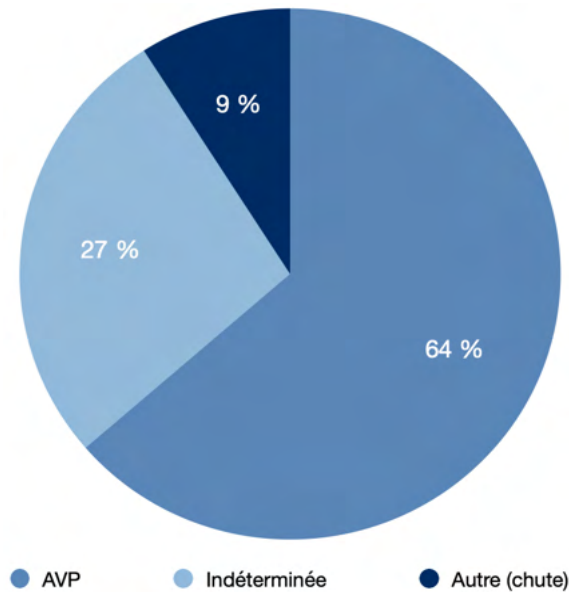


Figure 92 : Répartition des étiologies des LSI recensées chez 11 chats.

La durée moyenne +/- l'écart-type entre la survenue de la LSI et sa prise en charge chirurgicale est de 3,1 +/- 2,3 jours (17 cas, de 1 à 7 jours). Pour deux chirurgies, ce délai a été estimé au maximum, et correspond au moment à partir duquel le propriétaire a remarqué l'absence de son animal suite à une fugue.

L'examen orthopédique d'entrée n'a pas été renseigné pour trois chats. Cinq chats étaient non ambulatoires à l'admission alors que les trois autres étaient ambulatoires avec une boiterie importante. Une douleur importante était présente chez tous les chats dont l'examen clinique était disponible. Huit chats présentaient des fractures concomitantes dont six uniquement au niveau du bassin. Deux chats avaient des fractures du bassin associées à une autre atteinte de l'appareil locomoteur. Le premier présentait une subluxation intermittente talo-calcaneenne gauche associée à des fractures du bassin. Le second présentait une luxation de l'articulation S2-S3 et des fractures esquilleuses situées aux métatarsiens droits II et III, associées à des fractures du bassin.

Tableau 3 : Données épidémiologiques et anamnestiques des cas de l'étude.

	n=11 patients; 17 interventions
Age (moyenne, années)	3,3 +/- 2,6
Poids (moyenne, kg)	4,0 +/- 0,82
Race	
Européen	9/11
Autre	2/11
Sexe	
Femelles entières	2/11
Femelles stérilisées	3/11
Mâles entiers	0/11
Mâles castrés	6/11
Cause	
AVP	7/11
Autre (chute)	1/11
Indéterminée	3/11
Latéralité	
Droite	1/11
Gauche	4/11
LSI bilatérale	6/11
Durée de prise en charge chirurgicale (moyenne, jours)	3,1 +/- 2,3
Présences d'autres atteintes de l'appareil locomoteur (fractures, luxations)	9/11

3.2. Mesures pré-opératoires

Les radiographies pré-opératoires, en incidence ventro-dorsale, centrées sur le milieu du plan médian du bassin, sont le support des mesures suivantes : le déplacement de la LSI, le ratio des diamètres du canal pelvien et le ratio des largeurs des demi-canaux pelviens. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Résultats des mesures pré-opératoires.

	n=11 patients; 17 LSI			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
Déplacement LSI (%)	56 +/- 23	54	27	100
RDCP	1,09 +/- 0,19	1,11	0,81	1,46
RLDCP	1,09 +/- 0,46	1,03	0,38	2,44
Déplacement > 50%	10/17			

Le déplacement dans la direction cranio-caudale de l'ilium par rapport au sacrum était supérieur à 50% pour dix LSI, avec une moyenne +/- l'écart-type de 56 +/- 23 % et une médiane de 54% (17 cas, de 27 à 100%).

La moyenne +/- l'écart-type du ratio des diamètres du canal pelvien était de 1,09 +/- 0,19 et la médiane de 1,11 (17 cas, de 0,81 à 1,46). Le ratio des largeurs des demi-canaux pelviens est en moyenne +/- l'écart-type de 1,09 +/- 0,46 et la médiane de 1,03 (17 cas, de 0,38 à 2,44).

3.3. Mesures postopératoires immédiates

Les dix-sept LSI ont été réduites et stabilisées chacune avec une vis canulée en compression, sans tête, automéchantante et perforée de 2,4 mm de diamètre sous contrôle fluoroscopique, par deux chirurgiens qualifiés, Dr vet. Védrine et Dr vet. Fernandes. Le Dr vet. Fernandes a réalisé 53% des interventions et le Dr vet. Védrine 47%.

La longueur des vis utilisées variait de 18 mm à 32 mm et le choix de la longueur de vis utilisée dépendait de la mesure pré-opératoire de la largeur du corps vertébral de S1.

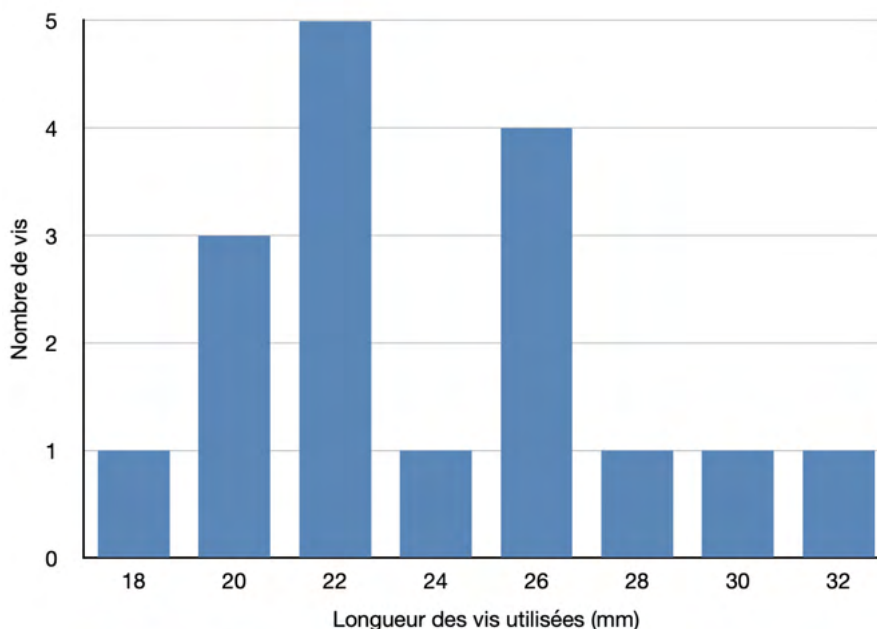


Figure 93 : Nombre de vis de chaque longueur utilisée pour la stabilisation de l'ASI après réduction.

Les radiographies postopératoires réalisées immédiatement après la fin de la chirurgie, sont le support des mesures postopératoires immédiates, décrites précédemment, dont les résultats sont détaillés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Résultats des mesures postopératoires immédiates.

	n=11 patients; 17 interventions			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
Réduction LSI (%)	91 +/- 8	94	74	100
Ancrage de l'implant (%)	72 +/- 11	73	51	93
RDCP	1,17 +/- 0,18	1,16	0,92	1,66
RLDCP	1,02 +/- 0,22	0,99	0,68	1,4
Durée d'hospitalisation	3,6 +/- 1,9	3	1	7
Réduction optimale LSI (>90%)	11/17			
RDCP > 1,1	11/17			
Ancrage optimal de l'implant (>60%)	14/17			
Sortie de l'implant	1/17			
Complications périopératoires	0/17			

La moyenne +/- écart-type de la réduction de la LSI était de 91 +/- 8% avec une médiane de 94% (17 cas, de 74 à 100%). La réduction de la LSI est considérée comme optimale, lorsqu'elle est supérieure ou égale à 90% (DeCamp, Braden TD 1985). Ce critère a été satisfait pour onze réductions. Parmi les six chirurgies dont le pourcentage de réduction était insuffisant, cinq concernaient des chats affectés par une LSI bilatérale, et une seule concernait un chat atteint d'une LSI unilatérale. La longueur de la surface articulaire de l'ilium en contact avec celle du sacrum était significativement différente entre les mesures pré-opératoires et postopératoires immédiates (p -value = $1,52 \times 10^{-5}$). Aucune corrélation n'a pu être établie entre le poids du patient, la durée entre la survenue de la LSI et sa prise en charge chirurgicale, le déplacement initial, et le pourcentage de réduction. Enfin, ni la latéralité ou la bilatéralité de la LSI, ni la présence de fractures concomitantes n'ont d'influence mise en évidence sur la réduction de la LSI en postopératoire immédiat.

La moyenne +/- écart-type de la profondeur d'implantation de la vis dans le corps de S1 est de 72 +/- 11% et la médiane de 73% (17 cas, de 51 à 93%). La profondeur d'implantation de la vis est considérée comme optimale lorsqu'elle est au moins égale à 60% de la largeur du corps vertébral de S1 (Shales et al. 2010). Ce critère est satisfait pour quatorze implants. Les trois implants pour lesquels l'ancrage était insuffisant avaient une profondeur d'implantation de 51%, 57% et 58% et concernaient tous des patients affectés par une LSI bilatérale. Un cas de sortie d'implant du corps vertébral de S1 est répertorié. La sortie de la vis se situait caudalement au corps vertébral de S1. Aucune sortie d'implant crâniale, dorsale et ventrale du corps vertébral de S1 n'est recensée. Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre le déplacement initial et la profondeur d'implantation de la vis. Enfin, ni la latéralité ou la bilatéralité de la LSI, ni la présence de fractures concomitantes n'ont d'influence sur l'implantation de la vis.

La moyenne +/- écart-type des ratios des diamètres du canal pelvien est de 1,17 +/- 0,18 (17 cas, de 0,92 à 1,66). Celle des ratios des largeurs des demi-canaux pelviens est de 1,02 +/- 0,22 (17 cas, de 0,68 à 1,4). Aucune différence significative n'a été établie entre le RDCP pré-opératoire et postopératoire immédiat (p-value = 0,201), ni entre le RLDCP pré-opératoire et postopératoire immédiat (p-value = 0,782).

La durée de la chirurgie n'a pas été renseignée pour trois interventions. Deux autres durées de chirurgie n'ont pas été prises en compte étant donné qu'elles comprenaient la durée de réduction et stabilisation de la LSI, mais aussi celle de la réalisation d'actes chirurgicaux supplémentaires. La moyenne +/- écart-type de la durée de la chirurgie dans le cas de LSI unilatérales était de 38 +/- 8 minutes (2 cas, de 30 à 45 minutes), et de 52 +/- 9 minutes (5 cas, de 45 à 65 minutes) dans le cas de LSI bilatérales.

La moyenne +/- écart-type de la durée d'hospitalisation postopératoire était de 3,6 +/- 1,9 jours (17 cas, de 1 à 7 jours). Aucune complication n'a été recensée durant l'hospitalisation, qu'il s'agisse d'une reprise chirurgicale ou d'une infection.

Enfin, les dosimètres passifs portés en permanence par les manipulateurs n'ont pas relevé d'exposition accrue aux rayons ionisants.

3.4. Mesures postopératoires lors du premier suivi

Le premier suivi clinique et radiographique a été réalisé en moyenne à 7 +/- 2 semaines (12 cas, de 5 à 10 semaines) après la chirurgie. Trois chats n'ont pas fait l'objet d'un premier suivi, représentant un total de cinq LSI réduites et stabilisées. Les radiographies disponibles ont été le support de mesures présentées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Résultats des mesures lors du premier suivi postopératoire, à 7 semaines en moyenne après la chirurgie de réduction et fixation de la LSI.

	n=8 patients; 12 chirurgies			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
Réduction LSI (%)	86 +/- 11	88,5	69	100
Ancrage de l'implant (%)	70 +/-11	70,5	48	86
RDCP	1,12 +/- 0,15	1,15	0,9	1,34
RLDCP	1,02 +/- 0,16	1,005	0,8	1,26
Réduction optimale (>90%)	6/12			
Ancrage optimal de l'implant (>60%)	10/12			
Perte de l'implant	0/12			
Complications postopératoires	0/12			

La moyenne +/- écart-type de réduction de la LSI était de 86 +/- 11% avec une médiane de 88,5% (12 cas, de 69 à 100%). Les réductions mesurées en postopératoire immédiat et lors du premier suivi étaient significativement différentes (p-value = 0,016). La réduction de la LSI est considérée comme optimale lorsqu'elle est supérieure ou égale à 90% (DeCamp, Braden TD 1985). Ce critère est encore satisfait pour six réductions, mais ne l'est pas pour les six autres réductions. Trois des réductions non optimales lors du premier suivi postopératoire, ne l'étaient déjà pas en postopératoire immédiat, alors que les trois autres l'étaient.

La moyenne +/- écart-type de la profondeur d'implantation de la vis dans le corps vertébral de S1 est de 70 +/- 11% et la médiane de 70,5% (12 cas, de 48 à 86%). La profondeur d'implantation des vis lors du premier suivi postopératoire était significativement différente de celle en postopératoire immédiat (p-value = 0,027). Cependant, aucun débricolage d'implant n'a été recensé entre la chirurgie et le premier suivi postopératoire. La profondeur d'implantation de la vis est considérée comme optimale lorsqu'elle est au moins égale à 60% de la largeur du corps vertébral de S1 (Shales et al. 2010). Ce critère est satisfait pour dix implants. Deux vis n'étaient donc pas ancrées de façon optimale lors du premier suivi radiographique postopératoire. Une vis n'était déjà pas ancrée de façon optimale en postopératoire immédiat, alors que pour la seconde vis, l'ancrage était optimal en postopératoire immédiat. Pour ce dernier cas, le chat a repris très vite de l'activité suite à la chirurgie et le repos strict a été difficile à maintenir par le propriétaire.

La moyenne +/- écart-type des ratios des diamètres du canal pelvien est de 1,12 +/- 0,15 (12 cas, de 0,9 à 1,34). Celle des ratios des largeurs des demi-canaux pelviens est de 1,02 +/- 0,16 (12 cas, de 0,8 à 1,26). Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les mesures en postopératoire immédiat et lors du premier suivi, ni pour le RCDP, ni pour le RLDCP.

Tous les chats opérés, et dont l'examen orthopédique du premier suivi postopératoire était disponible (9 chats), étaient ambulatoires lors du premier suivi réalisé, et pour six d'entre eux, l'examen orthopédique n'a révélé aucune anomalie. Un chat présentait une amyotrophie marquée de l'ensemble du membre pelvien gauche, concerné par la réduction de LSI, à l'origine d'une démarche modifiée. Un autre chat présentait également une démarche modifiée, caractérisée par un chaloupement de l'arrière-train. Un dernier chat présentait à la consultation de suivi une boiterie du membre pelvien droit, controlatéral de la réduction de la LSI, associée à une douleur à la manipulation du membre. La radiographie de contrôle a mis en évidence une nécrose aseptique de la tête fémorale qui a été traitée chirurgicalement par une résection de la tête et du col fémoral. Nous n'avons pas considéré cette nécrose comme une complication postopératoire, étant donné qu'elle n'est pas directement imputable à la chirurgie de réduction de la LSI controlatérale. Ainsi, aucune complication n'a été rapportée lors du premier suivi postopératoire.

3.5. Second suivi à partir de 4 mois postopératoires

Le second suivi postopératoire a été réalisé à partir de 4 mois après l'intervention chirurgicale lors d'un entretien téléphonique et à l'aide d'un questionnaire établi, dont les questions sont présentées dans l'annexe 1. Un chat n'a pas pu faire l'objet de ce suivi du fait d'une communication impossible avec les propriétaires. La moyenne +/- l'écart-type de la durée entre la chirurgie de RLSI et le second suivi postopératoire est de 14 +/- 7 mois et la médiane est de 12 mois (10 cas, de 4 à 29 mois).

La moyenne +/- l'écart-type des index de douleur musculosquelettique du chat (IDMC) est de 0,97 +/- 0,01 (10 cas, de 0,8 à 1). Seul un chat a obtenu une valeur d'index très inférieure aux autres chats de l'étude. Ce dernier a obtenu une valeur d'index de 0,8 alors que l'ensemble des autres chats a obtenu une valeur d'indice supérieure ou égale à 0,98.

Aucun des chats opérés, et dont le suivi après quatre mois postopératoires a pu être réalisé, ne présentaient de douleur lors des quinze derniers jours précédant l'appel ni le jour de l'appel téléphonique, et aucun n'était sous traitement antalgique au moment du suivi téléphonique. De plus, aucun chat ne présentait des mictions et défécations anormales. Aucune complication à long terme directement en lien avec la chirurgie de RLSI, n'a été mise en évidence chez l'ensemble des chats qui ont bénéficié de cette technique chirurgicale mini-invasive. Par ailleurs, la satisfaction des propriétaires quant à la récupération fonctionnelle de leur animal est excellente, tous les chats ayant obtenu une note de 10/10.

4. Discussion

4.1. Généralités

La réduction et la fixation de la LSI selon une méthode chirurgicale mini invasive a été décrite par des études vétérinaires antérieures qui ont montré qu'il s'agissait d'une technique efficace (Tomlinson et al. 1999; Tonks, Tomlinson, Cook 2008). Cette méthode permet notamment de préserver au maximum les tissus mous environnants et ainsi de limiter la douleur et le risque d'infections postopératoires, d'obtenir un placement précis et un ancrage optimal de la vis, ce qui limite le risque de perte de l'implant, d'obtenir une réduction optimale de la LSI de façon précise et constante ainsi qu'une récupération fonctionnelle plus rapide du membre ipsilatéral à la LSI (Tomlinson 2012). Les avantages de la fluoroscopie sont également bien décrits en médecine humaine, où le recours à cette méthode permet de limiter les pertes de sang, la durée de la chirurgie et de l'hospitalisation en diminuant la douleur et les complications ainsi qu'en accélérant l'utilisation du membre atteint (Rollins et al. 2019).

Si la fixation d'une réduction de LSI avec une vis corticale en compression est la méthode la plus communément utilisée (Tomlinson 2012), l'utilisation d'une vis canulée en compression, et positionnée sous contrôle fluoroscopique, a été décrite chez le chien (Tomlinson et al. 1999). Une étude a décrit cette dernière méthode chez le chat *ex vivo* (Fischer et al. 2012), et a montré qu'il s'agissait d'une technique chirurgicale réalisable chez le chat. Une étude plus récente a décrit l'emploi d'une vis canulée en compression positionnée sous contrôle fluoroscopique chez le chien et le chat *in vivo* (Rollins et al. 2019). Cependant aucune étude, connue par nos soins, n'a décrit et évalué, à court et moyen terme, et chez le chat uniquement, une technique chirurgicale mini-invasive de réduction et de fixation de LSI utilisant une vis canulée de 2,4 millimètres de diamètre sans tête.

Nous avons donc décrit et évalué cette méthode de réduction et de fixation de LSI guidée par la fluoroscopie, uniquement chez le chat, en utilisant un nouvel implant qu'est la vis canulée de 2,4 millimètres de diamètre sans tête, automéchant et partiellement filetée.

4.2. Technique chirurgicale et implant utilisé

4.2.1. Technique chirurgicale et intérêts du recours à la fluoroscopie

4.2.1.1. Technique chirurgicale

Même si les données précises quant aux difficultés peropératoires rencontrées n'étaient pas disponibles pour l'ensemble des procédures chirurgicales, quelques remarques sont à apporter. Tout d'abord, la réduction optimale de la LSI entre le contrôle fluoroscopique et la mise en place de la broche de stabilisation correctement placée, peut être difficile à maintenir, tout comme le décubitus parfaitement latéral. Il est donc nécessaire d'avoir recours à plusieurs contrôles fluoroscopiques (Silveira et al. 2017). De plus, le temps le plus aléatoire est celui du positionnement de la broche de stabilisation temporaire. En effet, malgré un décubitus parfaitement latéral et une zone d'insertion contrôlés par fluoroscopie, plusieurs essais sont souvent nécessaires. Afin de s'affranchir de ces difficultés, un nouvel outil, appelé système d'instruments pour la LSI, a été développé. Il est constitué de bras fixés à la table de chirurgie qui permettent le maintien de la réduction en place tout au long de la chirurgie, et d'un dispositif de visée radiotransparent mini-invasif favorisant un positionnement précis et fiable de la vis, tout en réduisant considérablement l'exposition aux rayonnements ionisants (Déjardin et al. 2018). Cet outil est disponible mais nécessite un investissement non négligeable, qui doit évidemment tenir compte du nombre de chirurgies de réduction de LSI réalisées dans la clinique chaque année. Enfin, lors du retrait de la mèche canulée, il a été décrit quelques fois que la broche de stabilisation temporaire suivait la mèche, ce qui était à l'origine du retrait de cette broche. Cependant, étant donné que le trou foré est de diamètre supérieur à celui de la broche, sa remise en place dans le trou de forage se fait sans difficulté.

Par ailleurs, la durée moyenne de la procédure chirurgicale de notre étude était de 38 minutes (intervalle de 30 à 45 minutes) pour les chats avec une LSI unilatérale et de 52 minutes (intervalle de 45 à 65 minutes) pour les chats avec une LSI bilatérale. Nos résultats paraissent bien inférieurs à ceux décrits dans une étude, qui rapporte un temps d'anesthésie moyen de 232 minutes dans les cas de LSI unilatérales et de 203 minutes pour les LSI bilatérales (Silveira et al. 2017). Cependant, dans cette étude, c'est bien le temps d'anesthésie qui est renseigné et non celui de la chirurgie, et les auteurs précisent que ces

durées prennent également en compte les chirurgies annexes de réductions des fractures concomitantes, ce qui n'est pas le cas dans notre étude et ce qui peut expliquer une telle différence.

L'analyse statistique de nos données n'a pas mis en évidence de corrélation entre la durée depuis la survenue de la LSI jusqu'à sa prise en charge chirurgicale, le déplacement initial, ainsi que l'existence de fractures concomitantes, et la réduction de la LSI. Cela signifie que la méthode chirurgicale décrite peut être largement employée, sans tenir compte de ces derniers paramètres.

4.2.1.2. Intérêts du recours à la fluoroscopie

En plus des nombreux autres avantages déjà connus et mentionnés de la réduction et stabilisation de la LSI selon une méthode mini-invasive (Déjardin et al. 2016), l'intérêt du recours à la fluoroscopie est d'autant plus intéressant dans le cadre de la mise en place de deux vis corticales afin de stabiliser la réduction d'une LSI bilatérale. En effet, le positionnement de la première vis placée doit être le plus optimal afin de ne pas gêner la mise en place de la vis controlatérale.

4.2.2. Choix de l'implant : vis corticale canulée sans tête de 2,4 mm de diamètre partiellement fileté

L'implant utilisé dans notre étude pour stabiliser l'ASI après la réduction est une vis corticale canulée sans tête de 2,4 mm de diamètre, auto-méchante et partiellement fileté.

4.2.2.1. Vis corticale *versus* vis spongieuse

La différence entre ces deux types de vis résulte dans le pas de vis. En effet, une vis corticale est dotée d'un pas de vis étroit alors qu'une vis spongieuse est au contraire caractérisée par un pas de vis large.

Il a été montré que dans un modèle d'os synthétique avec des propriétés hybrides entre l'os spongieux et l'os cortical, les vis spongieuses de 4 mm de diamètre avaient

significativement moins de résistance à l'arrachement que les vis corticales de 3,5 mm de diamètre (Collinge et al. 2000). Cela peut donc expliquer la raison pour laquelle la stabilisation des LSI après leur réduction grâce à une vis corticale en compression est une méthode populaire, même si la fixation de la vis se fait dans le sacrum, qui est un os spongieux.

4.2.2.2. Vis corticale canulée *versus* vis corticale pleine

Une vis canulée est une vis qui présente une perforation sur toute sa longueur. L'intérêt de l'utilisation d'une vis canulée dans la technique chirurgicale décrite est d'obtenir un placement précis et un ancrage optimal de la vis dans le corps vertébral de S1, de façon mini-invasive, grâce au guidage assuré par une broche de stabilisation temporaire, dont le positionnement adéquat a été obtenu et vérifié sous fluoroscopie.

Les vis corticales canulées ont montré de bons résultats quant à leur propriété de fatigue par rapport aux vis corticales pleines, la fatigue étant principalement dépendante du diamètre du corps de la vis. Cette observation va donc dans le sens de leur utilisation clinique (Merk et al. 2001). Aucune différence significative de la résistance moyenne à l'arrachement n'a été établie entre des vis corticales canulées et pleines de grand diamètre aussi bien dans un modèle osseux synthétique que dans l'os cortical et spongieux bovin et canin (Leggon et al. 1993; Thompson, Benjamin, Szivek 1997; Hearn, Schatzker, Wolfson 1993; Brown et al. 2000; Collinge et al. 2000). Cependant, une étude plus récente a montré que les vis corticales canulées de 2,4 mm de diamètre présentaient une meilleure résistance à l'arrachement que leurs homologues pleines, dans un modèle d'os synthétique reconstituant un os à double corticale (Kissel et al. 2003).

4.2.2.3. Vis corticale canulée partiellement filetée *versus* entièrement filetée

La tige de la vis employée dans notre étude est partiellement filetée. Ce filetage permet de mettre en compression la LSI réduite et d'augmenter la stabilité de la fixation par augmentation des frictions entre les surfaces articulaires du sacrum et de l'ilium (Pratesi, Grierson, Moores 2018; Kaderly 1991). La question d'une différence de résistance à

l'arrachement entre une vis partiellement filetée et une vis entièrement filetée peut se poser. Cette question est d'autant plus importante qu'il a été montré une corrélation linéaire entre la longueur de filetage et la résistance à l'arrachement de la vis. Cela signifie que plus le filetage de la vis est important, plus la résistance à l'arrachement de la vis est grande (Collinge et al. 2000).

En revanche, dans notre étude aucun débricolage d'implant n'est rapporté, avec un suivi réalisé en moyenne 7 semaines après la chirurgie, et la moyenne d'ancrage de la vis était supérieure à 60%, même si une différence significative de l'ancrage a été notée entre le postopératoire immédiat et le premier suivi postopératoire. Cela montre que la vis corticale canulée de 2,4 mm de diamètre partiellement filetée est utilisable en condition clinique afin de stabiliser durablement une LSI après réduction (au moins pendant la période de cicatrisation de l'ASI), sans risquer de lâchage d'implant.

4.2.2.4. Choix des dimensions de la vis

Les derniers paramètres à considérer dans le choix de l'implant sont ses dimensions. L'organisation AO vétérinaire recommande que le diamètre de la vis utilisée soit aux alentours de 40% du diamètre de l'os cortical. Étant donné que la largeur dorso-ventrale à l'endroit le plus étroit du sacrum du chat est de 5,9 mm en moyenne, une vis de 2,4 mm de diamètre s'avère être particulièrement adaptée ($40/100 \times 5,9 = 2,36$ mm) (Shales et al. 2010; Burger, Forterre, Brunnberg 2004). De plus, de nombreuses études ont utilisé des vis corticales canulées de 2,4 mm de diamètre avec succès pour le traitement chirurgical de la LSI chez le chat (Fischer et al. 2012; Rollins et al. 2019).

4.3. Réduction de la LSI

La réduction cranio-caudale de la LSI a été évaluée par une radiographie ventro-dorsale, en postopératoire immédiat puis lors du premier suivi postopératoire lorsque ce dernier était disponible. La réduction de la LSI est considérée comme optimale lorsque le contact entre la surface articulaire de l'ilium et celle du sacrum est supérieur à 90% (DeCamp, Braden TD 1985).

4.3.1. En postopératoire immédiat

La moyenne des réductions de LSI dans notre étude est de 91% (intervalle de 74 à 100%) en postopératoire immédiat. La longueur de la surface articulaire de l'ilium en contact avec celle du sacrum était significativement différente entre les mesures pré-opératoires et postopératoires immédiates (p -value = $1,52 \times 10^{-5}$). La réduction était optimale pour onze cas. Parmi les réductions non optimales, une peut être qualifiée de quasi-optimale avec une réduction de 87%, deux atteignaient 84%, une était de 83%, alors que deux autres avaient une réduction plus faible, de 77% et 74%. Pour ces deux valeurs très basses, les chats concernés présentaient tous les deux des LSI bilatérales associées à d'autres importantes fractures publiennes et iliaques. Nous n'avons pas montré d'influence du déplacement initial de la LSI sur la réduction en postopératoire immédiat.

La moyenne des réductions de LSI dans notre étude est comparable aux résultats rapportés lors de précédentes études faisant appel à une technique chirurgicale mini-invasive de réduction et de stabilisation de la LSI, sous fluoroscopie. En effet, chez le chien, la moyenne de réduction en postopératoire immédiat varie de 91% (intervalle de 55 à 100%) (Tonks, Tomlinson, Cook 2008) à 92% (intervalle de 79,55 à 100%) (Tomlinson et al. 1999). Plus récemment, deux autres études rapportent des résultats comparables. La première (Fischer et al. 2012), chez le chat, rapporte une moyenne de réduction de 98,3% en postopératoire immédiat (intervalle de 90 à 100%). Cependant cette étude a été réalisée sur des chats *ex vivo* et dont la luxation a été artificiellement induite, ce qui ne reflète donc pas les conditions cliniques réelles, plus difficiles, du fait de la durée d'évolution de la LSI, l'existence de fractures concomitantes ou encore les contractures musculaires présentes lors de la chirurgie. La seconde (Rollins et al. 2019), mélangeant chiens et chats, rapporte quant à elle une réduction de 86,5% en moyenne, donc légèrement en dessous de la valeur de réduction optimale de 90%.

De plus, notre résultat est comparable à celui obtenu lors d'une réduction et stabilisation de la LSI en méthode à foyer ouvert, plus traditionnelle, avec une réduction moyenne de 94% (DeCamp, Braden TD 1985). Par ailleurs, aucune différence significative n'est notée quant à la réduction de la LSI entre une technique mini-invasive et une technique ouverte classique (Rollins et al. 2019).

4.3.2. Lors du premier suivi postopératoire

Le délai moyen entre la chirurgie et le premier suivi postopératoire était de 7 semaines, c'est-à-dire après la cicatrisation de l'ASI, ce qui est similaire aux délais observés dans plusieurs études (Tomlinson et al. 1999; Tonks, Tomlinson, Cook 2008; Shales et al. 2010). La moyenne des réductions des LSI de notre étude lors du premier suivi postopératoire est de 86% (intervalle de 69 à 100%). Six réductions étaient optimales parmi celles observées. Trois des réductions non optimales ne l'étaient déjà pas en postopératoire immédiat alors que les trois autres l'étaient. Pour un cas, l'implant sortait légèrement du corps vertébral de S1 caudalement en postopératoire immédiat. Nous n'avons pas montré d'influence du déplacement initial de la LSI sur la réduction lors du premier suivi postopératoire.

Notre résultat est comparable à ceux obtenus chez le chien avec une technique chirurgicale mini-invasive, la moyenne de réduction rapportée étant de 87% pour un suivi réalisé après 4 semaines minimum (Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

4.3.3. Différence significative entre le postopératoire immédiat et le premier suivi postopératoire

Ainsi, dans notre étude, la moyenne des réductions mesurées en postopératoire immédiat était légèrement au-dessus de 90% alors que celle mesurées lors du premier suivi postopératoire était légèrement en dessous des 90%, observation qui a également été rapportée précédemment (Tonks, Tomlinson, Cook 2008). Si la méthode chirurgicale décrite est efficace pour réduire une LSI, la réduction lors du premier suivi postopératoire est significativement différente de celle mesurée lors en postopératoire immédiat (p -value = 0,016). Cela signifie que dans notre étude, la réduction n'est pas maintenue dans le temps. Cependant, aucun débricolage d'implant n'a été recensé dans notre étude, y compris pour les réductions non optimales, ce qui a été également décrit (Tomlinson et al. 1999) et concorde avec le fait qu'un manque de réduction anatomique de la LSI ne contribue pas à un lâchage de l'implant utilisé (Shales et al. 2010). Cette légère différence entre les réductions mesurées en postopératoire immédiat et celles mesurées lors du premier suivi peut être liée au positionnement lors de la radiographie ou à une légère diminution de la réduction (Tonks, Tomlinson, Cook 2008) entre le postopératoire immédiat et la cicatrisation

de l'articulation du fait d'un retour à une activité trop précoce. Étant donné que la cicatrisation se fait durant le premier mois postopératoire (Tomlinson et al. 1999), il est essentiel que le patient soit strictement maintenu au repos durant cette période.

4.3.4. Conclusion

Notre étude confirme que la technique mini-invasive de réduction et de stabilisation de l'ASI avec une vis canulée en compression sous contrôle fluoroscopique est une méthode efficace et constante, permettant une bonne réduction de la LSI, même si la réduction peut légèrement diminuer durant la cicatrisation, sans avoir d'incidence sur le débricolage de l'implant.

4.4. Ancrage de la vis

L'ancrage de la vis dans le corps vertébral de S1 a été mesuré sur les radiographies en incidence ventro-dorsale lors du postopératoire immédiat et du premier suivi postopératoire avec les radiographies disponibles. Il a été démontré qu'un ancrage de la vis dans le corps vertébral de S1 supérieur à 60% est associé à une diminution du risque de perte de l'implant (Shales et al. 2010). En effet, il a été montré dans cette étude que la moyenne de la profondeur d'ancrage des vis dans le corps de S1 pour lesquelles aucun débricolage n'a été recensé est significativement différente de celle des vis pour lesquelles un débricolage a été observé (67,9% contre 42,2%).

4.4.1. En postopératoire immédiat

Dans notre étude, l'ancrage de la vis était en moyenne de 72% (intervalle de 51 à 93%) en postopératoire immédiat. Seulement trois des vis implantées n'atteignaient pas les 60% d'ancrage dans le corps vertébral de S1. Ces trois vis avaient un implant controlatéral ancré dans le sacrum. Deux étaient très proches de la valeur optimale (58% et 57%). Cependant, une valeur se trouvait bien en dessous des autres avec un ancrage de seulement 51%. Ce manque d'implantation résulte de la présence d'une autre vis de

stabilisation de la LSI controlatérale. Les vis sont légèrement entrées en conflit du fait de leur trop grande proximité ce qui explique que la seconde vis placée n'a pas pu être ancrée de façon optimale.

Il a été démontré que la réduction et la stabilisation de la LSI par une technique mini-invasive permet un ancrage plus important de la vis que les méthodes à foyer ouvert sans recours à la fluoroscopie (Déjardin et al. 2016; Rollins et al. 2019). Les résultats de notre étude sont comparables à ceux des études antérieures utilisant une méthode mini-invasive sous fluoroscopie, pour lesquelles l'ancrage moyen de l'implant variait de 62,8% à 97,1% (Tonks, Tomlinson, Cook 2008; Tomlinson et al. 1999; Fischer et al. 2012; Rollins et al. 2019; Déjardin et al. 2016).

4.4.2. Lors du premier suivi postopératoire

Lors du premier suivi postopératoire, l'ancrage de la vis dans le corps de S1 était en moyenne de 70% (intervalle de 48 à 86%). Dix vis étaient implantées de façon optimale alors que deux ne l'étaient pas lors du premier suivi radiographique postopératoire. Une de ces vis n'était déjà pas ancrée de façon optimale en postopératoire immédiat, alors que pour la seconde, l'ancrage était optimal en postopératoire immédiat. Pour ce dernier cas, le chat a repris très vite une activité après la chirurgie et le repos strict a été difficile à maintenir par le propriétaire. Ces résultats sont également comparables à ceux obtenus par d'autres études (Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

4.4.3. Différence significative entre le postopératoire immédiat et le premier suivi postopératoire

L'ancrage des vis en postopératoire immédiat et lors du premier suivi était significativement différent (p -value = 0,027). Cependant, l'ancrage moyen était de 70%, et donc supérieur aux 60% recommandés. Même pour les vis qui n'avaient pas un ancrage optimal, aucun débricolage d'implant n'a été recensé entre la chirurgie et le premier suivi postopératoire, ce qui a déjà été décrit auparavant (Tomlinson et al. 1999). L'hypothèse avancée est que le recours à la fluoroscopie permet un abord mini-invasif, qui préserve ainsi les éléments anatomiques présents autour du bassin. Cela pourrait donc autoriser un

ancrage moins important que celui actuellement recommandé (Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

4.4.4. Conclusion

Notre étude confirme que la technique mini-invasive de réduction et de stabilisation de l'ASI avec une vis canulée en compression mise en place sous contrôle fluoroscopique, est une technique efficace, permettant un bon ancrage de la vis utilisée. Cet ancrage optimal est à l'origine de l'absence de débricolage d'implant pendant la période de cicatrisation et donc d'un maintien de la fixation de l'ASI réduite chirurgicalement. De plus, nos résultats montrent que la vis canulée sans tête de 2,4 mm de diamètre, utilisée dans notre étude pour la stabilisation des ASI réduites, est un implant adapté à la technique chirurgicale et à ses attentes postopératoires.

4.5. Positionnement de la vis

Le positionnement de la vis dans le corps vertébral de S1 est un élément important à prendre en compte pour deux raisons principales. Premièrement, il influence l'ancrage de l'implant dans le corps vertébral de S1, ce qui est corrélé au risque de débricolage de la vis (DeCamp, Braden TD 1985; Shales et al. 2010). Deuxièmement, un mauvais positionnement de la vis peut être à l'origine d'une sortie du corps vertébral de S1 et ainsi causer des dommages iatrogènes aux structures proches du sacrum. Ainsi, toute sortie de vis doit être évitée (Shales, White, Langley-Hobbs 2009). En effet, une sortie dorsale dans le canal vertébral peut causer des dommages de la queue de cheval, et une sortie ventrale, peut être à l'origine d'hémorragies par lésions des vaisseaux sacrés médians et d'une altération du plexus lombo-sacré. De plus, il est important d'éviter une sortie crâniale dans le disque intervertébral lombo-sacré, dans le foramen intervertébral ou encore dans le corps vertébral de la septième vertèbre lombaire ; tout comme une sortie caudale qui pourrait générer une altération des premiers nerfs sacrés (Tomlinson 2012; Silveira et al. 2017).

Le recours à la fluoroscopie dans le cadre de la réduction et de la stabilisation mini-invasive d'une LSI permet une meilleure précision quant au positionnement de l'implant par rapport aux techniques chirurgicales n'utilisant pas la fluoroscopie (Déjardin et al. 2016; Rollins et al. 2019). Cela s'explique par le fait que la fluoroscopie permet d'obtenir et de maintenir un décubitus latéral optimal de l'animal pendant la chirurgie mais aussi de visualiser précisément le point d'insertion de la broche de fixation temporaire utilisée. Le recours à la fluoroscopie permet donc de limiter les complications comme les débricolages de vis ou les infections postopératoires mais également les dommages iatrogènes aux structures anatomiques adjacentes au sacrum (Silveira et al. 2017).

Toute sortie de vis du corps vertébral de S1 devrait être théoriquement évitée lorsque la fluoroscopie est utilisée (Tomlinson et al. 1999; Tonks, Tomlinson, Cook 2008; Déjardin et al. 2016). Cependant, nous rapportons qu'une vis est sortie caudalement au corps vertébral de S1. Il s'agissait d'une des deux vis de stabilisation d'une LSI bilatérale, dont la longueur était pourtant adaptée à la largeur du sacrum du chat. Cette observation a également été rapportée par plusieurs études antérieures. C'est le cas pour une étude de réduction de LSI mini-invasive avec une vis canulée de 2,4 mm de diamètre réalisée sur des chats *ex vivo*, dans laquelle une vis sur les douze implantées sortait du sacrum sur les radiographies postopératoires malgré le recours à la fluoroscopie. Il en est de même pour une seconde étude, cette fois-ci sur des chats *in vivo*, dans laquelle trois des vingt-trois vis implantées sortaient (Silveira et al. 2017). La sortie de la vis observée dans notre étude peut s'expliquer par le fait qu'il s'agisse de la phase d'apprentissage de la technique développée, ce qui renforce ainsi l'importance d'apporter un soin tout particulier pour assurer un positionnement parfaitement latéral du patient. Ce positionnement doit être vérifié autant de fois que nécessaire au cours de la procédure chirurgicale par le recours à la fluoroscopie afin de s'assurer que la direction de l'implantation de la broche de stabilisation temporaire soit maintenue.

4.6. Ratio des diamètres du canal pelvien

Le ratio des diamètres du canal pelvien (RDCP) a été mesuré sur les radiographies en incidence ventro-dorsale en postopératoire immédiat et lors du premier suivi avec les radiographies disponibles. Le RDCP a été calculé afin de vérifier le bon rétablissement de

la largeur du canal pelvien et donc l'absence de sténose pelvienne suite à la réduction. La valeur normale du RDCP doit être supérieure ou égale à 1,1 (Averill, Schaeffer 1997).

Dans notre étude, la valeur moyenne pré-opératoire du RDCP était de 1,09 (intervalle de 0,81 à 1,46) avec huit LSI dont le RDCP était inférieur à 1,1. Ce résultat est comparable avec les résultats rapportés lors d'études antérieures, qui mentionnent un RDCP moyen allant de 0,98 à 1,25 (Tomlinson et al. 1999; Tonks, Tomlinson, Cook 2008; Fischer et al. 2012).

4.6.1. En postopératoire immédiat

La moyenne du RDCP en postopératoire immédiat était de 1,17 (intervalle de 0,92 à 1,66), et pour six réductions la valeur recommandée de 1,1 n'était pas atteinte. Dans tous les cas il s'agissait de LSI bilatérales, et pour quatre d'entre elles le RDCP était déjà inférieur à 1,1 lors des mesures pré-opératoires. Pour les deux autres, le RDCP pré-opératoire était supérieur à celui calculé en postopératoire immédiat, mais la différence était de 0,06, ce qui peut être considéré comme négligeable. Par ailleurs le RDCP pré-opératoire était supérieur à celui postopératoire pour trois réductions mais restant cependant toujours supérieur à 1,1.

Aucune différence significative n'a été établie entre le RDCP pré-opératoire et postopératoire (p -value = 0,201). Cela peut notamment s'expliquer par le fait que six des onze chats considérés avaient déjà un RDCP supérieur à 1,1 en pré-opératoire. La moyenne obtenue de 1,17 permet de conclure que la technique de réduction et de fixation de l'ASI avec une vis canulée en compression sous contrôle fluoroscopique, permet d'obtenir et de sécuriser un diamètre du canal pelvien satisfaisant, comme cela a déjà été décrit auparavant (Tomlinson et al. 1999; Fischer et al. 2012).

4.6.2. Lors du premier suivi postopératoire

Le RDCP moyen lors du premier suivi était de 1,12 (intervalle de 0,9 à 1,34), ce qui correspond aux résultats précédemment rapportés, qui évoquent un RDCP allant de 1,06 à 1,14 quatre semaines au moins après la chirurgie (Tomlinson et al. 1999; Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

De plus, nos valeurs de RDCP lors du premier suivi postopératoire sont toutes comprises entre 0,61 et 1,36, intervalle qui correspond aux RDCP après cicatrisation pour lesquels aucun signe clinique de sténose du canal pelvien n'est associé (Averill, Schaeffer 1997). En effet, une étude plus récente rapporte que sur les six chats dont le diamètre du canal pelvien est réduit de plus de 45% après la réduction et la stabilisation de la LSI bilatérale, cinq chats ont présenté des signes de constipation dans les douze mois suivant l'opération (Hamilton, Evans, Langley-Hobbs 2009).

4.6.3. Absence de différence significative entre le postopératoire immédiat et le premier suivi postopératoire

Aucune différence significative n'a été établie entre le RDCP calculé en postopératoire immédiat et celui du premier suivi postopératoire réalisé 7 semaines en moyenne après la chirurgie (p-value = 0,666). Cela signifie que suite à la chirurgie, le diamètre pelvien est maintenu jusqu'après la cicatrisation de l'ASI, conformément aux résultats déjà décrits (Tomlinson et al. 1999).

4.6.4. Conclusion

Ainsi, notre étude confirme que la technique mini-invasive de réduction et de fixation de l'ASI avec une vis canulée de 2,4 mm en compression sous contrôle fluoroscopique, permet de sécuriser le diamètre du canal pelvien, en réalisant une bonne réduction, et de le maintenir jusqu'après la cicatrisation, évitant ainsi tout signe clinique de sténose du canal pelvien.

4.7. Ratio des largeurs des demi-canaux pelviens

Le ratio des largeurs des demi-canaux pelviens (RLDCP) a été mesuré sur les radiographies en incidence ventro-dorsale en postopératoire immédiat et lors du premier suivi avec les radiographies disponibles, afin de vérifier la symétrie du canal pelvien. Une valeur de RLDCP égale à 1 signifie que le canal pelvien est symétrique et que la réduction

a été précisément effectuée. Ce ratio est à interpréter en fonction du RDCP afin de vérifier que le côté affecté par la LSI a été correctement réduit, tout en maintenant une largeur normale du canal pelvien (Tomlinson et al. 1999).

Dans notre étude, la valeur moyenne pré-opératoire du RDCP était de 1,09 (intervalle de 0,38 à 2,44) ce qui est comparable aux résultats précédemment rapportés, évoquant une moyenne de 1,1 (Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

4.7.1. En postopératoire immédiat

Le RLDCP moyen mesuré en postopératoire immédiat était de 1,02 (intervalle de 0,68 à 1,4), ce qui est similaire aux RLDCP moyens en postopératoire immédiat déjà décrits, allant de 0,99 à 1,09 (Tomlinson et al. 1999; Tonks, Tomlinson, Cook 2008; Rollins et al. 2019). De plus, le RDCP moyen de notre étude était de 1,17 en postopératoire immédiat ce qui confirme que la technique chirurgicale mini-invasive avec un contrôle fluoroscopique permet d'obtenir une symétrie du bassin après avoir correctement réduit et fixé la LSI (Tomlinson et al. 1999).

4.7.2. Lors du premier suivi postopératoire

Lors du premier suivi postopératoire, le RLDCP moyen était de 1,02 (intervalle de 0,8 à 1,26), et aucune différence significative n'a été observée entre le RLDCP en postopératoire immédiat et celui calculé lors du premier suivi postopératoire. Nos résultats sont concordants avec ceux qui ont déjà pu être rapportés, confirmant que la réduction est correctement réalisée sous fluoroscopie et permet de maintenir la symétrie du bassin jusqu'à la cicatrisation (Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

4.7.3. Conclusion

Ainsi, notre étude confirme que la technique mini-invasive de réduction et de fixation de l'ASI avec une vis canulée de 2,4 mm en compression sous contrôle fluoroscopique, permet d'obtenir une symétrie du bassin et de la maintenir dans le temps.

4.8. Évolution clinique et récupération fonctionnelle

4.8.1. Récupération postopératoire rapide et durée d'hospitalisation réduite

La réduction et fixation d'une LSI par une technique chirurgicale mini-invasive sous fluoroscopie favorise un retour rapide à l'appui et à l'utilisation du membre ipsilatéral, comme déjà rapporté chez le chien. En effet, il a été documenté que neuf chiens sur treize s'appuyaient sur leur membre seulement un jour après la chirurgie alors qu'ils ne présentaient aucun appui sur ce même membre avant la chirurgie (Tomlinson et al. 1999; Tonks, Tomlinson, Cook 2008).

La durée d'hospitalisation est réduite par l'utilisation d'une technique mini-invasive (Déjardin et al. 2016) et elle était en moyenne de 3,6 jours (intervalle de 1 à 7 jours) dans notre étude. Même si la durée nécessaire à un retour d'appui sur le membre affecté par la LSI n'a pas été déterminée précisément dans notre étude, les patients ont été gardés en hospitalisation jusqu'à ce qu'ils soient aptes à retourner chez leur propriétaire. Cela imposait donc que la gestion de la douleur ne nécessitait plus de molécules analgésiques puissantes comme les morphiniques, que le patient ne présentait pas de difficultés à uriner et à déféquer, qu'il s'alimentait correctement et qu'il était suffisamment capable de se mouvoir. Cette durée d'hospitalisation moyenne de 3,6 jours va donc dans le même sens que ce qui a été précédemment décrit, c'est-à-dire un retour rapide à l'appui et à l'utilisation du membre ipsilatéral à la LSI.

Cependant, la très grande majorité des chats de notre étude présentaient des fractures concomitantes à leur LSI du fait de la rigidité du cadre pelvien (Bird, de Vicente 2020). Or, la présence de fractures concomitantes, et leur réduction chirurgicale ou non, pourrait influencer la durée d'hospitalisation postopératoire et le retour à l'utilisation du membre concerné. Ainsi, de futures études seraient nécessaires afin de comparer la durée du retour à l'appui et l'utilisation du membre affecté, entre des LSI avec des fractures concomitantes non réduites et celles avec des fractures concomitantes réduites chirurgicalement. Cela permettrait d'étudier si le retour à l'appui et l'utilisation du membre concerné est différent ou non. Dans le cas où aucune différence significative ne serait notée

entre les deux groupes, cela attesterait donc que c'est la chirurgie de réduction et de fixation de la LSI qui est bien à l'origine d'un retour rapide à l'utilisation du membre.

4.8.2. Évolution clinique lors du premier suivi postopératoire

Tous les chats opérés, et dont l'examen orthopédique du premier suivi postopératoire était disponible (9 chats), étaient ambulatoires lors du premier suivi réalisé. Pour six d'entre eux, l'examen orthopédique n'a révélé aucune anomalie, alors qu'il révélait une légère modification de la démarche pour deux autres. Le dernier chat présentait quant à lui une boiterie du membre pelvien droit, controlatéral de la réduction de la LSI, associée à une douleur à la manipulation du membre causée par une nécrose aseptique de la tête fémorale, et traitée par la suite chirurgicalement. Ces résultats montrent une récupération fonctionnelle rapide dans une grande majorité des cas, ce qui est similaire à ce qui a été décrit précédemment.

4.8.3. Évolution clinique lors du second suivi postopératoire

Le second suivi postopératoire a été réalisé à l'aide du questionnaire de l'index de douleur musculosquelettique du chat, lors d'un entretien téléphonique avec les propriétaires. Ce questionnaire a été développé pour évaluer la douleur chronique des chats liée à la dégénérescence articulaire et dont les critères ont été validés (Zamprognio et al. 2010; Gruen et al. 2015). Le second suivi postopératoire a été réalisé en moyenne 14 mois après la chirurgie. Tous les chats, sauf un, ont obtenu une valeur d'index de douleur musculosquelettique supérieure ou égale à 0,98, ce qui signifie que la récupération fonctionnelle des cas étudiés est excellente. Les capacités à courir, sauter, jouer et interagir avec les congénères et les propriétaires sont donc normales. Seul un chat a obtenu une valeur très inférieure aux autres chats. Cependant, la valeur était de 0,8, signifiant que la récupération fonctionnelle était quasiment normale. Les propriétaires rapportent surtout des difficultés à sauter vers le haut avec un saut d'une hauteur de plan de travail impossible à atteindre pour le chat. Ce chat avait été amputé avant la survenue de sa LSI. Le report d'appui sur le seul membre pelvien restant, lui-même ayant été affecté par la LSI, peut expliquer les difficultés observées par les propriétaires, notamment lors des sauts en hauteur. Cela explique l'obtention d'une valeur d'index plus faible que celles des autres

chats de l'étude. Aucun chat ne présentait de complications urinaires et digestives liées à une sténose du canal pelvien.

Ainsi, les valeurs d'index obtenues montrent que les chats ayant subi l'intervention chirurgicale décrite dans notre étude, ne présentent pas de douleur à plus long terme et ont une très bonne récupération fonctionnelle.

4.9. Limites de l'étude

4.9.1. Nature rétrospective de l'étude

Comme pour toute étude, des limites ont été identifiées, notamment liées à sa nature rétrospective. En effet, cela a impacté la récolte des données qui auraient été intéressantes à considérer, comme le nombre d'essais pour obtenir un placement correct de la broche de stabilisation temporaire, les difficultés techniques rencontrées précisément au cours de chaque chirurgie, la durée exacte de réduction et de stabilisation de chaque LSI, le temps d'exposition aux rayons X, ou encore la durée précise de retour à l'appui et à l'utilisation du membre ipsilatéral de la LSI.

La nature rétrospective de l'étude ne nous a pas permis de standardiser les images radiographiques réalisées en pré-opératoire, postopératoire immédiat et lors du premier suivi. Cela est à l'origine de variations entre les images radiographiques entre patients mais aussi pour chaque patient, ce qui pourrait avoir créé des erreurs dues à l'obliquité du positionnement du patient lors des radiographies (Rollins et al. 2019). De plus, il nous manquait des radiographies de premier suivi postopératoire pour certains cas, et il aurait été intéressant d'avoir des radiographies prises à la même durée après la chirurgie pour chaque cas.

Enfin, une variation de la technique chirurgicale et de l'expérience entre les deux chirurgiens qui ont pratiqué cette chirurgie pourrait exister, ce qui impacterait également nos résultats (Rollins et al. 2019).

4.9.2. Recours à la fluoroscopie

Le recours à un contrôle fluoroscopique est à la fois une force de la technique chirurgicale décrite car cela permet une meilleure précision de la réduction et de la stabilisation de la LSI (Déjardin et al. 2016), mais aussi une de ses principales limites. En effet, le recours à cette technologie nécessite l'achat de matériel coûteux que toutes les structures vétérinaires ne peuvent pas acquérir, son entretien et le respect des protocoles de radioprotection afin de limiter l'exposition aux rayons X (Tomlinson et al. 1999).

La durée de rayonnement émis lors de chaque procédure n'a pas été enregistrée. Cependant, la fluoroscopie est utilisée dans notre étude uniquement afin de contrôler la réduction et la stabilisation de la LSI, et les dosimètres des manipulateurs n'ont pas révélé de surexposition aux rayons X. Par ailleurs, avec des bonnes pratiques de radioprotection, même le rayonnement absorbé par des chirurgiens endovasculaires, étant très fréquemment exposés aux rayons X, n'excède pas les limites recommandées par la Commission Internationale de Radioprotection (Mehlman, DiPasquale 1997; Ho et al. 2007). Par conséquent, il a été conclu que les avantages de l'utilisation peropératoire de la fluoroscopie l'emportent sur ses risques potentiels (Fischer et al. 2012). De plus, dans notre étude, tout le personnel (y compris les chirurgiens) sort du bloc opératoire dans lequel se situe le mobile de fluoroscopie et se place dans une zone non réglementée lorsque le rayonnement est émis. L'exposition au rayonnement ionisant direct et diffusé est donc très nettement réduite par la méthodologie décrite dans notre étude, ce qui limite grandement les inconvénients du recours à la fluoroscopie.

4.9.3. Bases pour de prochaines études

La réalisation d'une étude prospective permettrait de mieux contrôler le recueil des données afin d'avoir toutes les informations intéressantes souhaitées et de façon standardisée. Il serait aussi possible de faire plus de suivis d'imagerie de l'ensemble des cas à des intervalles de temps réguliers afin de déceler rapidement et précisément une diminution d'ancrage de l'implant, une perte ou une diminution de la réduction de la LSI stabilisée. L'évaluation de la réduction et de l'implantation de la vis n'était pas réalisée au scanner en routine dans la clinique. Cependant, le recours systématique à l'utilisation

d'images scanner pourrait permettre une meilleure précision des mesures notamment pour celles de la réduction et de l'ancrage de la vis (Silveira et al. 2017).

L'objet de notre étude était de décrire et d'évaluer une technique chirurgicale mini-invasive de réduction et de stabilisation de LSI par une vis canulée sans tête de 2,4 mm de diamètre, sous contrôle fluoroscopique chez le chat. Nos résultats sont comparables avec ceux rapportés dans des études antérieures signifiant que la technique décrite et l'implant utilisé sont efficaces dans l'indication d'une LSI. Cependant, il ne s'agit pas d'une étude comparative nous permettant d'affirmer que la vis canulée sans tête de 2,4 mm de diamètre est plus ou moins efficace qu'un autre implant utilisé lors d'une technique chirurgicale identique. Pour cela, deux groupes randomisés auraient été nécessaires, ce qui pourrait faire l'objet de futures études.

CONCLUSION

La LSI est une affection osseuse fréquente du chat traumatisé. De nombreuses techniques chirurgicales ont été développées, mais l'utilisation d'une vis en compression traversant l'ilium et le corps du sacrum au niveau de l'articulation sacro-iliaque, est la technique chirurgicale la plus employée. Cette technique est efficace et montre de bons résultats mais la mise en place de la vis dans une position optimale et fiable s'avère souvent être un challenge pour le chirurgien. Ainsi, le recours à la fluoroscopie dans le cadre du traitement chirurgical d'une LSI avec la mise en place d'une vis en compression a déjà été étudié, et a montré d'excellents résultats chez le chien et dans une moindre mesure chez le chat. En effet, les études s'intéressant à l'utilisation de la fluoroscopie dans le cadre d'une réduction et stabilisation mini-invasive d'une LSI, par une vis en compression, chez le chat dans un contexte clinique et avec un suivi des cas dans le temps, sont manquantes.

Ainsi, l'objet de notre étude était de décrire et d'évaluer une technique chirurgicale mini-invasive de réduction et de stabilisation d'une LSI par une vis canulée sans tête de 2,4 mm de diamètre, en compression, sous contrôle fluoroscopique chez le chat. Notre étude a été réalisée sur 11 chats pour un total de 17 interventions. La réduction obtenue en postopératoire immédiat était de 91% en moyenne et elle était optimale dans 65% des cas. L'ancrage de la vis était en moyenne de 72% en postopératoire immédiat et il était optimal dans 82% des cas. Une diminution de la réduction ainsi qu'une diminution de l'ancrage des vis ont été observées au cours de la cicatrisation, sans qu'aucun lâchage d'implant ne soit cependant recensé. Un seul implant est sorti du corps vertébral de S1 caudalement. L'intervention permet de sécuriser un diamètre du canal pelvien satisfaisant et évitant le développement de signes cliniques associés à une sténose pelvienne. Les résultats fonctionnels à terme sont excellents avec l'utilisation rapide du membre ipsilatéral à la LSI suite à l'intervention chirurgicale.

Il s'agit donc d'une technique utilisable dans le cadre de la réduction chirurgicale d'une LSI chez le chat traumatisé. La technique décrite permet de réduire chirurgicalement la LSI de façon précise et sûre, favorisant une récupération fonctionnelle excellente, qui s'avèrent être des arguments en faveur de l'utilisation de cette technique chirurgicale, quand l'équipement de fluoroscopie est disponible dans la clinique.

Annexe 1 : Questionnaire d'évaluation de l'IDMC.

	0 <i>Pas du tout</i>	1 <i>A peine ou avec beaucoup d'efforts</i>	2 <i>Un peu moins bien que la normale</i>	3 <i>Presque normal</i>	4 <i>Normal</i>	<i>Ne sait pas/non concerné</i>
1- Marche et/ou bouge facilement ?						
2- Court ?						
3- Saut vers le haut (comment et facilement) ?						
4- Saut de la hauteur du plan de travail de la cuisine en un seul essai ?						
5- Saut vers le bas (comment et facilement) ?						
6- Montée des escaliers ou marches ?						
7- Descente des escaliers ou des marches ?						
8- Joue avec des jouets et/ou chasse des objets ?						
9- Joue et interagit avec d'autres animaux ?						
10- Se lève depuis sa position de sieste ?						
11- S'allonge et/ou s'assoit ?						
12- S'étire ?						
13- Fait sa toilette ?						
14- Interagit avec vous et les membres de la famille ?						
15- Tolère être touché et/ou porté ?						
16- Mange ?						
17- Utilise la litière (rentre et sort, s'assoit, recouvre les déjections) ?						
A1- Description de la douleur du chat durant ces 2 dernières semaines ? (/10)	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10					
A2- Description de la douleur aujourd'hui ? (/10)	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10					
B- Traitement antalgique en cours ?	0 ou 1					
C- Autres interventions chirurgicales en lien ?	0 ou 1					
D- Difficultés pour uriner ou déféquer ?	0 ou 1					
E- Satisfaction (/10)	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10					

Annexe 2 : Commémoratifs et anamnèses des cas considérés dans l'étude.

Chat	Sexe	Race	Age (années)	Poids (kg)	Cause	Durée évolution (jours)	Examen orthopédique	Fractures concomitantes
Chat 1	M-	Européen	2	5,27	Indéterminée	1		0
Chat 2	F-	Européen	3,5	4,6	Indéterminée	3		0
Chat 3	M-	Européen	9,5	3,9	AVP	7	Ambulatoire; instabilité du bassin, boiterie MP D de grade 3/5; douleur importante bassin	Fractures pubis
Chat 4	F-	Siamois croisé	5,75	3,9	AVP	1	Non ambulateur; douleur importante bassin	Fractures pubis et ischium
Chat 5	M-	Européen	1,91	4,3	AVP	3		Fractures pubis et ischium
Chat 6	M-	Européen	5,17	3,7	Indéterminée	7	Ambulatoire; boiterie des 2 MP de grade 4/5, douleur importante bassin et hanches	Fractures des 2 branches iliaques et des 2 branches ischiatiques
Chat 7	F	British shorthair	1,33	3,25	AVP	2	Ambulatoire; Suppression d'appui MP G, craquements intermittents tarse G, douleur importante bassin et tarse G	Fracture pubis et ischium D, subluxation talo-calcaneenne G intermittente
Chat 8	F-	Européen	0,75	2,8	AVP	1	Non ambulateur (surpression d'appui des 2 postérieurs); douleur importante bassin et hanches	Fracture iliaque et pubis D
Chat 9	M-	Européen	1,08	5,48	AVP	2	Non ambulateur (surpression d'appui des 2 postérieurs); douleur importante bassin et hanches	Fracture 2 branches pubiennes, branche ischiatique G et tubérosité ischiatique D
Chat 10	F	Européen	Indéterminé	3	AVP	3	Non ambulateur (surpression d'appui des 2 postérieurs); douleur importante bassin, hanches	Fracture pubienne, anomalie congénitale (vertèbre de transition L7)
Chat 11	M-	Européen	2,15	3,8	Chute sévère d'un muret	1	Non ambulateur (surpression d'appui des 2 postérieurs); douleur importante bassin, hanches et phalanges D	Fracture acétabulaire caudale droite, Fracture pubienne gauche et ischiatique droite, Fracture/luxation S2S3 fortement déplacée, Fracture esquilleuses des métatarses II et III droits

M = mâle ; F = femelle ; M/F = mâle/femelle stérilisé(e) ; AVP = Accident de la Voie Publique ; 0 = aucun

BIBLIOGRAPHIE

AVERILL, SM et SCHAEFFER, DJ, 1997. Risk factors associated with development of pelvic canal stenosis secondary to sacroiliac separation: 84 cases (1985-1995). *Journal of American Veterinary Medical Association*. 1997. Vol. 211, pp. 75-78.

BARONE, Robert, 2010. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome premier. Ostéologie*. Editions Vigot.

BARONE, Robert, 2011. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome V. Angiologie*. Editions Vigot.

BARONE, Robert, 2020. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome deuxième. Arthrologie et myologie*. Editions Vigot.

BARONE, Robert et BORTOLAMI, R., 2004. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome VI. Neurologie 1. Système nerveux central*. Editions Vigot.

BENITO, J., DEPUY, V., HARDIE, E., ZAMPROGNO, H., THOMSON, A., SIMPSON, W., ROE, S., HANSEN, B. et LASCELLES, B.D.X., 2013. Reliability and discriminatory testing of a client-based metrology instrument, feline musculoskeletal pain index (FMPI) for the evaluation of degenerative joint disease-associated pain in cats. *The Veterinary Journal*. juin 2013. Vol. 196, n° 3, pp. 368-373. DOI 10.1016/j.tvjl.2012.12.015.

BIRD, Frances G et DE VICENTE, Felipe, 2020. Conservative management of sacroiliac luxation fracture in cats: medium- to long-term functional outcome. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. juin 2020. Vol. 22, n° 6, pp. 575-581. DOI 10.1177/1098612X19867516.

BORER, Luc R., VOSS, Katja et MONTAVON, Pierre M., 2008a. Ventral abdominal approach for screw fixation of sacroiliac luxation in clinically affected cats. *American Journal of Veterinary Research*. avril 2008. Vol. 69, n° 4, pp. 549-556. DOI 10.2460/ajvr.69.4.549.

BORER, Luc R., VOSS, Katja et MONTAVON, Pierre M., 2008b. Ventral abdominal approach for screw fixation of sacroiliac luxation in cadavers of cats and dogs. *American Journal of Veterinary Research*. avril 2008. Vol. 69, n° 4, pp. 542-548. DOI 10.2460/ajvr.69.4.542.

BOWLT, Kelly L. et SHALES, Christopher J., 2011. Canine Sacroiliac Luxation: Anatomic Study of the Craniocaudal Articular Surface Angulation of the Sacrum to Define a Safe Corridor in the Dorsal Plane for Placement of Screws used for Fixation in Lag Fashion: Sacral Craniocaudal Articular Surface Angulation for Screw Fixation. *Veterinary Surgery*. janvier 2011. Vol. 40, n° 1, pp. 22-26. DOI 10.1111/j.1532-950X.2010.00761.x.

BROWN, Greg A., MCCARTHY, Tracey, BOURGEAULT, Craig A. et CALLAHAN, Dennis J., 2000. Mechanical performance of standard and cannulated 4.0-mm cancellous bone screws. *Journal of Orthopaedic Research*. mars 2000. Vol. 18, n° 2, pp. 307-312. DOI 10.1002/jor.1100180220.

BURGER, M., FORTERRE, F. et BRUNNBERG, L., 2004. Surgical anatomy of the feline sacroiliac joint for lag screw fixation of sacroiliac fracture-luxation. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 2004. Vol. 17, n° 03, pp. 146-151. DOI 10.1055/s-0038-1632803.

COLLINGE, Cory A., STERN, Steven, CORDES, Scott et LAUTENSCHLAGER, Eugene P., 2000. Mechanical Properties of Small Fragment Screws: *Clinical Orthopaedics and Related Research*. avril 2000. Vol. 373, pp. 277-284. DOI 10.1097/00003086-200004000-00034.

DECAMP, CE et BRADEN TD, 1985. Sacroiliac fractures-separation in the dog : a study of 92 cases. *Veterinary Surgery*. 1985. Vol. 14, pp. 127-130.

DÉJARDIN, Loïc M., FAURON, Albane H., GUIOT, Laurent P. et GUILLOU, Reunan P., 2018. Minimally invasive lag screw fixation of sacroiliac luxation/fracture using a dedicated novel instrument system: Apparatus and technique description. *Veterinary Surgery*. janvier 2018. Vol. 47, n° 1, pp. 93-103. DOI 10.1111/vsu.12746.

DÉJARDIN, Loïc, MARTURELLO, Danielle, GUIOT, Laurent, GUILLOU, Reunan et DECAMP, Charles, 2016. Comparison of open reduction versus minimally invasive surgical approaches on screw position in canine sacroiliac lag-screw fixation. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. juillet 2016. Vol. 29, n° 04, pp. 290-297. DOI 10.3415/VCOT-16-02-0030.

DYCE, K. M., SACK, W. O. et WENSING, C. J. G., 2002. *Textbook of veterinary anatomy*. Saunders.

FISCHER, A., BINDER, E., REIF, U., BIEL, M., BOKEMEYER, J. et KRAMER, M., 2012. Closed reduction and percutaneous fixation of sacroiliac luxations in cats using 2.4 mm cannulated screws – a cadaveric study. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 2012. Vol. 25, n° 01, pp. 22-27. DOI 10.3415/VCOT-11-05-0074.

FOSSUM, T. W., CHO, Jane, DEWEY, Curtis W., HAYASHI, Kei, HUNTINGFORD, Janice Lynne, MACPHAIL, Catriona M., QUANDT, Jane E., RADLINSKY, MaryAnn G., SCHULZ, Kurt S., WILLARD, Micheal D. et YU-SPEIGHT, Audrey, 2019. Part three : othopedics. In : *Small animal surgery*. 5. Philadelphie : Elsevier. pp. 1092-1095.

GRUEN, Margaret E., GRIFFITH, Emily H., THOMSON, Andrea E., SIMPSON, Wendy et LASCELLES, B. Duncan X., 2015. Criterion Validation Testing of Clinical Metrology Instruments for Measuring Degenerative Joint Disease Associated Mobility Impairment in Cats. THAMM, Douglas (éd.), *PLOS ONE*. 10 juillet 2015. Vol. 10, n° 7, pp. e0131839. DOI 10.1371/journal.pone.0131839.

HAMILTON, Michael H., EVANS, David A. et LANGLEY-HOBBS, Sorrel J., 2009. Feline Iliac Fractures: Assessment of Screw Loosening and Pelvic Canal Narrowing After Lateral Plating. *Veterinary Surgery*. avril 2009. Vol. 38, n° 3, pp. 326-333. DOI 10.1111/j.1532-950X.2009.00500.x.

Headless Compression Screws 4.5 & 6.5 - Depuy Synthes - Catalogue PDF | Documentation technique | Brochure, 2012. [en ligne]. [Consulté le 8 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <https://pdf.medicaexpo.fr/pdf-en/depuy-synthes/headless-compression-screws-45-65/79814-91939.html#open498464>

HEARN, T. C., SCHATZKER, J. et WOLFSON, N., 1993. Extraction strenght of cannulated cancellous bone screws. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 1993. Vol. 7, n° 2, pp. 138-141.

HO, Pei, CHENG, Stephen W.K., WU, P.M., TING, Albert C.W., POON, Jensen T.C., CHENG, Clement K.M., MOK, Joseph H.M. et TSANG, M.S., 2007. Ionizing radiation absorption of vascular surgeons during endovascular procedures. *Journal of Vascular Surgery*. septembre 2007. Vol. 46, n° 3, pp. 455-459. DOI 10.1016/j.jvs.2007.04.034.

KADERLY, Robert E., 1991. Stabilization of Bilateral Sacroiliac Fracture-Luxations in Small Animals with a Single Transsacral Screw. *Veterinary Surgery*. mars 1991. Vol. 20, n° 2, pp. 91-96. DOI 10.1111/j.1532-950X.1991.tb00313.x.

KISSEL, Charles G, FRIEDERSDORF, Scott C, FOLTZ, Douglas S et SNOEYINK, Todd, 2003. Comparison of pullout strength of small-diameter cannulated and solid-core screws. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. novembre 2003. Vol. 42, n° 6, pp. 334-338. DOI 10.1053/j.jfas.2003.09.007.

KUMAR, M. S. A., 2015. *Clinically oriented anatomy of the dog & cat*. Linus Learning.

LANZ, Otto I, 2002. Lumbosacral and pelvic injuries. pp. 14.

LEASURE, Christopher S., LEWIS, Daniel D., SEREDA, Colin W., MATTERN, Kara L., JEHN, Carl T. et WHEELER, Jason L., 2007. Limited Open Reduction and Stabilization of Sacroiliac Fracture-Luxations Using Fluoroscopically Assisted Placement of a Trans-Iliosacral Rod in Five Dogs. *Veterinary Surgery*. octobre 2007. Vol. 36, n° 7, pp. 633-643. DOI 10.1111/j.1532-950X.2007.00315.x.

LEGGON, Robert, LINDSEY, R. W., DOHERTY, B. J., ALEXANDER, J et NOBLE, P, 1993. The holding strenght of cannulated screws compared with solid core screws in cortical and cancellous bone. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 1993. Vol. 7, n° 5, pp. 450-457.

LIEBICH, Hans-Georg et KONIG, Horst Erich, 2020. *Veterinary Anatomy of Domestic Animals*. Thieme.

MEESON, Richard, MRCVS, MA VetMB et CORR, Sandra, 2011. Management of Pelvic Trauma. *R E V I E W*. 2011. pp. 15.

MEHLMAN, CT et DIPASQUALE, TG, 1997. Radiation exposure to the orthopaedic surgical team during fluoroscopy : « How far away is far enough ? » *Journal of Orthopaedic Trauma*. 1997. Vol. 11, pp. 392-398.

MERK, Bradley R., STERN, Steven H., CORDES, Scott et LAUTENSCHLAGER, Eugene P., 2001. A Fatigue Life Analysis of Small Fragment Screws: *Journal of Orthopaedic Trauma*. septembre 2001. Vol. 15, n° 7, pp. 494-499. DOI 10.1097/00005131-200109000-00006.

PARSLOW, A. et SIMPSON, D. J., 2017. Bilateral sacroiliac luxation fixation using a single transiliosacral pin: surgical technique and clinical outcomes in eight cats. *Journal of Small Animal Practice*. juin 2017. Vol. 58, n° 6, pp. 330-336. DOI 10.1111/jsap.12659.

PHILP, Helen, DURAND, Alexane et DE VICENTE, Felipe, 2018. Use of computed tomography to define a sacral safe corridor for placement of 2.7 mm cortical screws in feline sacroiliac luxation. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. juin 2018. Vol. 20, n° 6, pp. 487-493. DOI 10.1177/1098612X17716847.

PRATESI, Andrea, GRIERSON, James et MOORES, Andrew, 2018. Single Transsacral Screw and Nut Stabilization of Bilateral Sacroiliac Luxation in 20 Cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 2018. Vol. 31, n° 01, pp. 044-052. DOI 10.3415/VCOT-17-03-0047.

RADASCH, Robert M., MERKLEY, David F., HOEFLE, William D. et PETERSON, Jack, 1990. Static Strength Evaluation of Sacroiliac Fracture-Separation Repairs. *Veterinary Surgery*. mars 1990. Vol. 19, n° 2, pp. 155-161. DOI 10.1111/j.1532-950X.1990.tb01158.x.

RADECKI, J.-J., AUBERT, B., CORDIER, G. et FRACAS, P., 2007. La mise en œuvre de l'arrêté zonage. *Radioprotection*. octobre 2007. Vol. 42, n° 4, pp. 463-476. DOI 10.1051/radiopro:2007032.

RAFFAN, P. J., JOLY, C. L., TIMM, P. G. et MILES, J. E., 2002. A tension band technique for stabilisation of sacroiliac separations in cats. *Journal of Small Animal Practice*. juin 2002. Vol. 43, n° 6, pp. 255-260. DOI 10.1111/j.1748-5827.2002.tb00068.x.

ROLLINS, Amanda, BALFOUR, Raviv, SZABO, David et CHESVICK, Christina M., 2019. Evaluation of Fluoroscopic-Guided Closed Reduction versus Open Reduction of Sacroiliac Fracture-Luxations Stabilized with a Lag Screw. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. novembre 2019. Vol. 32, n° 06, pp. 467-474. DOI 10.1055/s-0039-1693471.

SHALES, Chris J. et LANGLEY-HOBBS, Sorrel J., 2005. Canine Sacroiliac Luxation: Anatomic Study of Dorsoventral Articular Surface Angulation and Safe Corridor for Placement of Screws Used for Lag Fixation. *Veterinary Surgery*. juillet 2005. Vol. 34, n° 4, pp. 324-331. DOI 10.1111/j.1532-950X.2005.00050.x.

SHALES, Chris J., WHITE, Lindsay et LANGLEY-HOBBS, Sorrel J., 2009. Sacroiliac Luxation in the Cat: Defining a Safe Corridor in the Dorsoventral Plane for Screw Insertion in Lag Fashion. *Veterinary Surgery*. avril 2009. Vol. 38, n° 3, pp. 343-348. DOI 10.1111/j.1532-950X.2009.00509.x.

SHALES, Chris, MOORES, A., KULENDRA, E., WHITE, C., TOSCANO, M. et LANGLEY-HOBBS, S., 2010. Stabilization of Sacroiliac Luxation in 40 Cats Using Screws Inserted in Lag Fashion: Feline Sacroiliac Luxation. *Veterinary Surgery*. mai 2010. pp. no-no. DOI 10.1111/j.1532-950X.2010.00699.x.

SILVEIRA, Francisco, QUINN, Robert, ADRIAN, Anna, OWEN, Martin et BUSH, Mark, 2017. Evaluation of the use of intra-operative radiology for open placement of lag screws for the stabilization of sacroiliac luxation in cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 2017. Vol. 30, n° 01, pp. 69-74. DOI 10.3415/VCOT-15-12-0201.

THOMPSON, Joel D., BENJAMIN, James B. et SZIVEK, John A., 1997. Pullout strenghts of cannulated and noncannulated cancellous bone screws. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1997. N° 341, pp. 241-249.

TOMLINSON, James, 2012. Minimally Invasive Repair of Sacroiliac Luxation in Small Animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. septembre 2012. Vol. 42, n° 5, pp. 1069-1077. DOI 10.1016/j.cvsm.2012.06.005.

TOMLINSON, James L., COOK, James L., PAYNE, John T., ANDERSON, C. Collins et JOHNSON, Jane C., 1999. Closed Reduction and Lag Screw Fixation of Sacroiliac Luxations and Fractures. *Veterinary Surgery*. mai 1999. Vol. 28, n° 3, pp. 188-193. DOI 10.1053/jvet.1999.0188.

TONKS, Catherine A., TOMLINSON, James L. et COOK, James L., 2008. Evaluation of Closed Reduction and Screw Fixation in Lag Fashion of Sacroiliac Fracture-Luxations. *Veterinary Surgery*. octobre 2008. Vol. 37, n° 7, pp. 603-607. DOI 10.1111/j.1532-950X.2008.00414.x.

YAP, Fui W, DUNN, Andrew L, FARRELL, Michael et CALVO, Ignacio, 2014. Trans-iliac pin/bolt/screw internal fixation for sacroiliac luxation or separation in cats: six cases. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. avril 2014. Vol. 16, n° 4, pp. 354-362. DOI 10.1177/1098612X13503650.

ZAMPROGNO, Helia, HANSEN, Bernie D., BONDELL, Howard D., SUMRELL, Andrea Thomson, SIMPSON, Wendy, ROBERTSON, Ian D., BROWN, James, PEASE, Anthony P., ROE, Simon C., HARDIE, Elizabeth M., WHEELER, Simon J. et LASCELLES, B. Duncan X., 2010. Item generation and design testing of a questionnaire to assess degenerative joint disease-associated pain in cats. *American Journal of Veterinary Research*. décembre 2010. Vol. 71, n° 12, pp. 1417-1424. DOI 10.2460/ajvr.71.12.1417.

Mathieu, Tony, Julien JOURDAIN

**TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA LUXATION SACRO-ILIAQUE DU CHAT :
ETUDE CLINIQUE RETROSPECTIVE D'UNE TECHNIQUE MINI-INVASIVE
SOUS FLUOROSCOPIE.**

Thèse d'État de Doctorat Vétérinaire : Nantes, le 12/07/2022

RESUME

La luxation sacro-iliaque (LSI) est une affection osseuse fréquente du chat traumatisé. La technique chirurgicale de référence consiste en la mise en place d'une vis en compression au niveau de l'articulation sacro-iliaque, mais peut s'avérer complexe à mettre en œuvre. Le recours à la fluoroscopie a déjà été étudié chez le chien et le chat mais les études concernant le chat sont manquantes. Ainsi, l'objet de notre étude était de décrire et d'évaluer une technique chirurgicale mini-invasive de réduction et de stabilisation d'une LSI par une vis canulée sans tête de 2,4 mm de diamètre, en compression, sous contrôle fluoroscopique chez le chat. Notre étude a été réalisée sur 11 chats pour un total de 17 interventions chirurgicales. La réduction obtenue en postopératoire immédiat était de 91% en moyenne et elle était optimale dans 65% des cas. L'ancrage de la vis était en moyenne de 72% en postopératoire immédiat et il était optimal dans 82% des cas. Une diminution de la réduction ainsi qu'une diminution de l'ancrage des vis ont été observées au cours de la cicatrisation, sans qu'aucun lâchage d'implant ne soit cependant recensé. Un seul implant est sorti du corps vertébral de S1 caudalement. L'intervention permet de sécuriser un diamètre du canal pelvien satisfaisant et d'éviter le développement de signes cliniques associés à une sténose pelvienne. Les résultats fonctionnels à terme sont excellents avec l'utilisation rapide du membre ipsilatéral à la LSI suite à l'intervention chirurgicale.

MOTS CLES :

- CHAT
- ETUDE RETROSPECTIVE
- CHIRURGIE
- LUXATION
- ARTICULATION SACRO-ILIAQUE

DATE DE SOUTENANCE : 12/07/2022