

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE D'ALFORT

Année 2005

FRACTURES ET LUXATIONS TRAUMATIQUES DE LA COLONNE VERTEBRALE CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES

THESE

pour le

DOCTORAT VETERINAIRE

Présentée et soutenue publiquement

devant

LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

le

par

Vanessa SEIGUE

née le 13 novembre 1978 à Marseille 1^{er} (Bouches-du-Rhône)

JURY

Président : M.

Professeur à la faculté de médecine de CRETEIL

Membres : M. MOISSONNIER

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

M. BLOT

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Président du jury,
Professeur à la faculté de médecine de CRETEIL,
Qui nous a fait l'honneur de présider notre jury de thèse,
Hommage respectueux

A Monsieur Pierre MOISSONNIER,
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,
Qui nous a fait l'honneur de diriger cette thèse.
Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre reconnaissance pour son aide et sa patience.

A Monsieur Stéphane BLOT,
Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter de participer à notre jury de thèse.
Qu'il en soit vivement remercié.

Ainsi que toutes les personnes m'ayant aidée dans la réalisation de ce travail, notamment :

A Madame Françoise DELISLE, Monsieur Dan ROSENBERG, et Monsieur Jean-Laurent THIBAUT,
Qui ont permis la réalisation de ce travail expérimental,
Qu'ils en soient vivement remerciés.

A mes parents, ma famille,
Pour leur amour, leur confiance et leur soutien permanent dans la poursuite d'un rêve d'enfant.
Je leur dédie cette thèse.

A mes amis d'enfance, des Lecques, du lycée, et d'Ecole,
Pour leur amitié si précieuse et tous les bons moments passés et à venir.

ABREVIATIONS

Cn : chien
Ct : chat
NR : non réalisé
AVP : accident de la voie publique
F : femelle
M : male
IU : incontinence urinaire
IF : incontinence fécal
Sh : syndrome de Shiff- shérington
C : vertèbre cervicale
T : vertèbre thoracique
L : vertèbre lombaire
S : vertèbre sacrée
Vert : vertèbre
Min : angle minimum
Max : angle maximum
Id : angle idéal
Lit : angle décrit dans la littérature
TDM : tomodensitométrie
I RM : imagerie par résonance magnétique
SCANN : image tomodensitométrie
?: dossier incomplet

TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION	11
PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DES TRAUMATISMES DE LA COLONNE VERTEBRALE	13
I- Rappels anatomiques de la colonne vertébrale	13
A- Ostéologie du rachis	13
1) Atlas et axis	13
2) Autres vertèbres cervicales	13
3) Vertèbres thoraciques	14
4) Vertèbres lombaires	15
5) Vertèbres sacrées	16
6) Vertèbres coccygiennes	17
B- Les moyens d'union	17
1) Les ligaments	17
a) Les ligaments longs	18
b) Les ligaments courts	19
2) Les muscles	19
C- Les compartiments vertébraux	20
II- Biomécanique de la colonne vertébrale et physiopathologie des traumatismes de la colonne vertébrale	21
A- Rappels biomécaniques de la colonne vertébrale	21
B- Biomécanique des traumatismes vertébraux	21
C- Lésions vertébrales associées à une hyperflexion	22
D- Lésions vertébrales associées à une hyperextension	23
E- Lésions vertébrales associées à une compression	24
F- Lésions vertébrales associées à une rotation et une flexion	25
G- Lésions vertébrales associées à d'autres forces	27
III- Répartition et caractérisation des fractures et des luxations sur la colonne vertébrale	28
A- Répartition des lésions sur la colonne vertébrale	28
B- Particularités des lésions par région	29
1) Particularités des lésions cervicales	29
2) Particularités des lésions thoraciques, thoraco-lombaires et lombaires	29
3) Particularités des lésions lombo-sacrées et sacrées	31
4) Particularités des lésions coccygiennes	32

IV- Diagnostic des lésions vertébrales, choix du traitement	33
A- Examen clinique et gestion médicale de l'urgence	33
B- Intérêt de la radiographie	33
1) Radiographie sans préparation	33
2) Radiographie avec préparation	34
C- Indications et intérêts des autres examens complémentaires	36
1) L'électromyographie	36
2) La tomodensitométrie	36
3) L'imagerie par résonance magnétique	36
D- Indication opératoire	37
1) Stabilisation obligatoire: rachis instable	37
2) Stabilisation rendue obligatoire par le geste neurochirurgical: compression de la moelle	38
3) Instabilité chronique	39
E- Buts de la chirurgie	39
1) Décompresser	39
2) Aligner	40
3) Stabiliser	40
V- Principaux dispositifs de stabilisation et techniques chirurgicales	41
A- Description simplifiée des principaux montages proposés dans la littérature vétérinaire	41
B- Particularités anatomiques et techniques chirurgicales	51
1) Traitement des fractures cervicales	51
2) Traitement des fractures cervico-thoraciques	51
3) Traitement des fractures thoraciques	51
4) Traitement des fractures thoraco-lombaires	51
5) Traitement des fractures lombaires	51
6) Traitement des fractures du sacrum	52
7) Traitement des fractures coccygiennes	52
C- Biomécanique des principaux dispositifs de stabilisation	52
DEUXIEME PARTIE : MODALITES DE MISE EN PLACE DES IMPLANTS	53
I- Objectifs	53
II- Animal, matériel et méthode	54
III- Résultats	55
A- Détermination d'un point d'implantation pour chaque type de montage	55
1) Atlas et axis	55
2) Autres vertèbres cervicales	55
3) Vertèbres thoraciques	56

4) Vertèbres lombaires	56
5) Jonction lombo-sacrée	57
B- Détermination des angles idéaux et des angles limites pour chaque type de montage en coupe transversale moyenne de scanner	58
1) Atlas et axis	58
2) Autres vertèbres cervicales	58
3) Vertèbres thoraciques	63
4) Vertèbres lombaires	56
5) Jonction lombo-sacrée	57
C- Récapitulatif des images de scanner : détermination des angles en coupe crâniale et caudale	77
1) Atlas et axis	77
2) Autres vertèbres cervicales	78
3) Vertèbres thoraciques	81
4) Vertèbres lombaires	85
5) Jonction lombo-sacrée	88
IV- Discussion	89
A- Choix de l'animal	89
B- Choix de la méthode	89
C- Analyse des résultats	89
1) Atlas et axis	89
2) Autres vertèbres cervicales	89
3) Vertèbres thoraciques	90
4) Vertèbres lombaires	91
5) Jonction lombo-sacrée	92

TROISIEME PARTIE : ETUDE RETROSPECTIVE DES CAS AYANT SUBI UN TRAITEMENT CONSERVATEUR OU CHIRURGICAL A L'ECOLE 93

I- Matériel	93
II- Résultats	97
A- Résultats globaux	97
B- Résultats des animaux opérés	101
C- Résultat des animaux ayant subi un traitement médical	106
III- Discussion	108
A- A propos des résultats	108
B- Comparaison avec les autres études rétrospectives	109
C- Conclusion	110

CONCLUSION	111
Références bibliographiques	113
Annexes	117
Table des illustrations	124

Introduction

L'étude des traumatismes de la colonne vertébrale a fait l'objet de multiples publications aussi bien en médecine humaine que vétérinaire. Seules les fractures et les luxations traumatiques chez le chien et le chat seront abordées ici. Les instabilités congénitales ne seront pas discutées dans cette thèse.

Les fractures et luxations traumatiques font généralement suite à des accidents de la voie publique ou à des chutes. Le type et la répartition des lésions varient en fonction du choc. Dans tous les cas, lors d'atteinte neurologique, la prise en charge médicale est identique ; c'est en revanche en ce qui concerne la décision et l'acte opératoire que plusieurs possibilités se présentent. Le but de notre étude est d'enrichir les connaissances anatomiques vétérinaires concernant l'espèce canine, afin d'aider le chirurgien dans son acte thérapeutique : elle a pour objet l'étude des différents implants pour chaque vertèbre.

Dans une première partie bibliographique, nous présenterons donc l'anatomie de la colonne vertébrale, la biomécanique et la physiopathologie des fractures et des luxations vertébrales, le diagnostic et les différents traitements de ces affections. Il s'ensuivra une présentation des différentes techniques chirurgicales.

Dans une seconde partie expérimentale, nous étudierons pour chaque vertèbre et pour chaque montage décrit la mise en place des implants.

Enfin, la troisième partie est une étude rétrospective des cas de fractures et luxations traumatiques traités à l'école nationale vétérinaire d'Alfort.

Première partie : étude bibliographique des traumatismes de la colonne vertébrale

I- Rappels anatomiques de la colonne vertébrale

La colonne vertébrale est constituée par l'assemblage d'une série d'os court, les vertèbres, séparées par un disque intervertébral, et reliées les unes aux autres grâce à des moyens d'union diverses : la capsule articulaire, un ensemble de ligaments et de muscles.

Les vertèbres présentent des différences morphologiques qui correspondent à une spécialisation fonctionnelle; la colonne vertébrale est ainsi divisée en cinq régions : cervicale, thoracique, lombaire, sacrale, coccygienne (2).

Les vertèbres présentent une organisation typique : un corps, un arc vertébral et des reliefs osseux divers, appelés processus; le corps et l'arc vertébral par leur union délimitent le foramen vertébral qui forme le canal vertébral.

Les vertèbres sont en rapport les unes aux autres par des articulations, dont on distingue deux types; l'articulation intercorporéale, qui est une articulation fibrocartilagineuse composée d'un disque ; l'articulation synoviale, qui répond au modèle classique des diarthroses, composée d'un cartilage articulaire et d'une membrane synoviale sécrétant du liquide synovial.

A- Les vertèbres

1) L'atlas et l'axis

Les deux premières vertèbres cervicales, l'atlas et l'axis, présentent des particularités anatomiques et fonctionnelles.

L'atlas s'articule crânialement au crâne et caudalement à l'axis. Ses particularités sont ses processus articulaires crâniens, ses processus transverses larges en forme d'aile, l'absence de processus épineux et la présence d'un corps vertébral très réduit (16).

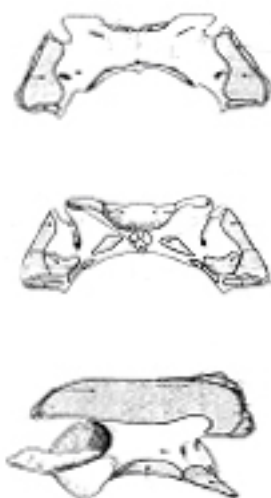


Figure 1: vues dorsale et ventrale de l'atlas, vue latérale de l'axis du chien, d'après BARONE (1)

Le processus épineux de l'axis est particulièrement saillant et sert de point d'ancrage à de nombreux muscles et ligaments. La dent de l'axis, éminence cranio-ventrale, s'emboîte dans l'atlas et représente une structure articulaire. Il s'agit d'une articulation synoviale.



Figure 2: les ligaments atlanto-axiaux, d'après DONE *et al.* (14)

La dent de l'axis est maintenue dans la Fovea dentis grâce au ligament transverse de l'atlas; le ligament apical de la dent et les ligaments alaires solidarisent la dent à l'occiput.

2) Autres vertèbres cervicales

Ces vertèbres sont comparables entre elles; les facettes articulaires sont bien développées. Le corps se raccourcit dans la longueur et s'épaissit dans la largeur. La dernière vertèbre est une vertèbre de transition entre la colonne cervicale et la colonne thoracique: elle ne présente pas de foramen transversaire, mais possède en revanche des fossettes articulaires, recevant la première paire de côtes (1).

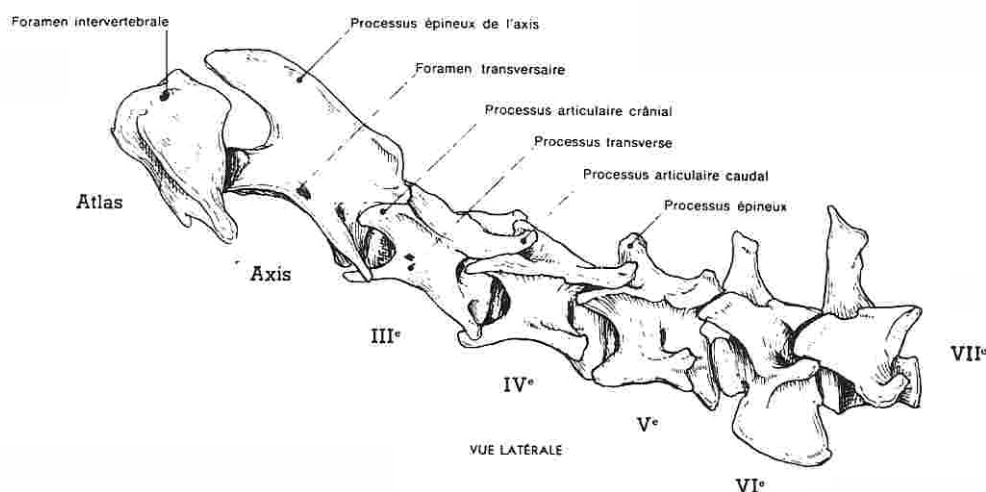


Figure 3: vue latérale de vertèbres cervicales de chien, d'après BARONE (1)

3) Vertèbres thoraciques

Les treize vertèbres thoraciques sont reliées aux côtes par les fovea costales, qui se rejoignent ventralement jusqu'au sternum; les processus épineux sont grands et orientés caudalement pour les dix premières vertèbres thoraciques et changent d'orientation à partir de la onzième vertèbre.

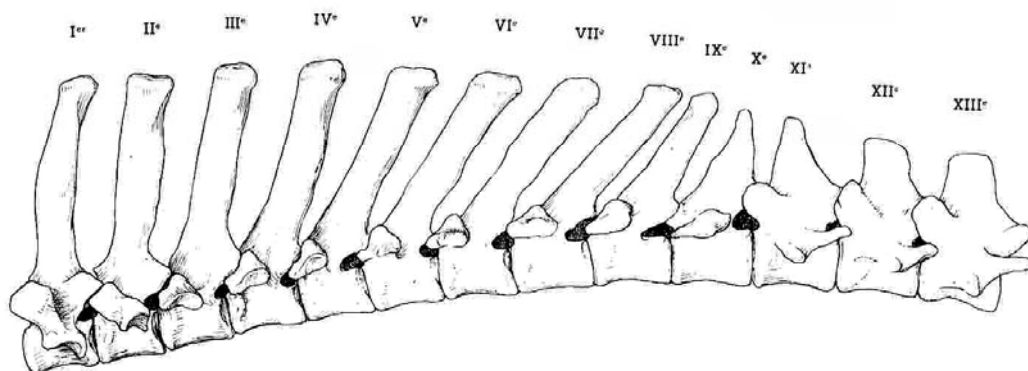


Figure 4: vue latérale de vertèbres thoraciques de chien, d'après BARONE (1)

4) Vertèbres lombaires

Les sept vertèbres lombaires ont un processus épineux plus court que les vertèbres thoraciques ; les processus transverses s'allongent légèrement et prennent une orientation ventro-craniâle. La dernière vertèbre fait partie de la jonction lombo-sacrée; le processus épineux est de taille plus réduite et de forme plus triangulaire que la sixième vertèbre lombaire.

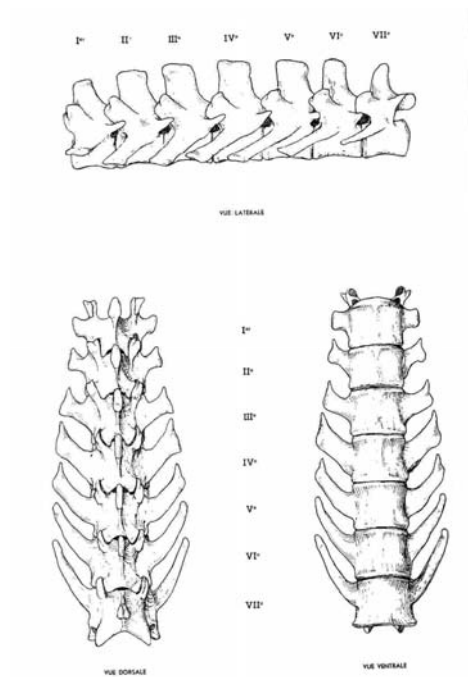


Figure 5: vues latérale, dorsale et ventrale de vertèbres lombaires de chien, d'après BARONE (1)

5) Vertèbres sacrées

Le sacrum est formé par la fusion des trois vertèbres sacrées; il est aplati dorso-ventralement, élargi crânialement et rétréci à son apex, l'extrémité caudale. La face dorsale porte sur le plan médian la crête sacrale, résultant de la fusion des processus épineux. Les processus mamillo-articulaires ont fusionné en une crête sacrale intermédiaire. Deux foramens sacraux s'ouvrent de part et d'autre de cette crête en face dorsale et en face ventrale.

Le sacrum s'articule crânialement à la dernière vertèbre lombaire par un disque fibreux et caudalement à la première vertèbre coccygienne. Il s'unit latéralement aux os coxaux pour constituer le bassin (1).

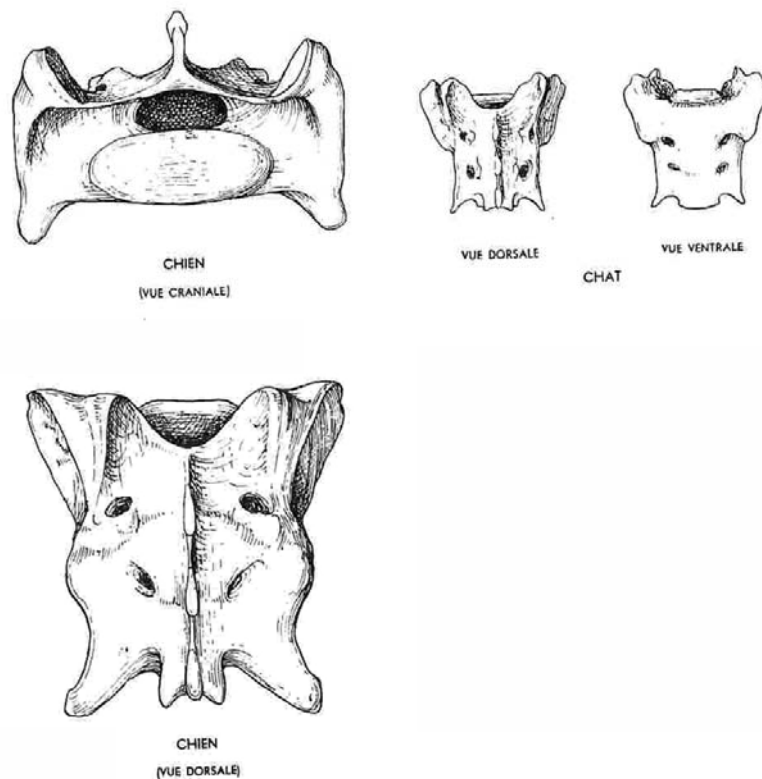


Figure 6: Os sacrum du chien et du chat, d'après BARONE (1)

6) Vertèbres coccygiennes

On en compte généralement une vingtaine chez le chien et le chat; leur forme varie de la première à la dernière: les processus et le foramen vertébral tendent à disparaître.

B- Les moyens d'union

1) Les ligaments

Ce sont des formations anatomiques peu élastiques ; ils sont nombreux et comprennent : les ligaments longs et les ligaments courts.

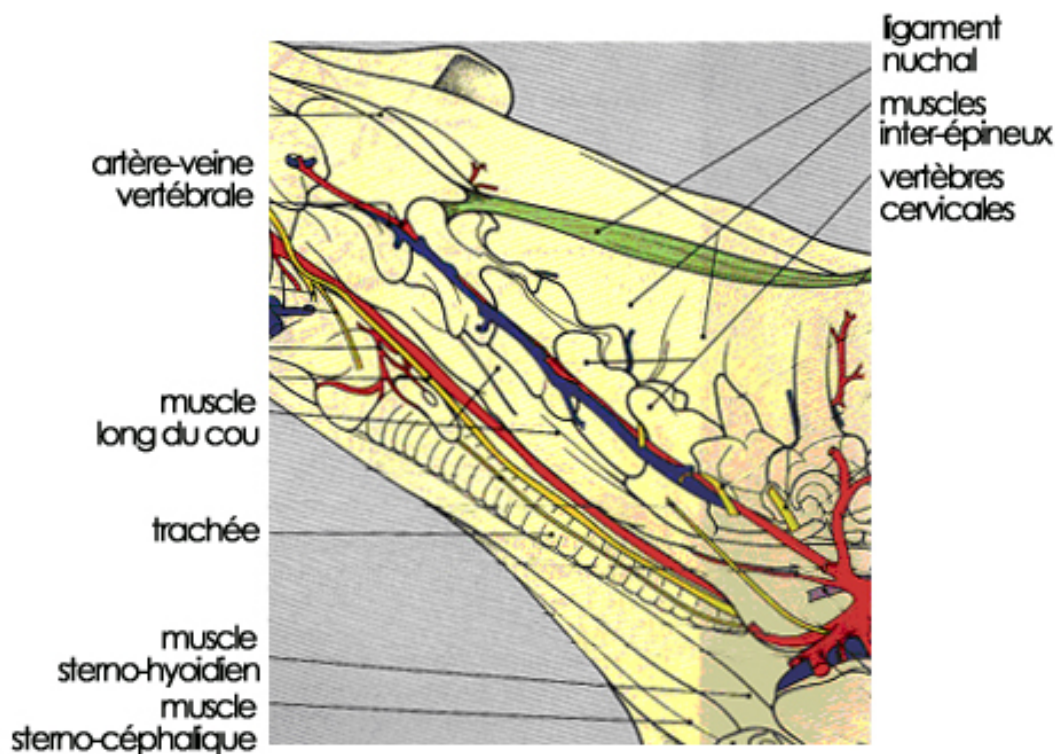


Figure 7: colonne vertébrale cervicale, d'après DONE *et al.* (14)

a- les ligaments longs :

- Le ligament longitudinal ventral est peu développé en région cervicale où il est recouvert par le muscle long du cou. Il repose sur la face ventrale des corps vertébraux et s'étend de l'axis au sacrum.
- Le ligament longitudinal dorsal couvre le plancher du canal vertébral ; il se rétrécit au milieu du corps vertébral et s'élargit en regard de chaque espace intervertébral. Il s'étend de l'axis aux dernières vertèbres coccygiennes.
- Le ligament nuchal prend attache sur la partie caudale du processus épineux de l'axis et s'étend jusqu'au processus épineux des premières vertèbres thoraciques; il est prolongé par le ligament supra-épineux. Il est composé d'une corde et d'une lame, celle-ci jouant un rôle majeur dans la biomécanique du rachis cervical.
- Le ligament supra-épineux s'insère sur les processus épineux de chaque vertèbre depuis la première vertèbre thoracique jusqu'à la troisième vertèbre coccygienne.

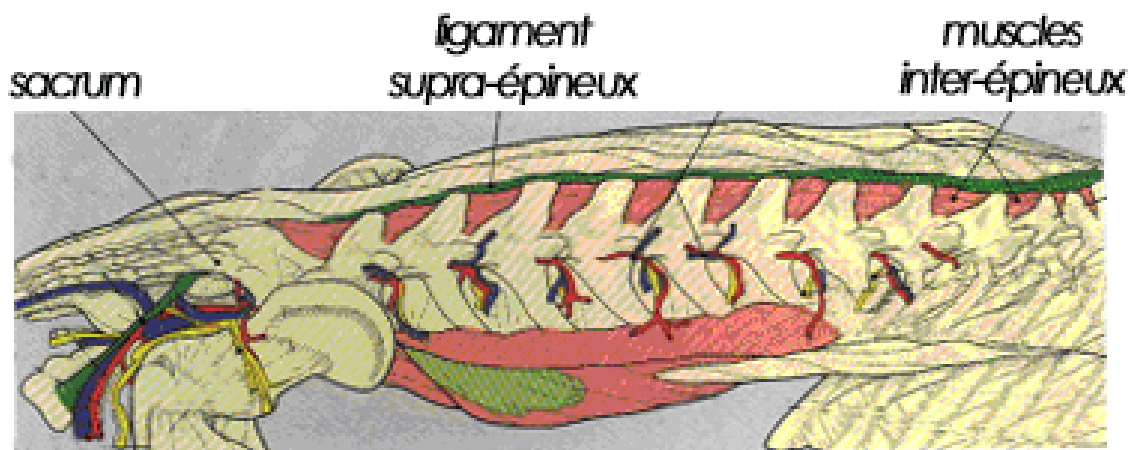


Figure 8: les ligaments en région lombo-sacrée, d'après DONE *et al.* (14)

b- les ligaments courts :

- Le ligament de la tête de la côte et le ligament inter-capital unissent les têtes de côte au disque ou à la côte de l'autre côté de la vertèbre.
- Les ligaments inter-épineux et inter-transversaire sont situés entre les processus correspondant; ils sont quasi-absents en région cervicale.
- Le ligament jaune, ou ligament inter-arc, est une lame fibreuse unissant les lames de vertèbres adjacentes; il est en continuité avec les capsules enveloppant les processus articulaires.

2) Les muscles

Ils sont divisés en muscle épiaxiaux et hypoaxiaux, selon s'ils s'insèrent ventralement ou dorsalement au rachis. Parmi les muscles épiaxiaux, on distingue le groupe musculaire ilio-costal, le groupe musculaire longissimus et le groupe musculaire transverso-épineux (Evans).

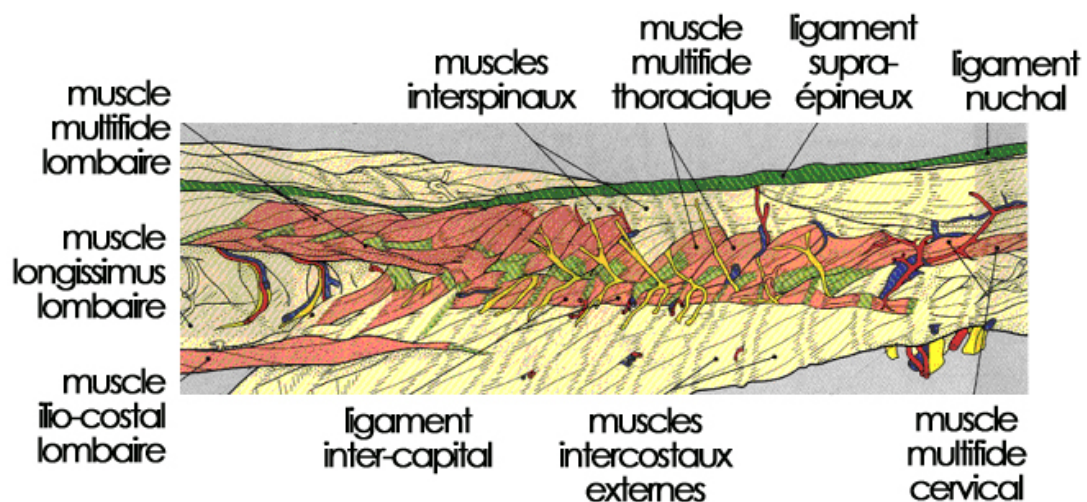


Figure 9: les muscles en région thoracique, d'après DONE *et al.* (14)

C- Les compartiments vertébraux

Il s'agit en fait de diviser une vertèbre et ses moyens d'union en différents compartiments, selon des repères anatomiques précis; d'après DENIS (12), HOLDSWORTH avait établi une classification où il divisait la colonne vertébrale en deux compartiments :

- le compartiment ventral comprend le disque et le corps vertébral
- le compartiment dorsal comprend tous les éléments dorsaux au ligament longitudinal dorsal

DENIS (12) introduit un 3^o compartiment et définit :

- le compartiment ventral comprend le ligament longitudinal ventral, la partie ventrale du noyau fibreux et de la partie ventrale du corps vertébral ;
- le compartiment moyen ou 3^o compartiment comprend le ligament longitudinal dorsal, la partie dorsale du noyau fibreux et la partie dorsale du corps vertébral ;
- le compartiment postérieur ou dorsal comprend les facettes articulaires, les pédicules, la lamina, le processus épineux, l'arc dorsal et tous les ligaments dorsaux.

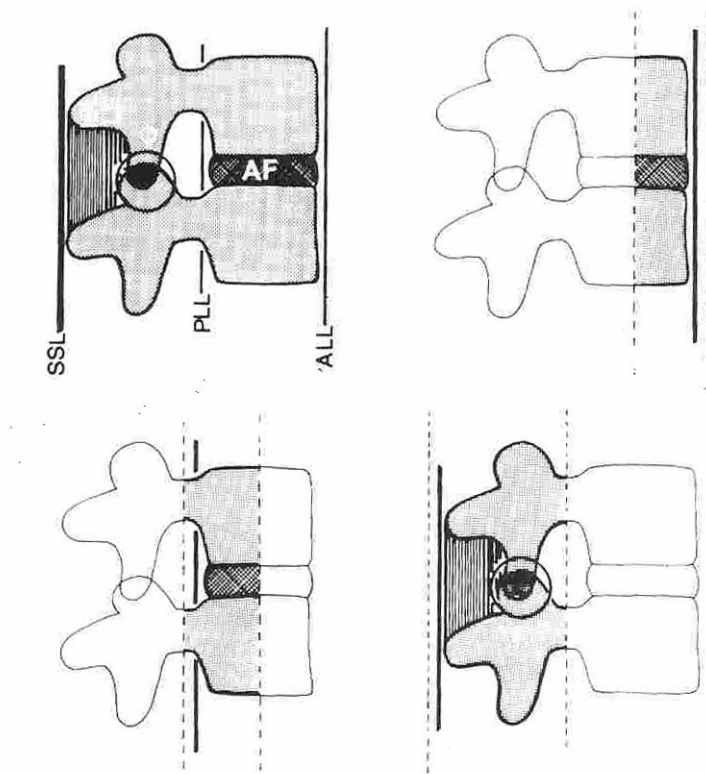


Figure 10: théorie des 3 compartiments, d'après DENIS(12); schéma des deux compartiments selon HOLDSWORTH, représentation des compartiments ventral, moyen et dorsal selon DENIS.
AF : Annulus Fibrosus, ALL : Anterior Long Ligament, PLL : Posterior Long Ligament

Cette notion de compartiment nous aidera à caractériser les lésions vertébrales.

II. Biomécanique de la colonne vertébrale et physiopathologie des traumatismes de la colonne vertébrale

A- Rappels biomécaniques de la colonne vertébrale

Une bonne compréhension des contraintes mécaniques au repos et pendant la locomotion permet une approche plus complète de la pathologie et de la thérapeutique.

Si certains ont tenté de comparer l'édifice rachidien à un pont, c'est le modèle de l'arc et de la corde qui prévaut aujourd'hui. Ce modèle décrit le rachis comme une série d'éléments rigides et viscoélastiques (les vertèbres et les disques intervertébraux), qui constituent un arc à courbe variable. Cet arc est stabilisé en permanence par un ensemble de ligaments et subit l'action de trois groupes de « cordes » musculaire (6).

La stabilité vertébrale est la qualité grâce à laquelle les pièces vertébrales peuvent maintenir leur cohésion dans toutes les positions physiologiques du corps, au repos comme en mouvement. La stabilité vertébrale est assurée par l'action concomitante des ligaments et du disque intervertébral, mais elle dépend aussi de l'action des muscles, du poids du segment sous-jacent, et en région thoracique et lombaire des forces issues de la pression intracavitaire thoraco-lombaire (VIGUIER, 1996).

Chez le chien, les mouvements de flexion/extension sont les plus importants et la structure de la colonne vertébrale est particulièrement adaptée à ces mouvements.

L'os possède un coefficient d'élasticité plus important en compression qu'en tension, résistant ainsi mieux à la compression qu'à la tension; en ce qui concerne les tissus mous, c'est l'inverse. Ainsi, lors de flexion de la colonne vertébrale, le compartiment ventral, principalement composé du corps vertébral, s'adapte mieux aux forces compressives, et le compartiment dorsal, avec les différents ligaments spinaux, résiste mieux aux forces de tension (4).

En clinique la notion de stabilité vertébrale disparaît lorsque les déplacements dépassent les limites physiologiques des mouvements et qu'il apparaît une affection nerveuse.

B- Biomécanique des traumatismes vertébraux

Une fracture se définit comme la rupture d'un élément squelettique de nature osseuse ou cartilagineuse. Une fracture peut toucher n'importe quelle partie de la vertèbre.

Une luxation est une affection articulaire qui se caractérise par un déplacement permanent des surfaces articulaires, qui ont perdu complètement les rapports qu'elles entretiennent habituellement.

Une subluxation est une luxation incomplète où les surfaces articulaires préservent quelques contacts.

Il est important de connaître la biomécanique des lésions, afin de pouvoir évaluer si elles sont stables ou instables et en outre, si cette lésion est instable, à quel type de montage va-t-on avoir recours pendant la chirurgie.

Lors d'un mouvement physiologique, la colonne vertébrale est sujette à des forces intrinsèques, provenant de la musculature, ainsi qu'à des forces extrinsèques, telles que les cisaillements, la compression axiale, ou encore la rotation axiale, dépendant des mouvements de l'animal.

La nature et la sévérité des traumatismes vertébraux dépendent de l'interaction entre les caractéristiques physiques de la colonne vertébrale et les caractéristiques de la force responsable du trauma (4).

On peut classer les différentes lésions en fonction des forces responsables des fractures et des luxations, c'est à dire en hyperflexion, hyperextension, compression, ou rotation.

C- Lésions vertébrales associées à une hyperflexion :

D'après BOJRAB et BLOOMBERG (4), 50% des fractures vertébrales sont dues à des lésions en hyperflexion. Ce sont des traumatismes bien plus courant que ceux liés à des forces en extension et souvent responsables de lésions neurologiques (43).

Cette hyperflexion entraîne une compression ventrale des corps vertébraux et une distension des ligaments dorsaux; les ligaments résistant mieux à la tension que les corps vertébraux à la compression, on assiste à des fractures compressives du corps vertébral. Le compartiment dorsal est souvent épargné (45).

Une extrusion du nucleus pulposus à l'intérieur du canal est possible.

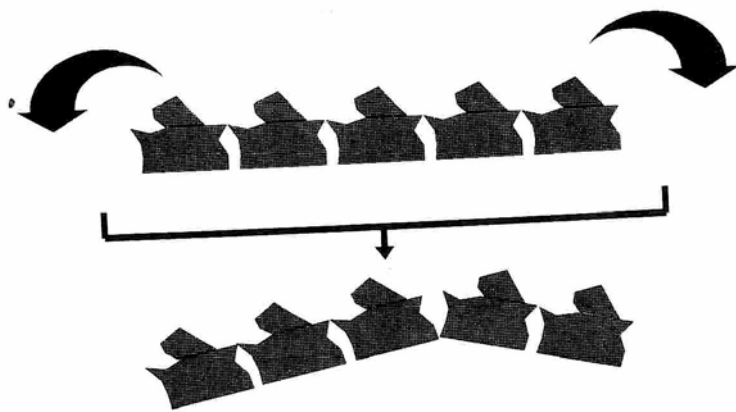


Figure 11: fracture en hyperflexion, d'après SHORES (42)

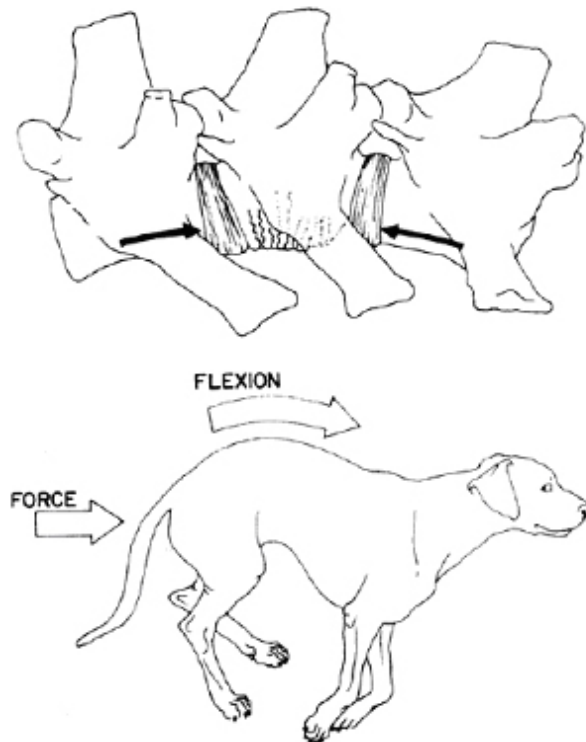


Figure 12: biomécanique d'une fracture vertébrale en flexion, d'après BOJRAB et BLOOMBERG (4)

D- Lésions vertébrales associées à une hyperextension

Elles résultent d'un choc appliqué sur le dos de l'animal; si la force est suffisamment grande, elle peut provoquer un déchirement du ligament longitudinal ventral, ainsi que de l'annulus fibrosus, et une expulsion ventrale du nucleus pulposus. Cependant, les ligaments dorsaux sont généralement préservés. Si la force appliquée provoque uniquement une hyperextension, la lésion est en général stable et un traitement conservateur est indiqué (42). Quand une force compressive s'ajoute, une fracture des facettes articulaires et du corps vertébral peut apparaître, conditionnant alors une lésion instable.

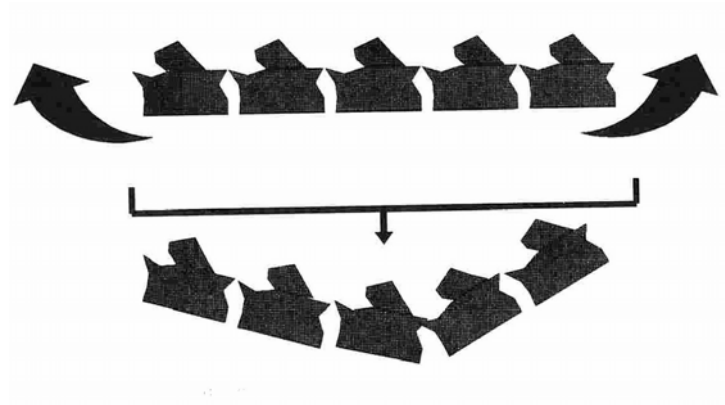


Figure 13: fracture en hyperextension, d'après SHORES (42)

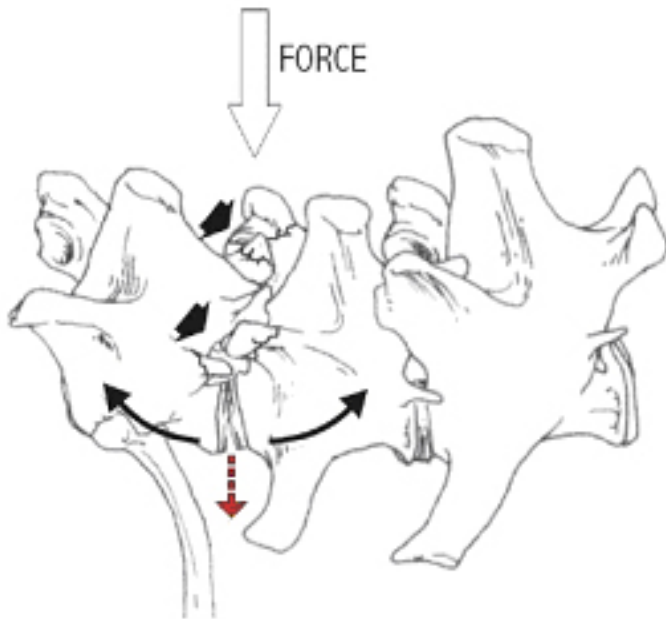


Figure 14: biomécanique d'une fracture vertébrale en extension, d'après PETIT-ETIENNE (36)

E- Lésions vertébrales associées à une compression

Ces lésions ont lieu lorsque la force appliquée est parallèle à l'axe de la colonne vertébrale. Les contraintes sont transmises aux disques intervertébraux, ainsi qu'aux corps vertébraux. Le disque va absorber une grande partie de l'énergie jusqu'au maximum de contrainte, puis l'os va se fracturer. Si les forces sont purement compressives, il en résulte une fracture comminutive, dite par tassement. Cette fracture est relativement stable si le compartiment dorsal reste intact, mais des fragments d'os, ou de disque intervertébral peuvent faire protrusion dans le canal médullaire, ainsi responsables de lésions neurologiques (45).

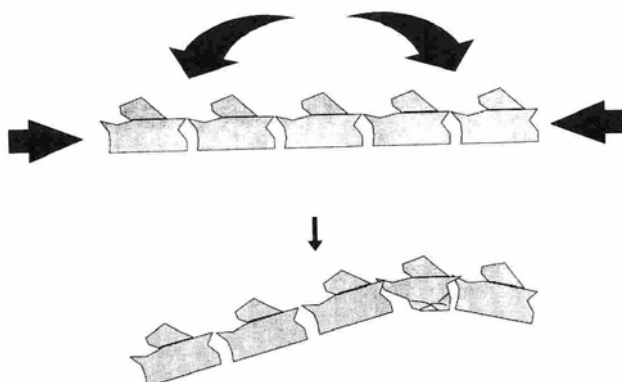


Figure 15: fracture en compression, d'après SHORES (42)

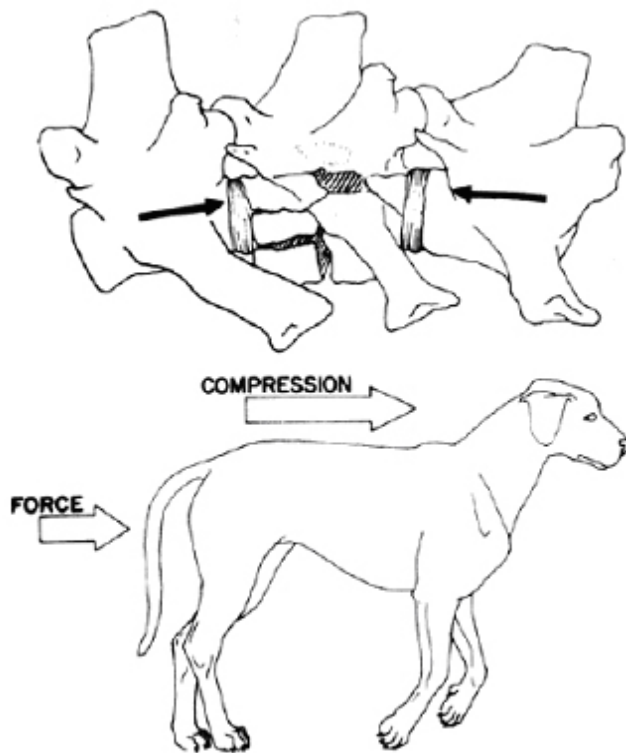


Figure 16: biomécanique d'une fracture vertébrale comminutive d'après BOJRAB et BLOOMBERG (4)

F- Lésions vertébrales associées à une rotation et une flexion

Les forces de torsion pure n'existent pas, elles sont couplées à des forces de flexion. Les tissus mous sont particulièrement vulnérables aux forces de torsion. L'anatomie et l'orientation des facettes articulaires changent selon les vertèbres, ce qui influe sur la nature et la répartition des lésions le long de la colonne. Au niveau cervical, les facettes sont larges et horizontales. En ce qui concerne la colonne thoracolombaire, les facettes articulaires sont petites et articulées verticalement, et ont donc plus tendance à se fracturer quand elles sont soumises à une force en rotation.

Cette combinaison provoque couramment des instabilités, se traduisant par des subluxations, des luxations ou encore des fractures.

Lorsque la composante principale est la torsion, la lésion résultante est généralement une fracture/ luxation avec fracture des processus articulaires. En revanche, lorsque la composante principale est la flexion, la lésion résultante est une subluxation, une luxation ou un tassement du corps vertébral.

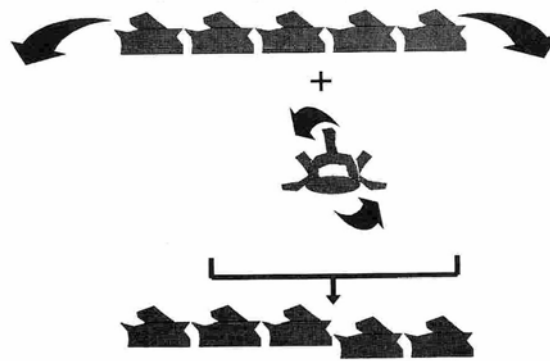


Figure 17: luxation vertébrale suite à une flexion (composante principale) et rotation, d'après SHORES (42)

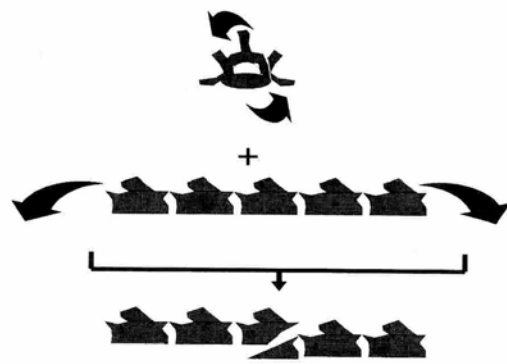


Figure 18: fracture/ luxation suite à une rotation (composante principale) et flexion, d'après SHORES (42)

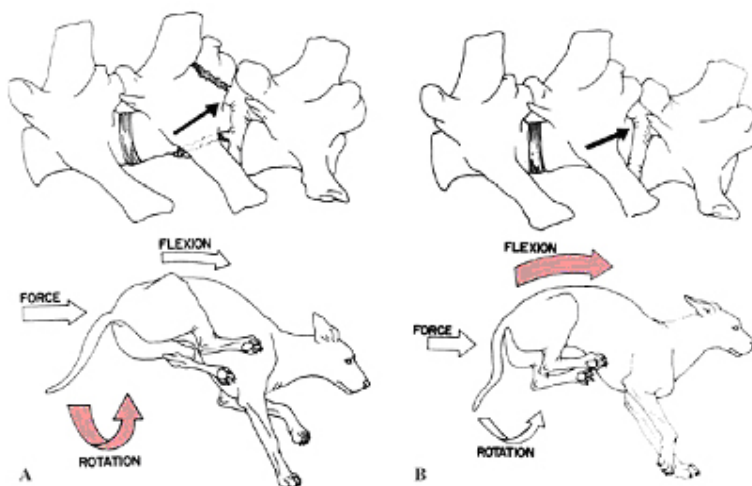


Figure 19: biomécanique des fractures vertébrales associées à une rotation, d'après BOJRAB et BLOOMBERG (4)

A : fracture/ luxation, avec une rotation (composante principale) et flexion

B : luxation, avec une flexion (composante principale) et rotation

G- Les lésions vertébrales associées à d'autres forces

SHORES *et al.* (41) parlent de fracture transverse lorsqu'il y a avulsion du processus articulaire. Ces fractures peuvent résulter de n'importe quelle force. Il s'agit d'une fracture stable : le corps vertébral n'est jamais touché, le déplacement est toujours minimal. Les parties de la vertèbre touchées sont le compartiment dorsal, les processus épineux, les processus transverses, et les processus articulaires.

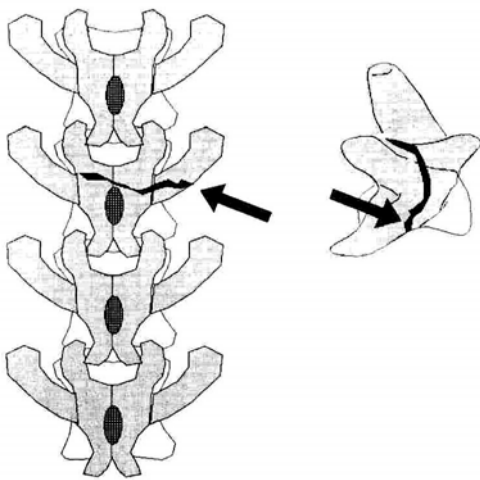


Figure 20: fracture transverse, d'après SHORES (42)

Un traumatisme direct peut créer une lésion n'importe où sur la colonne vertébrale, mais en général, ce sont les parties superficielles qui sont atteintes, comme les processus épineux ou les processus transverses.

Les lésions causées par les armes à feu peuvent toucher n'importe quel endroit de la vertèbre; selon la localisation et la sévérité de la lésion, on observera des déficits neurologiques (4).

Une autre classification est possible, en fonction du degré de déplacement de la vertèbre, de la localisation et de la nature de la lésion. On remarque donc en étudiant l'étiopathogénie des lésions à quel point les fractures sur une même vertèbre peuvent être diverses.

III- Répartition et particularités des fractures et des luxations sur la colonne vertébrale

Si la colonne était constituée d'éléments similaires, les forces appliquées en un endroit de la colonne vertébrale devraient se répartir de façon uniforme le long de cette colonne; or les segments plus rigides comme le squelette, la colonne thoracique et le sacrum, empêchent la répartition équitable des forces; celles-ci se concentrent sur les zones mobiles du squelette, spécialement au niveau des zones de transition (45, 28).

De nombreuses études ont montré que les fractures et luxations vertébrales ont lieu à la jonction entre un segment mobile et un segment rigide du squelette. Ces jonctions concernent la région atlanto-axiale, la région thoraco-lombaire, et la région lombo-sacrée.

A- Répartition des lésions sur l'ensemble de la colonne vertébrale

FEENEY et OLIVER (18), dans leur étude rétrospective portant sur 121 cas, observent 57% de luxations et 60% de fractures, sachant que les deux lésions peuvent être concomitantes. Ils constatent que 20,3 % des luxations arrivent sans fracture concomitante.

Afin d'avoir un nombre de cas encore plus grand et des pourcentages encore plus significatifs, il nous a paru intéressant de cumuler l'ensemble des résultats obtenus sur chaque étude. Cependant, seules les études de MCKEE (28), SELCER (40) et FEENEY et OLIVER (18) sont comparables car ils ont étudiés la répartition des lésions sur l'ensemble de la colonne. PATTERSON et SMITH (35) se sont limités à la colonne thoracolombaire, et TURNER (49) n'a étudié que la colonne lombaire.

En regroupant les études de MCKEE (28), SELCER (40), FEENEY et OLIVER (18), on obtient 287 lésions; les lésions des jonctions ont été réparties équitablement de part et d'autre de la jonction.

La répartition des lésions fait apparaître:

- 12,9% des lésions sont cervicales ;
- 30,7% des lésions sont thoraciques ;
- 42,8% des lésions sont lombaires ;
- 13,6% des lésions sacrales.

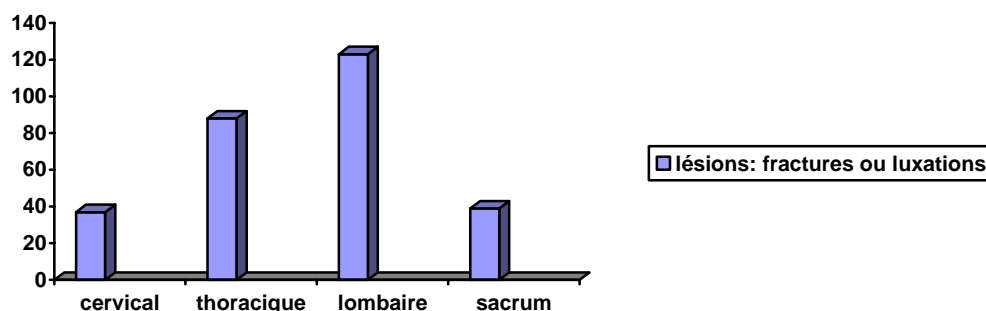


Figure 21: répartition des lésions sur la colonne vertébrale

FEENEY et OLIVER (18) montrent que le site anatomique le plus souvent fracturé est le corps vertébral, devant les processus transverses et les processus articulaires. En cas de luxation,

sans fracture associée, il constate que ce sont les processus articulaires qui sont le plus souvent fracturés.

B- Particularités des lésions par région

1) Particularités des lésions cervicales

La plupart des lésions cervicales se situent sur l'atlas et sur l'axis; ces deux vertèbres, qui présentent une anatomie et une articulation particulières sont sujettes à l'instabilité. L'axis est le site le plus touché pour les fractures, en particulier au niveau de la dent ou du corps (45).

Des études ont montré que les fractures et luxations de la région cervicale caudale sont rares, en partie grâce à l'importante musculature qui recouvre et stabilise les vertèbres. Quand ces lésions ont lieu, il s'agit d'une subluxation, avec déplacement des facettes articulaires, suite à l'application de force en flexion et rotation ou de force en compression, comme c'est le cas lors de morsure.

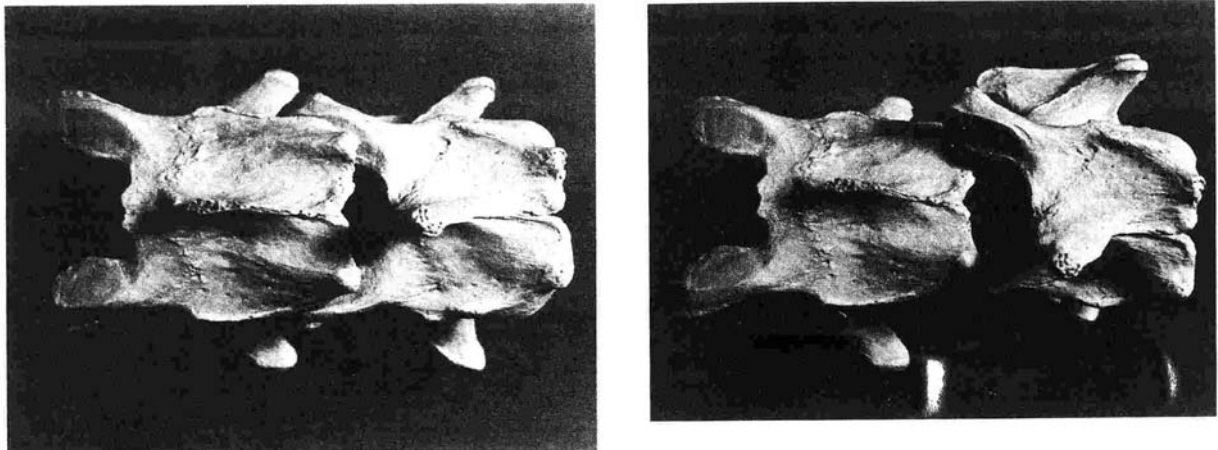


Figure 22 : configuration normale de deux vertèbres cervicales et luxation avec déplacement des facettes, d'après BOJRAB et BLOOMBERG (4)

Le tableau clinique des fractures vertébrales cervicales est souvent limité à une cervicalgie et une diminution de la proprioception. Cela s'explique par le fait que d'une part, les animaux souffrant de fractures vertébrales cervicales très déplacées meurent d'un arrêt respiratoire par destruction des centres respiratoires localisés dans le tronc cérébral, avant d'avoir été présenté en consultation. D'autre part, le canal vertébral à cet endroit est très large, il faut donc une protrusion très importante dans le canal pour que la moelle épinière soit comprimée (45). Ainsi les animaux atteints d'une lésion cervicale conservent souvent la sensibilité douloureuse (17).

2) Particularités des lésions thoraciques, thoraco-lombaires et lombaires

C'est la région la plus touchée par les fractures et les luxations, spécialement la région lombaire. D'après une étude (4) portée sur 121 animaux atteints de fracture et, ou de luxation de la colonne vertébrale, les lésions thoraciques touchaient 22,6% des chiens, 19,2% des chats, et les lésions lombaires touchaient 39,1% des chiens et 30,8% des chats. En revanche, aucun site privilégié n'a été noté au sein de la colonne lombaire.

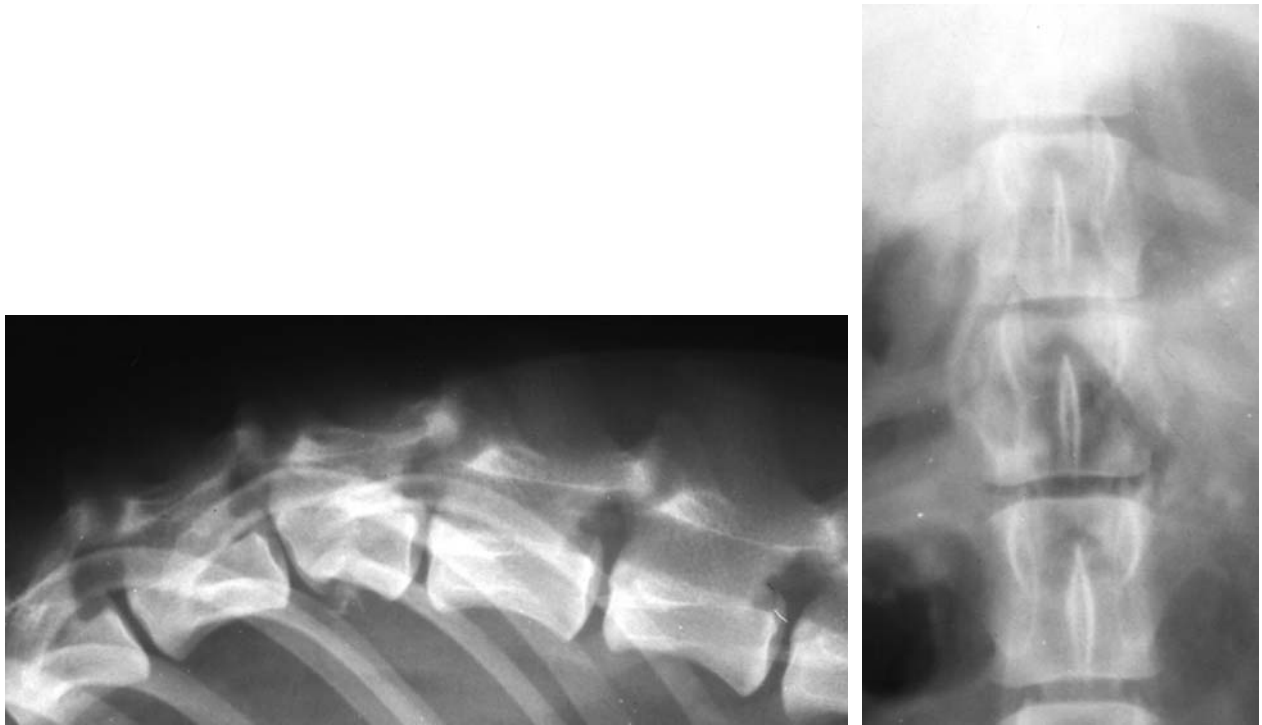


Figure 23 : radiographies de profil et de face, montrant une fracture de la treizième vertèbre thoracique, d'après le service d'imagerie de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Plus récemment, des études rétrospectives ont prouvé que la colonne lombaire était la plus touchée (35), mais qu'aucune vertèbre n'était statistiquement plus touchée qu'une autre dans cette région (49).

SELCER (40) a mené une étude sur 211 cas, chiens et chats atteints de fractures et, ou de luxation de la colonne vertébrale. Sur les 211, 106 animaux, soit 50,2% étaient atteints au niveau de la colonne lombaire. Il constate également que les statuts neurologiques des animaux touchés en région thoracique et lombaire sont en général plus graves que les animaux touchés en région cervicale.

MCKEE (28) réalise une étude rétrospective sur 51 cas, et montre que la majorité des fractures touche la colonne lombaire, et la majorité des luxations, qu'elles soient seules ou associées à des fractures, touche la colonne thoraco-lombaire.

La colonne thoracique est moins touchée que la colonne lombaire ; pourtant elle ne paraît pas particulièrement immobile, mais semble être abritée par la cage thoracique (6). De plus, les fractures crânielles et moyennes de la colonne thoraciques paraissent plus stables (4). En région thoraco-lombaire, le canal rachidien est très étroit, ainsi la moelle est plus sujette aux compressions qu'en région cervicale, ce qui explique que les lésions neurologiques soient plus importantes.

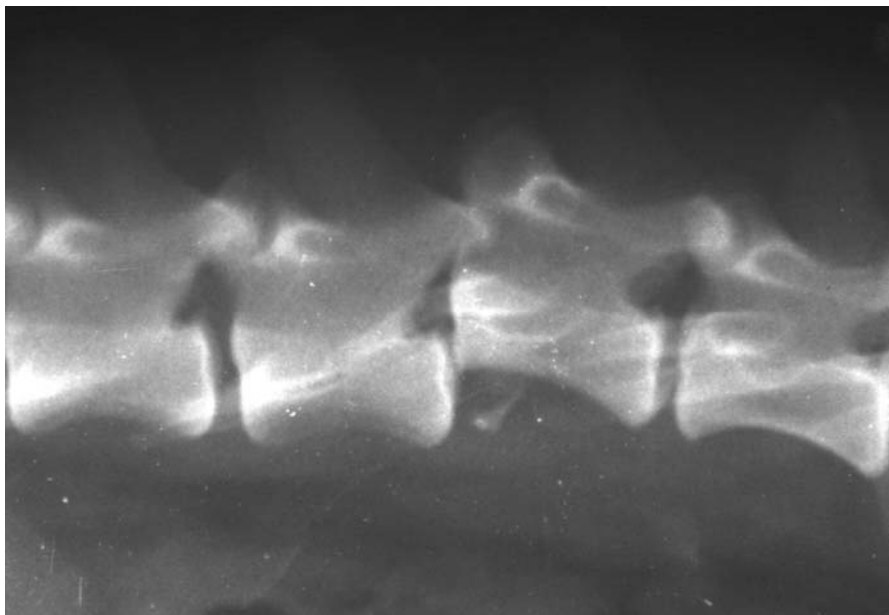


Figure 24: radiographie de profil montrant une luxation des quatrième et cinquième vertèbres lombaires, d'après le service d'imagerie de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Quand la lésion est en région thoraco-lombaire, la majorité des animaux conserve encore une nociception. De la première thoracique à la cinquième lombaire, un déplacement inférieur à 60% du canal médullaire reste compatible avec une conservation de la nociception au niveau des postérieurs (17).

3) Particularités des lésions lombo-sacrées et sacrées

Cette région présente deux particularités anatomiques, l'une relative à la moelle épinière et l'autre au sacrum.

La terminaison de la moelle épinière est en partie caudale de la colonne lombaire, mais cela est variable en fonction de l'espèce et du format de l'animal. Elle se poursuit par la queue de cheval jusque dans les dernières vertèbres coccygiennes. Ainsi, sur deux chiens de taille différente, ayant une même lésion lombaire caudale, on peut remarquer des statuts neurologiques différents.



Figure 25 : radiographie de profil, montrant une fracture de la sixième vertèbre lombaire, d'après le service d'imagerie de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Le syndrome queue de cheval regroupe l'ensemble des symptômes pouvant apparaître lors d'une perturbation de la conduction dans les racines issues de la portion terminale de la moelle épinière.

Une force en flexion appliquée sur le bassin provoque une lésion caractéristique : une fracture oblique du corps de L6 ou de L7, une luxation et un déplacement cranio-ventral du sacrum et du bassin, responsable souvent d'un syndrome queue de cheval.

Du fait de la plus grande résistance de la queue de cheval aux chocs, par rapport à la moelle épinière, des lésions avec des déplacements importants et des compressions conséquentes sont nécessaires pour avoir des conséquences neurologiques. Ainsi un déplacement de 60 à 70% du canal rachidien reste de bon pronostic. En effet, tout déplacement de cette région entraînera non pas une compression de la moelle épinière, mais un étirement des racines nerveuses et une compression radiculaire (51).

Une fracture sacrale peut être à l'origine de troubles neurologiques lorsque la fracture touche les foramens intervertébraux et touchent les racines. En revanche une disjonction sacro-iliaque ou une fracture des processus transverses des vertèbres sacrées affecte rarement les racines nerveuses.

Dans leur étude rétrospective portant sur 121 cas, FEENEY et OLIVER (18) constatent que la région sacrée est plus touchée par les lésions vertébrales chez le chat que chez le chien.

4) Particularités des lésions coccygiennes

Ce sont souvent des lésions par arrachement, où l'on observe une luxation importante des vertèbres coccygiennes; elles peuvent aussi résulter de chocs violents à cet endroit précis: un animal qui a la queue coincée dans une porte, ou qui se fait rouler sur la queue.

Nous venons de voir la physiopathologie et la répartition des lésions vertébrales; à ces lésions vertébrales sont associées des lésions médullaires et ou radiculaires qu'il va falloir évaluer afin de proposer un traitement.

IV- Diagnostic des lésions vertébrales, choix du traitement

A- Examen clinique et gestion médicale de l'urgence

Comme pour tout animal ayant subi un traumatisme, un examen clinique s'assurant que les fonctions vitales sont intègres est réalisé; une fois les procédures d'urgence accomplies, un examen clinique plus poussé est réalisé, avec une attention particulière sur l'examen neurologique. Celui-ci peut s'avérer difficile à réaliser complètement si une instabilité de la colonne vertébrale est suspectée. L'évaluation des nerfs crâniens et des réflexes segmentaires restent toujours réalisables (25).

Une corticothérapie à dose de choc est réalisée si l'accident date depuis moins de 6 heures pour tout animal atteint neurologiquement, quelque soit le traitement ultérieur mis en place et quelque soit le stade neurologique ; la dose initiale est de 30 mg/kg, puis trois heures après 15 mg/ kg, puis trois heures après 15 mg/ kg, puis 2 mg/ kg / h pendant vingt quatre heures; toutes les injections sont réalisées par voie intraveineuse (43). Un confinement maximal de l'animal est recherché.

Stade neurologique	description
I	Animal parétique, ambulateur, ataxique
II	Animal parétique non ambulateur, présence de mouvements volontaires
III	Animal paralysé, nociception conservée
IV	Animal paralysé, avec absence de nociception

Tableau I: classification de l'état neurologique, utilisée à l'université de Pennsylvanie, d'après MATTHIESEN (27)

Pour les animaux où un traitement ultérieur est justifié, des examens complémentaires peuvent être recommandés.

B- Intérêt de la radiographie

1) Radiographie sans préparation

Une radiographie de première intention, réalisée sans anesthésie générale, avec l'animal positionné comme il est présenté, peut permettre de confirmer la lésion en cas de doute et d'évaluer des lésions associées comme un pneumothorax, des fractures de côtes, une fracture du bassin. L'animal ne doit en aucun cas être stressé, manipulé violemment ou être anesthésié. En effet lors de l'anesthésie, on constate un relâchement musculaire qui peut aggraver le déplacement et devenir fatal dans certains cas. Ces radiographies permettent aussi une évaluation des dégâts, comme une moelle sectionnée. Si l'animal est au stade IV, et que les clichés radiographiques montrent un déplacement majeur du canal compatible avec une section de la moelle épinière, une euthanasie doit être recommandée.

Selon SHORES *et al.* (41), en cas de lésions neurologiques, des radiographies de tout le rachis doivent être systématiquement réalisées. En effet, une étude rétrospective montre que 20% des lésions du rachis sont multiples (8).

FEENEY et OLIVER (18) dans leur étude rétrospective portant sur 121 cas, différencient les animaux qui ont des lésions multiples sur le même segment de la colonne vertébrale, et ceux qui ont des lésions sur deux segments différents. Quand deux sites différents sont touchés, il s'agit généralement des vertèbres sacrées et coccygiennes, ou des vertèbres sacrées et lombaires. En revanche, quand un seul site est touché, c'est généralement la colonne lombaire ou la colonne sacrée qui est affectée. Il constate que dans 25,6% des cas, deux sites différents sont touchés, alors que dans 19,8 % un seul site est touché.

La position de l'animal est importante pour la qualité des radiographies. Ces radiographies permettent d'établir le diagnostic de la plupart des fractures et luxations vertébrales. Cependant, elle n'offre qu'une faible résolution de contraste: les disques intervertébraux, les ligaments, les nerfs spinaux et les éléments intra-canalaires ne sont pas visibles. Une différence de densité de 5 à 7 % est nécessaire pour que les deux structures adjacentes soient distinguées (34). Si la détection d'anomalies osseuses est la principale indication de la radiographie, n'oublions pas que de discrets changements de trame ainsi que des fractures peu ou pas déplacées passent inaperçues (34).

Il n'existe pas de corrélation entre le pourcentage de déplacement du canal médullaire et l'atteinte neurologique en cas de lésions thoraco-lombaire (17). En effet on constate que pour un déplacement de 20% de la taille du canal au niveau de la onzième et de la douzième vertèbre thoraciques, certains animaux possèdent encore une sensibilité douloureuse, et d'autre pas.

Se fier aux seuls clichés sans préparation implique donc un gros risque d'erreur tant dans la localisation de la lésion médullaire que dans l'évaluation de l'atteinte qui en résulte (56). Elle doit toujours être en corrélation avec l'état neurologique du patient.

2) Myélographie

La myélographie est la technique d'étude de la moelle épinière et de ses annexes la plus fréquemment utilisée chez les carnivores domestiques. C'est une technique invasive qui nécessite une anesthésie générale. Du produit de contraste est injecté dans l'espace sous-arachnoïdien, par la voie cisternale ou la voie lombaire.

La myélographie permet de localiser la compression médullaire et délimite ainsi le site d'intervention neurochirurgical. C'est souvent à partir de la myélographie que sont établies les indications de la TDM ou de l'IRM, et que les régions à explorer sont déterminées (56).

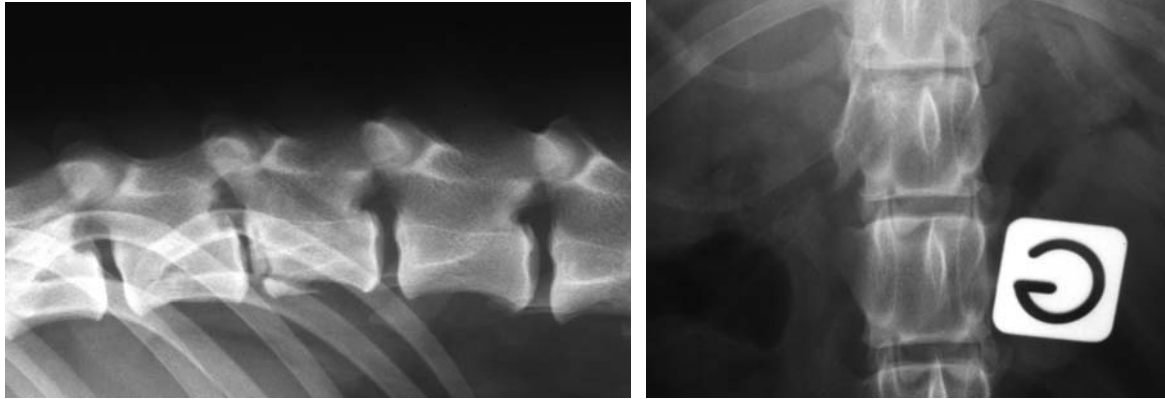


Figure 26: radiographies de profil et de face montrant une fracture du plateau vertébral crânial de la première vertèbre lombaire, d'après le service d'imagerie de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

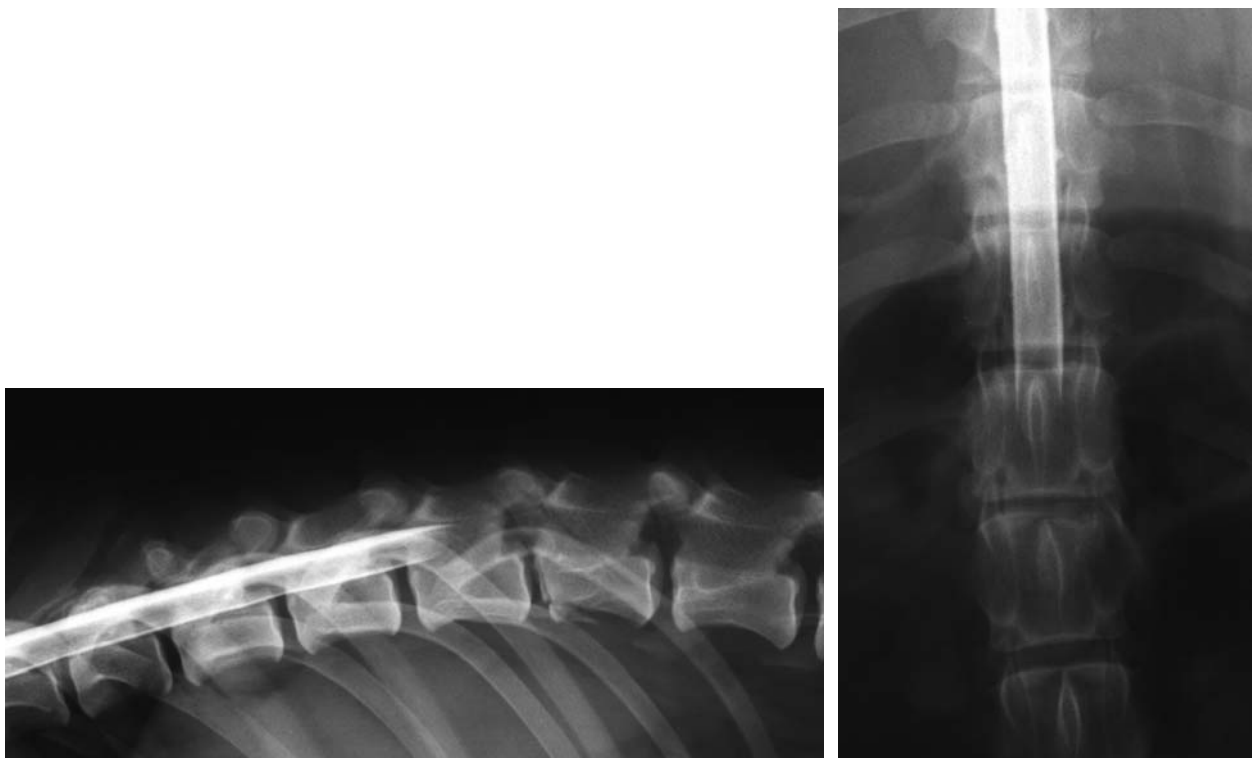


Figure 27: Myélographies de profil et de face, montrant un arrêt des deux colonnes de contraste en T13, d'après le service d'imagerie de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Dans une étude rétrospective sur 51 cas, MCKEE (28) n'a réalisé une myélographie que sur 12 cas. Il considère que la myélographie apporte des connaissances supplémentaires que dans cinq cas, soit 10% des cas.

Lors de traumatismes de la colonne vertébrale, elle n'est indiquée que lorsque les radiographies sans préparation ne permettent pas de conclure ou lorsque leur interprétation est en désaccord avec les déductions de l'examen clinique (39).

La myélographie permet de réaliser des positions forcées, utiles pour mettre en évidence une éventuelle instabilité. Les vues en position forcée ont montré, dans l'étude de MCKEE (28), une instabilité dans sept cas sur neuf. Cependant, ces positions forcées doivent être réalisées avec précaution, car elles peuvent aggraver l'état neurologique de l'animal.

La myélographie permet également une analyse du liquide céphalo-rachidien ; ce prélèvement peut orienter la lésion vers un hématome post-traumatique si le nombre d'érythrocyte est important.

C- Indications et intérêts des autres examens complémentaires

1) L'électromyogramme, l'épidurographie et la discographie

Il permet une exploration du motoneurone périphérique et confirme une atteinte neurologique. Il permet ainsi de révéler une atteinte du plexus lombo-sacré, ce qui n'est pas toujours le cas pour une myélographie.

Cependant cet examen doit être réalisé vers 6 à 8 jours après le choc, ce qui est généralement trop tardif. L'épidurographie et la discographie peuvent être réalisées immédiatement mais restent des techniques moins sensibles que l'électromyogramme (44). L'épidurographie consiste en l'injection de produit de contraste dans l'espace péri-dural au niveau de la jonction lombo-sacrée ou sacro-coccygienne ; la discographie consiste en l'injection de produit de contraste dans le noyau pulpeux du disque intervertébral et permet d'en apprécier l'intégrité (7).

2) La tomодensitométrie

Le pouvoir discriminant de la tomодensitométrie est bien supérieur à celui des techniques d'imagerie conventionnelles (24), ce qui rend possible la détection d'éléments de petite taille, ainsi que l'étude de structures de densité proche (56).

Selon SHORES *et al.* (41), il est difficile d'apprécier la compression médullaire que réalise un fragment intra-canalair sans utiliser le scanner.

Cette technique d'imagerie peut-être utilisée d'emblée sur des régions d'accès difficiles en radiographie, comme en C6-T2 à cause de la superposition de la scapula.

Si la tomодensitométrie est l'examen de choix dans l'exploration des lésions osseuses, certaines fractures très peu déplacées, comme celles du processus odontoïde de l'axis, peuvent tout de même passer inaperçues (56).

Ainsi, si les radiographies sans préparation ne permettent pas de conclure, le scanner semble être l'examen de choix.

3) L'imagerie par résonance magnétique

C'est l'examen de choix dans l'exploration des tissus mous, tel que la moelle épinière, les disques intervertébraux, mais aussi tous les ligaments et les structures qui interviennent dans la stabilité du rachis (34). Cependant il ne permet pas une bonne visualisation de l'os.

On comprend que l'imagerie joue un grand rôle dans la décision opératoire.

D- Indication opératoire

La chirurgie est nécessaire dans certains cas pour décompresser la moelle épinière, stabiliser la colonne vertébrale, et éventuellement réaliser les deux en même temps.

1) Stabilisation obligatoire: rachis instable

La notion de stabilité rachidienne définie par les mécaniciens et par les cliniciens est différente; mécaniquement, un système est dit stable quand la somme des forces qui s'y appliquent est égale à zéro. Cliniquement, la stabilité vertébrale est la qualité grâce à laquelle les pièces vertébrales peuvent maintenir leur cohésion dans toutes les positions physiologiques du corps, au repos comme en mouvement; en clinique, la notion de stabilité disparaît dès que les déplacements dépassent les limites physiologiques des mouvements, et qu'il apparaît une affection nerveuse (53).

S'il est difficile de définir l'instabilité rachidienne, il est encore plus complexe d'établir une corrélation entre les lésions anatomiques et l'instabilité clinique. De nombreux auteurs s'y sont intéressés et ont émis différentes théories.

Actuellement, pour évaluer si une fracture est stable ou instable, on peut appliquer la règle des trois compartiments: lorsque deux des compartiments sont atteints, la fracture est qualifiée d'instable. Ce nouveau concept a permis à Denis (12) d'établir une nouvelle classification des fractures vertébrales, d'établir une corrélation avec les déficits neurologiques observés, et d'évaluer l'instabilité de la lésion.

Cette théorie, vérifiée cliniquement et expérimentalement, est largement utilisée actuellement dans le choix des traitements des lésions aiguës du rachis chez l'homme (32) et chez l'animal (42).

D'après PANJABI *et al.* (32), FERGUSON et ALLEN ont revu la répartition des trois colonnes: le corps vertébral n'est plus divisé en deux parties égales, l'une appartenant au compartiment ventral et l'autre au compartiment moyen, mais en trois; les 2/3 ventraux appartenant à la colonne ventrale et le 1/3 dorsal appartenant à la colonne moyenne.

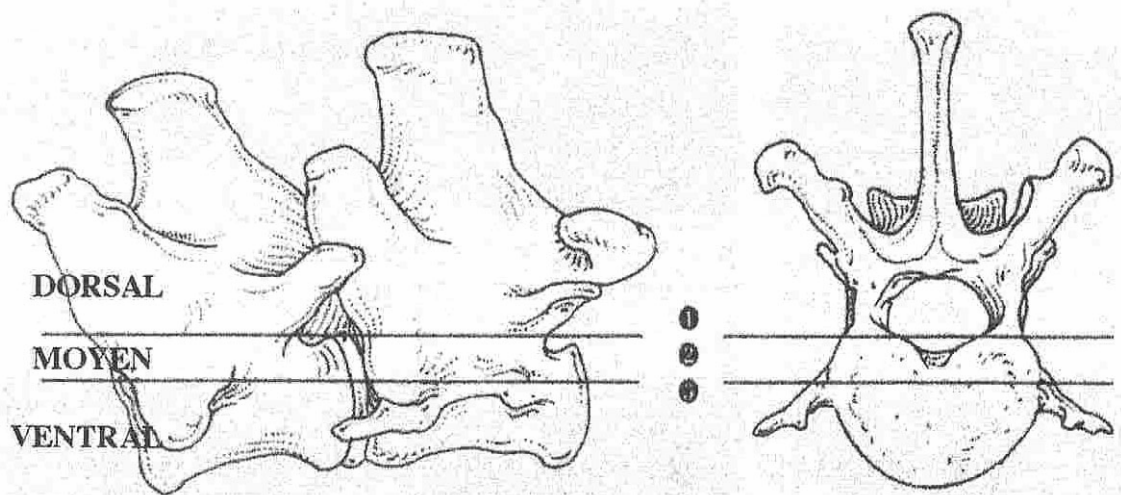


Figure 28: théorie des 3 compartiments d'après PANJABI *et al.* (32)

Cette nouvelle répartition semble mieux correspondre aux lésions observées en pratique.

Plus récemment, WOLTER (59) définit une notation où les fractures des 3 colonnes (ventrale, moyenne et dorsale) sont représentées par les lettres A, B, C ; en plus, il signale par la lettre D les

lésions des structures ligamentaires ou des disques intervertébraux; enfin il quantifie le rétrécissement du canal médullaire avec les chiffres 1 (=1/3), 2 (=2/3), 3 (=3/3).

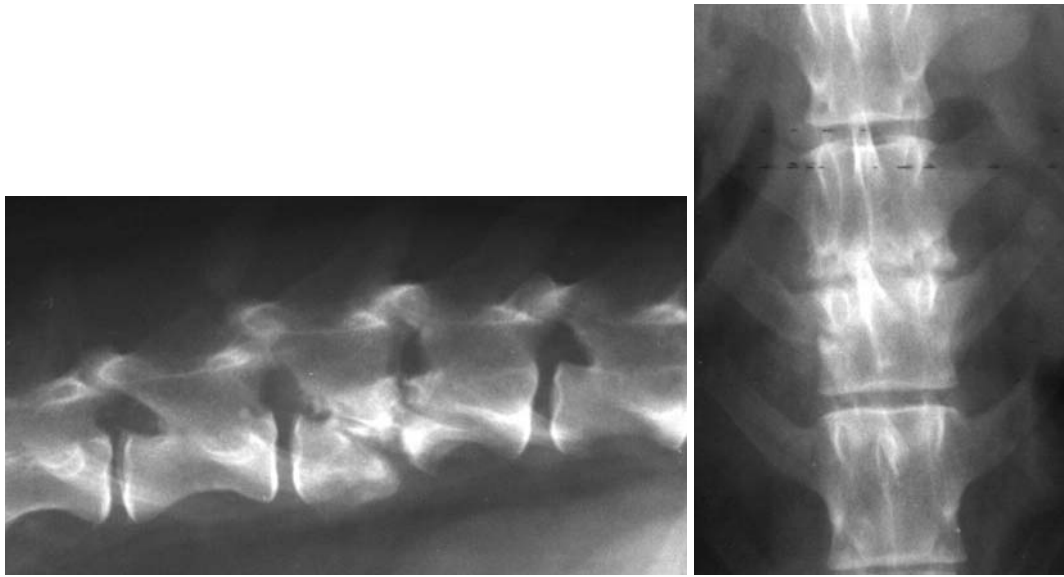


Figure 29: Radiographies de profil et de face, montrant une fracture de la quatrième vertèbre lombaire, d'après le service d'imagerie de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Ainsi cette fracture vertébrale de la quatrième vertèbre lombaire aurait comme notation : A, B, 1/3. Les lésions des tissus mous ne sont pas connues.

En cas de luxation, les signes d'instabilité sont un déplacement marqué entre deux vertèbres, et un non-alignement en position extension-flexion (7).

En cas de sub-luxation, le degré d'instabilité dépend de l'atteinte des structures adjacentes. Des radiographies ou une fluoroscopie permettent d'apprécier l'instabilité.

2) Stabilisation rendue obligatoire par le geste neurochirurgical : compression de la moelle épinière

L'indication opératoire de stabilisation est relative en cas de compression de moelle épinière car elle dépend de nombreux facteurs: le degrés de compression responsable du statut physiologique du patient, et l'origine de la compression.

Suite à un choc, un fragment osseux peut se retrouver dans le canal médullaire, comprimant ainsi la moelle de façon continue; une exérèse du fragment permet de décompresser la moelle et une stabilisation vertébrale est souvent nécessaire.

Suite à un traumatisme, la moelle peut-être endommagée bien que la fracture soit stable et qu'il n'y ait aucun fragment osseux visible à la radiographie. Inversement, une fracture vertébrale n'entraîne pas forcément des symptômes nerveux. Dans son étude rétrospective portant sur 121 cas, FEENEY et OLIVER (18) constatent que chez le chien 80,4% des fractures sont associées à une compression médullaire, et seulement 74,1% chez le chat. L'origine de ces compressions médullaires n'est pas connue. Un œdème peut-être à l'origine d'une compression intra-médullaire, du matériel discal à l'origine d'une compression extra-médullaire (43).

Dans une étude rétrospective portant sur 51 cas, MCKEE (28) répertorie six hernies discales associées à des lésions vertébrales, soit 12%. FEENEY et OLIVER (18), dont l'étude porte sur 121 cas, en répertorie 14, soit 11,5%. Trois de ces hernies sont associées à des fractures sur les vertèbres adjacentes et à une luxation au site de la hernie ; sept sont associées à une luxation au site de la hernie. Les quatre autres hernies n'ont pas de lésions associées sur le même site.

FEENEY et OLIVER (18) constatent que chez le chat, les lésions sacrées sont souvent compressives pour la moelle épinière ; en revanche, chez le chien, c'est en région lombaire que les lésions sont le plus souvent compressives. L'indication opératoire est parfois délicate.

Selon MATTHIESEN (27), on peut choisir le type de traitement et établir un pronostic en fonction du stade neurologique de l'animal. Les animaux aux stades I et II peuvent bénéficier d'un traitement conservateur uniquement avec des corticoïdes, un confinement strict avec si nécessaire une contention externe et un nursing intensif. Ces animaux peuvent devenir des candidats à la chirurgie si l'état neurologique de l'animal s'aggrave malgré la mise en place d'un traitement médical. Les animaux au stade III, dont la radiographie ou la myélographie montre une compression médullaire extra-durale sont de bons candidats à la chirurgie. Les animaux au stade IV ont un pronostic très sombre ; si sur la radiographie, le déplacement vertébral ne dépasse pas le tiers, voire la moitié du diamètre du canal, une laminectomie exploratrice peut éventuellement être entreprise. Il faut bien comprendre qu'un cliché radiographique est une vision statique du déplacement et ne représente ni le mouvement, ni la déformation que cela engendre sur les tissus mous au moment du choc.

Il faut donc juger deux aspects : la stabilité de la lésion et le degrés de compression de la moelle de façon indépendante ; en effet, MCKEE (28) montre que la corrélation entre le degrés de déplacement de la fracture et le stade neurologique de l'animal est faible.

3) L'instabilité chronique

Selon SHORES *et al.* (41), il s'agit de fractures qui n'étaient pas déplacées au moment du choc, mais qui ont évolué lors du traitement conservateur, entraînant une détérioration du statut neurologique de l'animal. En général, les deux facettes articulaires et l'anneau fibreux dorsal sont déchirés. Sans stabilisation, cette fracture peut créer à tout moment des commotions ou des compressions de la moelle épinière, à chaque fois que l'animal bouge. Cette forme d'instabilité ne peut-être diagnostiquée que par des techniques d'imagerie.

En fait, c'est la radiographie et le statut neurologique de l'animal qui déterminent le type de traitement. En présence d'un patient dont l'état neurologique est compatible avec une récupération fonctionnelle ultérieure (a minima la présence de sensibilité nociceptive), il ne reste qu'à apprécier la compression médullaire ; l'indication chirurgicale d'urgence est établie (31).

E- But de la chirurgie : décompresser, aligner, stabiliser

Il ne s'agit pas de l'ordre dans lequel doit se réaliser la chirurgie, mais de l'ordre de priorité afin que la chirurgie soit optimale. Ici, le chirurgien opère un rachis ayant un défaut de stabilité, voire complètement instable ; il est donc primordial de conserver le peu de stabilité qu'il reste ; il faut laisser dans la mesure du possible le maximum de structures en place ; ainsi, lorsqu'il faut décompresser, l'abord de la moelle doit-être le plus petit possible. Cependant, la voie d'abord doit-être large d'un point de vue osseux afin de pouvoir travailler avec les implants ; selon le type de montage, la voie d'abord devra être plus ou moins large et cela devra être pris en compte dans le choix du montage.

1) Décompresser

C'est la compression qui est responsable des symptômes neurologiques ; cette compression peut-être extra-durale : matériel discal, fragment osseux, hématome. D'autre part, la compression a pu être transitoire au moment du choc, mais a néanmoins engendré un œdème ou un hématome médullaire.

S'il s'agit juste de retirer du matériel discal (31), la foraminectomie, la pédiculotomie, et la mini-hémi laminectomie sont des techniques peu délabrantes. Le choix doit-être raisonné en fonction du type de montage qui sera utilisé.

L'hémi laminectomie et la laminectomie sont des voies d'abord plus larges, donc plus délabrantes mais permettant un meilleur accès à la moelle, parfois nécessaire : le matériel discal peut-être difficile d'accès, très abondant ; un fragment osseux peut-être retiré ; une durotomie peut-être réalisée. L'hémi laminectomie épargne le processus épineux et est moins délabrante qu'une laminectomie (46) ; les fragments osseux et les disques herniés en région ventrale sont souvent plus faciles d'accès par cette voie. Cependant, si une décompression unilatérale est insuffisante, ou si l'œdème médullaire est très important, une laminectomie dorsale ou une double hémi laminectomie peut-être nécessaire.

Il faut bien différencier une hémi laminectomie pour hernie discale et une hémi laminectomie en cas de fracture vertébrale ; car dans ce cas, même si la fracture était initialement stable, la décompression a nécessité une voie d'abord qui a encore fragilisé la lésion, nécessitant de toute façon une stabilisation.

2) Aligner

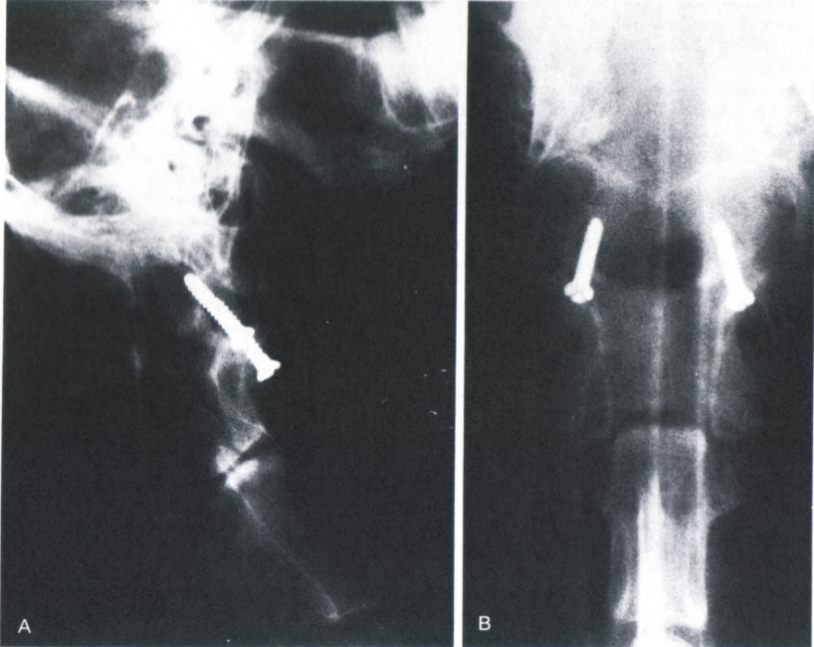

L'alignement contribue à la décompression. L'objectif est de redonner au canal vertébral une anatomie normale pour que la moelle épinière puisse y retrouver sa place. En l'absence de disque ou d'un fragment osseux dans le canal rachidien, la décompression peut-être obtenue par un ré-alignement de la lésion.


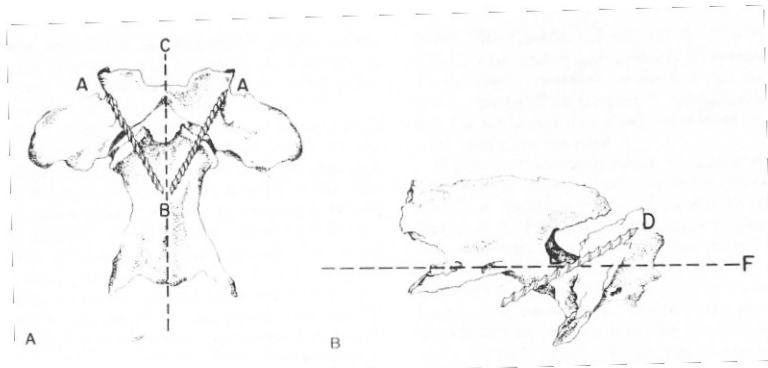
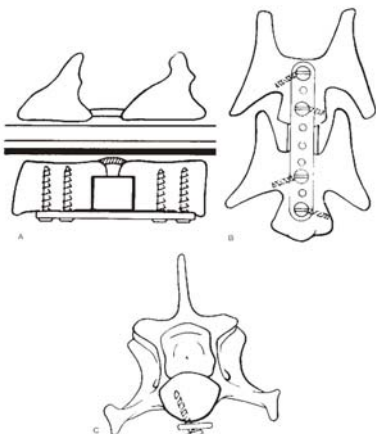
3) Stabiliser

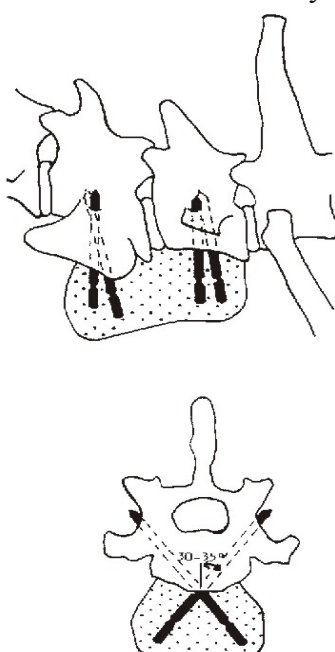
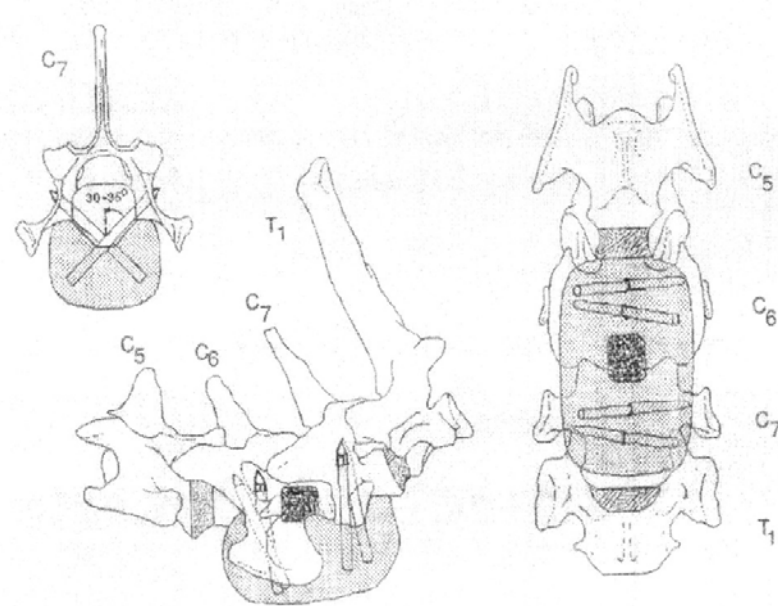
Le mode de fixation utilisé pour stabiliser la colonne dépend du type de fracture ou de luxation, de la localisation de la lésion (cervicale, thoracique, lombaire, sacrale), du degré de l'instabilité, et de la présence ou pas d'une compression médullaire (9); ensuite d'autres paramètres doivent être pris en compte : la taille et l'âge de l'animal, le matériel disponible, l'expérience du chirurgien et la capacité des propriétaires à prodiguer les soins post-opératoires.

V- Principaux dispositifs de stabilisation et techniques chirurgicales

A- Description simplifiée des principaux montages décrits dans la littérature vétérinaire

<p>occi put</p>	<p>Abord ventral : vis</p> <div data-bbox="280 477 1098 1122">  </div> <p>Vue latérale Vue ventro-dorsale</p> <p><u>Figure 30 : radiographie post-opératoire d'une stabilisation de l'articulation atlanto-occipital par vissage, d'après SWAIM (47)</u></p>	<p>SWAIM (47)</p>
<p>C1 C2</p>	<p>Abord dorsal :</p> <p>- laçage métallique</p> <div data-bbox="274 1458 842 1854">  </div> <p><u>Figure 31 : photo de profil d'un laçage métallique sur les deux premières vertèbres cervicales, d'après F. Perrin</u></p>	<p>BRUECKER et SEIM (9)</p>

	<p>Abord ventral : - vis ventrales et méthacrylate</p> <div></div> <p><u>Figure 32: photos de vis ventrales associées à du méthylmétacrylate, d'après F. Perrin</u></p> <p>- vis articulaires</p> <div></div> <p><u>Figure 33 : vues ventro-dorsale et latérale de l'articulation atlanto-axiale, réduite par des vis articulaire, d'après SWAIM (47)</u> ABC idéal : 29° DEF idéal : 21,5°</p>	<p>BRUECKER et SEIM (9)</p> <p>SWAIM (47)</p>
C3	<p>Abord ventral : - plaque ventrale</p>	<p>BRUECKER et SEIM (9) SWAIM (48)</p>
C4	<div></div>	
C5		
	<p><u>Figure 34 : schéma d'une plaque vertébrale ventrale sur des vertèbres cervicales, d'après SWAIM (48)</u></p>	

	<p>- broche de Steinmann et métacrylate</p>  <p><u>Figure 35 : schéma montrant l'utilisation de broches et de métacrylate sur les vertèbres cervicales, d'après WONG et EMMS (60)</u></p>	<p>WONG et EMMS (60)</p>
<p>C6 C7</p>	<p>Abord ventral : - broche de Steinmann et métacrylate</p>  <p><u>Figure 36 : Schéma montrant l'utilisation de broches de Steinmann et de métacrylate, d'après BRUECKER et SEIM (9)</u></p> <p>- vis à os spongieux et métacrylate</p>	<p>BRUECKER et SEIM(9) WHEELER <i>et al.</i> (57)</p>

T1	Abord dorsal :	<p>ROUSE (38) BLASS et SEIM (2) WONG et EMMS (60)</p>
T2	- brochage de Steinmann et métacrylate	
T3		
T4		
T5		
T6		
T7		
T8		
T9		
T10		
T11		
T12		
T13		

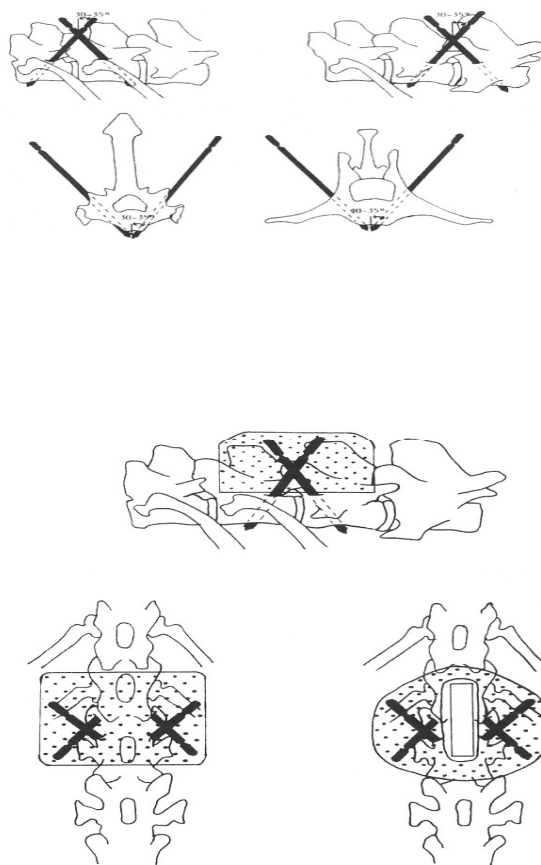


Figure 37 : schéma montrant l'utilisation de broches et de métacrylate sur les vertèbres thoraciques et lombaires, d'après WONG et EMMS (60)

- plaque dorso-latéral avec retrait des côtes en regard

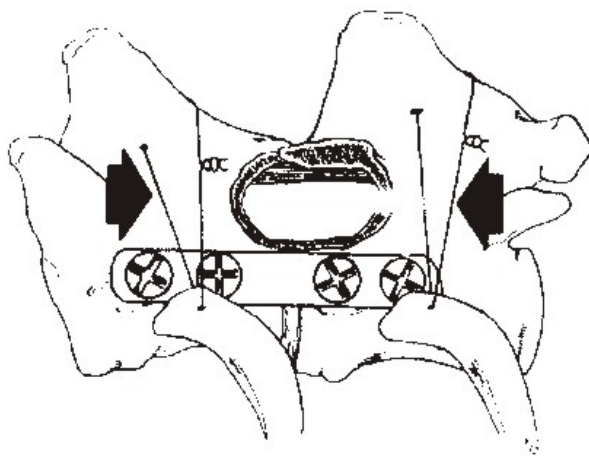
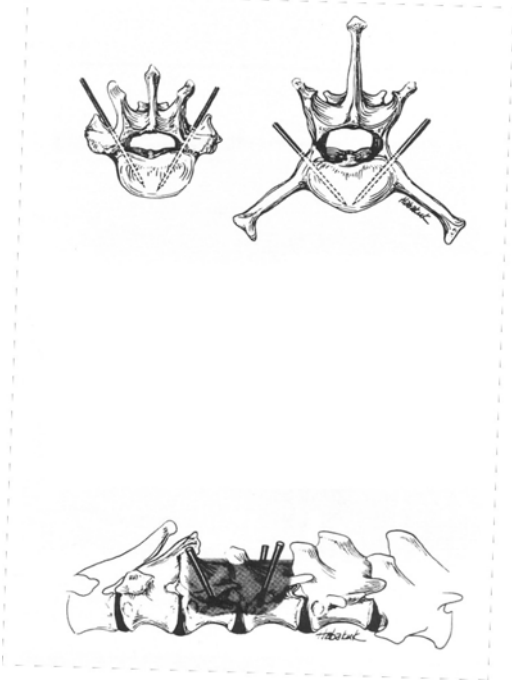
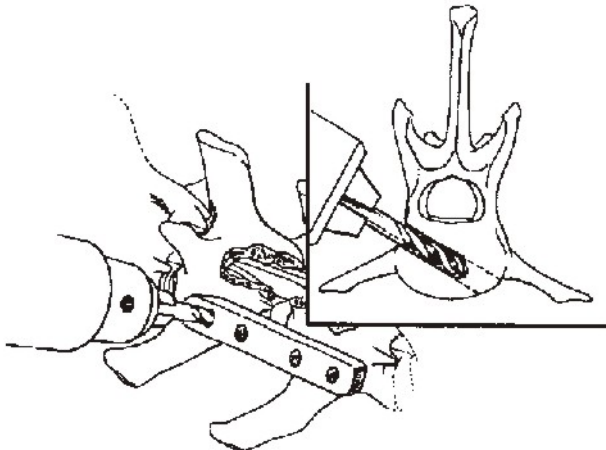
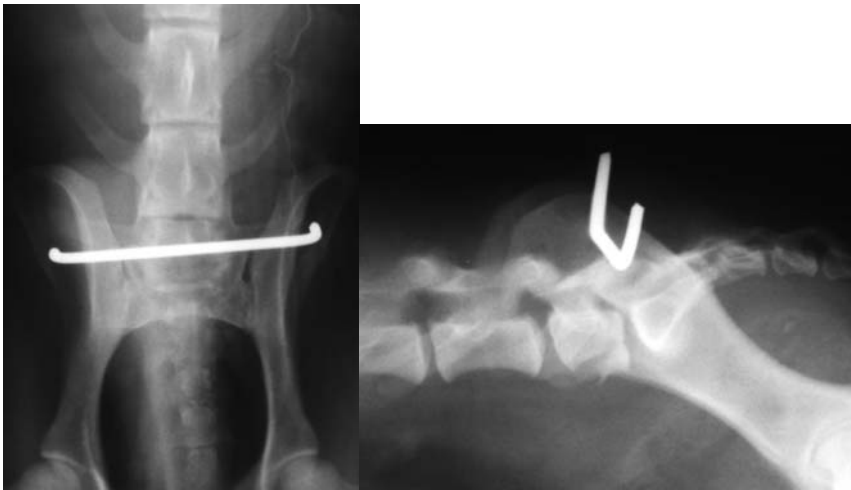
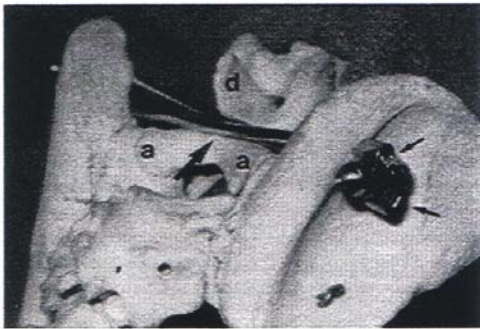

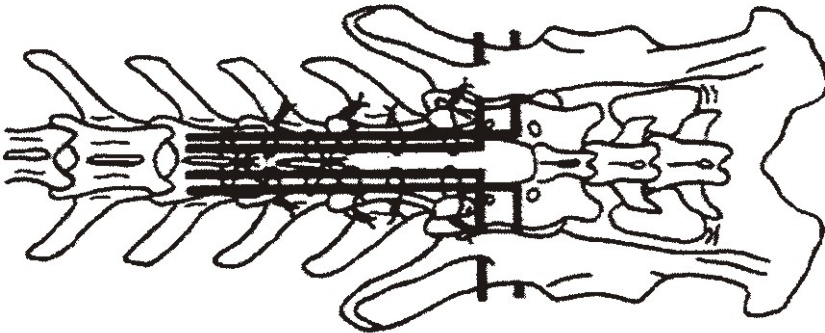
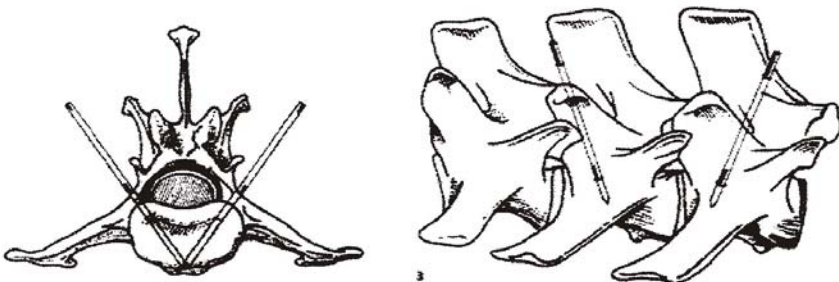
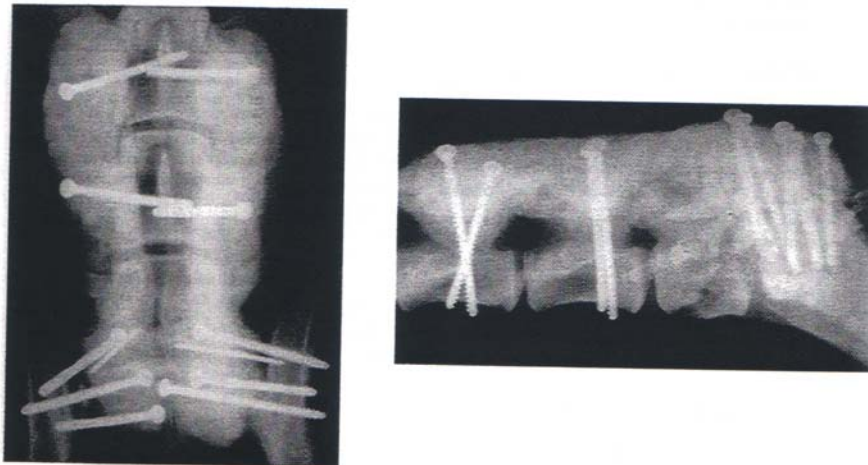


Figure 38 : schéma montrant l'utilisation d'une plaque sur une vertèbre thoracique, avec une remise en place des côtes par des laçages, d'après SWAIM (47, 48)

SWAIM (47, 48)

	<p>Abord ventral :</p> <ul style="list-style-type: none"> - plaque ventro-latérale <p>Cette nouvelle voie d'abord a été décrite par CABASSU (10) en 1991 : une approche ventrale permet d'utiliser les corps vertébraux comme point d'ancrage ; la plaque mise en place est associée à une broche anti-rotatoire , elle aussi dans le corps vertébral. Aucune étude biomécanique n'est à l'heure actuelle parue sur ce sujet en médecine vétérinaire.</p>	CABASSU (10)
L1	<p>Abord dorsal :</p> <ul style="list-style-type: none"> - broche de Steinmann et métacrylate  <p>Figure 39 : schéma montrant l'utilisation de broches et de métacrylate sur des vertèbres thoraciques et lombaires, d'après ROUSE (38)</p>	<p>ROUSE (38) SWAIM (47) MATTHIESEN (27)</p>
L2		
L3		
L4		
	<p>- plaque dorso-latérale</p>  <p>Figure 40 : schéma montrant l'utilisation d'une plaque vertébrale, d'après BRUECKER et SEIM (9)</p>	BRUECKER et SEIM (9)

L5	<p>Stabilisation trans-iliaque à l'aide :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une broche simple: fracture L7 ou luxation lombo-sacrée 	
L6		<p>PHILLIPS et BLACKMORE (37)</p> <p>BRUECKER et SEIM (9)</p> <p>HECQUET (22)</p> <p>ULLMAN et BOUDRIEU (50)</p>
L7	 <p><u>Figure 41 : radiographies de face et profil montrant un brochage transiliaque, d'après le service d'imagerie de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Montage de Kirschner : fracture lombaire caudale - Broche de Kirschner associée à des vis transarticulaires <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>A</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>B</p> </div> </div> <p><u>Figure 42 :</u></p> <p><u>A : Montage de Kirshner, d'après ULLMAN et BOUDRIEU (50)</u></p> <p><u>B : Radiographie d'un chien traité par vissage transarticulaire et montage de Kirschner, d'après ULLMAN et BOUDRIEU (50)</u></p>	<p>MAC ANULTY <i>et al.</i> (26)</p> <p>BRUECKER et SEIM (9)</p> <p>BLASS et SEIM (2)</p> <p>ULLMAN et BOUDRIEU (50)</p>

	<p>- Fixation interne segmentaire modifiée</p>  <p><u>Figure 43 : schéma montrant une fixation segmentaire modifiée, d'après MAC ANULTY <i>et al.</i> (26)</u></p>	MAC ANULTY <i>et al.</i> (26)
S1	<p>- Broche de Steinmann / vis et métacrylate : fracture luxation lombo-sacrée : broches dans le corps de L6 et les ailes de l'ilium</p>  <p><u>Figure 44 : schéma montrant des broches à la jonction entre le processus transverse et le corps vertébral, d'après DENNY (13)</u></p>	BEAVER <i>et al.</i> (3) DENNY (13)
S2		
S3		
	<p><u>Figure 45 : radiographies post-opératoires de réparation à l'aide de vis et de PMMA, d'après BEAVER <i>et al.</i> (3)</u></p>	

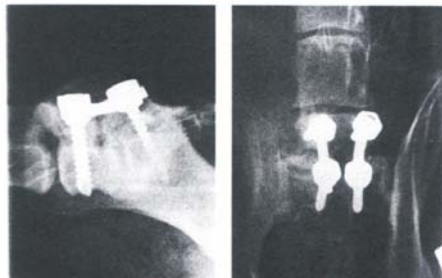
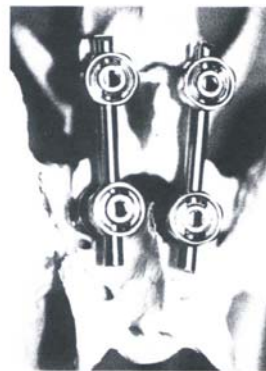
- Vissage et brochage transiliaque L7-S1



Figure 46 : radiographie post-opératoire en vue ventro-dorsale ; le montage est formé d'une broche de Kirschner passant dans la facette articulaire L7-S1, une broche et une vis dans le corps du sacrum, d'après PARE *et al.* (33)

PARE *et al.* (33)

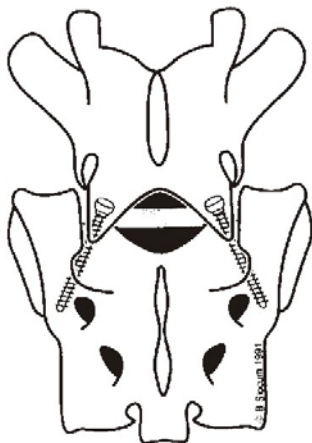
- Arthrodèse par vissage pédiculaire L7-S1



MEHEUST (30)

Figure 47 : montages sur os sec, vues dorsales ; mise en place de vis pédiculaire en L7 et S1 ; à droite, elles sont reliées entre elles par des barres la connexion se fait par un boulon et un écrou. Radiographies face et profil de la charnière lombo-sacrée, d'après MEHEUST (30)

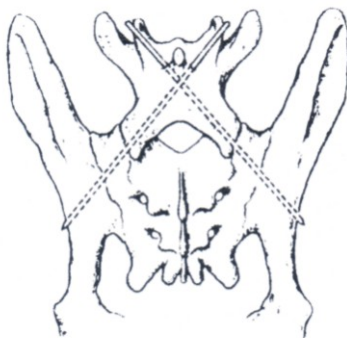
- Arthrodèse par vissage facettaire L7-S1



SLATTER(45)

Figure 48 : schéma montrant un vissage des facettes articulaires, d'après SLATTER (45)

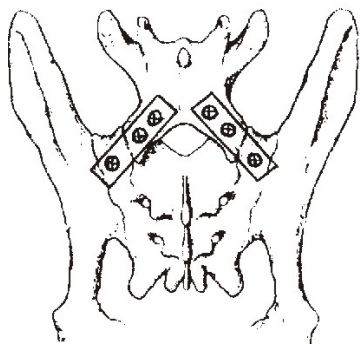
- Arthrodèse par brochage facettaire L7-S1



JEFFERY (23)

Figure 49 : schéma montrant un brochage des facettes articulaires, d'après JEFFERY (23)

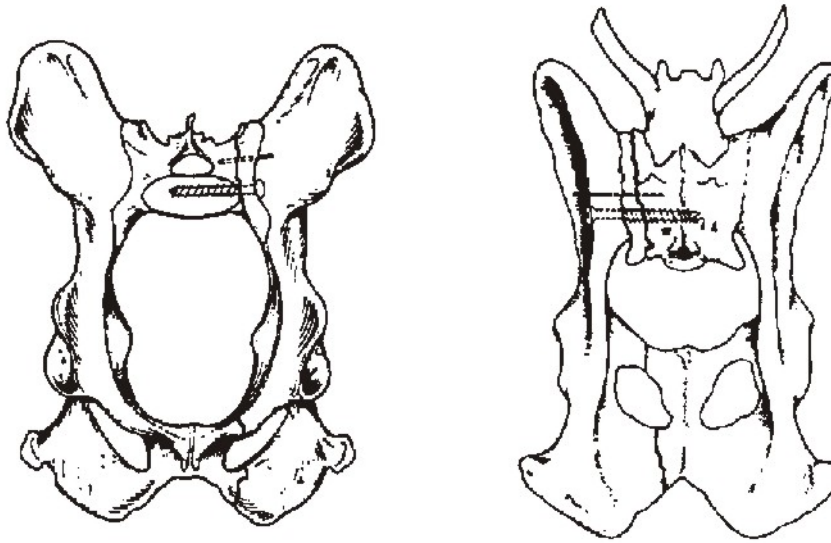
- Ostéosynthèse lombo-sacrale par plaque



GRUSSENDORF
(21)

Figure 50 : schéma montrant des plaques vissées, d'après GRUSSENDORF (21)

Abord dorsal :
- vis et broche de Kirschner



BRUECKER et
SEIM (9)

Figure 51 : schéma montrant une stabilisation d'une fracture sacrée utilisant une vis de Kirshner et une broche (vue ventrale à gauche, dorsale à droite), d'après BRUECKER et SEIM (9)

Tableau II : principaux dispositifs de stabilisation décrits dans la littérature vétérinaire

B- Particularités anatomiques et techniques chirurgicales

1) Traitement des fractures cervicales

Les processus épineux sont courts, ce qui rend difficile les montages s'ancrant dans ces processus. Les deux premières vertèbres cervicales présentent la particularité d'avoir un canal très large, ce qui permet parfois d'éviter l'opération; une minerve peut suffire.

En revanche, en cas de chirurgie, les risques d'arrêt respiratoires sont plus fréquents.

2) Traitement des fractures cervico-thoraciques

Il n'existe actuellement aucun montage décrit qui joindrait les cervicales caudales aux thoraciques crânielles ; cela se comprend du fait de la mobilité très importante de cette région. C'est également la zone d'émergence du plexus brachial, rendant les montages latéraux impossibles.

3) Traitement des fractures thoraciques

La présence des côtes rend complexe la mise en place des montages latéraux ; le risque de pneumothorax iatrogène est important. WHEELER et SHARP (58) montrent dans leur étude que les lésions pulmonaires sont les plus fréquemment associées à la mise en place de broches vertébrales, devant les lésions vasculaires (ponction de l'aorte) ou spinales (pénétration dans le canal médullaire).

4) Traitement des fractures thoracolombaires et des premières lombaires

C'est une région sujette à beaucoup de tension car elle est à la jonction entre un segment mobile et un segment immobile (5).

5) Traitement des fractures lombo-sacrées

Cette région est soumise à beaucoup de forces de cisaillements ; d'autre part, c'est la zone d'émergence du plexus pelvien, rendant les montages latéraux impossibles. C'est aussi la zone de formation de la queue de cheval, comprenant les nerfs responsables de la continence urinaire et fécale.



Figure 52 : radiographies de face et profil montrant une fracture du corps de la septième vertèbre lombaire, d'après le service d'imagerie de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

6) Traitement des fractures du sacrum

C'est une zone accessible uniquement par voie dorsale (45).

7) Traitement des fractures coccygiennes

En cas de douleur, de déficit sensitif ou de paralysie de la queue définitifs, une amputation est recommandée (45).

C- Biomécanique des principaux dispositifs de stabilisation

Les méthodes de fixation appliquées dorsalement au corps vertébral vont permettre de neutraliser les forces de flexion, alors qu'une fixation placée à travers l'espace intervertébral va neutraliser les forces de cisaillement ; on comprend ainsi que le type de fracture conditionne le choix du montage.

Les montages courts stabilisent deux ou trois segments vertébraux ; les moments appliqués au montage sont réduits et la mobilité des espaces vertébraux adjacents à la stabilisation reste conservée. A l'inverse, les montages longs immobilisent plus de trois segments vertébraux. Ainsi des forces excessives en flexion ou en torsion créent d'importantes contraintes qui peuvent conduire à la rupture du montage. De plus, une grande portion de la colonne vertébrale est immobilisée. Ainsi, ce sont les montages s'ancrant dans les corps vertébraux qui restent les plus utilisés (42, 31).

Les montages courts sont donc préférés. Le brochage en croix ne permet pas de stabiliser les fractures comminutives, et semble procurer le moins de rigidité parmi les montages courts ; une complication notable est la migration des broches.

En revanche, la plaque vertébrale apparaît comme le montage le plus rigide et peut s'appliquer dans la plupart des instabilités vertébrales (55). Cependant la mise en place de la plaque et des vis est parfois délicate.

Les broches associées au méthylmétacrylate semblent davantage rigides que les vis (20). Ce système est plus malléable en fonction du cas, mais comporte un risque infectieux plus important.

Enfin, des combinaisons de montage sont réalisables. Il est logique de penser que la fixation sera supérieure; il faut cependant que le montage soit réalisable, que les implants ne fragilisent pas la vertèbre ou le fragment. L'utilisation d'un montage externe peut renforcer le montage court.

En conclusion, nous venons de voir que les lésions vertébrales ont une présentation clinique très variée ; que malgré cette variété le traitement médical initial est identique dans tous les cas. L'indication chirurgicale prend en compte l'état neurologique du patient, la stabilité de la lésion, et l'état de compression de la moelle épinière. La décision opératoire peut souvent être délicate, ainsi que le choix de la technique opératoire.

Nous allons à présent étudier les différents types de montage, afin de déterminer si certains montages sont plus faciles à réaliser techniquement.

Deuxième partie : définition des modalités de mise en place des implants

I- Objectifs

L'objectif principal de cette étude personnelle est de définir sur un même animal des points de pénétration des implants, et à partir de ces points, des angles limites pour chaque implant et sur chaque vertèbre. Ainsi, cette étude permettra de comparer les différentes mesures sur un même animal, à des endroits différents sur une même vertèbre, entre deux vertèbres adjacentes, et entre des vertèbres éloignées.

Ces valeurs pourront servir d'aide lors de la pratique et peuvent servir de point de départ d'une étude comparant ces valeurs avec un animal différent, voire une espèce différente.

II- Animal, matériel et méthode

L'étude a porté sur une chienne Labrador de 6 ans qui fut soumise à un scanner, de la première vertèbre cervicale à la dernière vertèbre sacrée. L'animal a été anesthésié au propofol ; il a été placé en décubitus dorsal.

Plus de 800 coupes de scanner ont été réalisées. L'angle de coupe était l'angle parallèle à l'axe longitudinal de la vertèbre.

Pour chaque vertèbre, des coupes crâniale, moyenne et caudale ont été choisies; les espaces entre la coupe crâniale et la coupe moyenne, la coupe moyenne et la coupe caudale ne sont pas identiques pour toutes les vertèbres. Chaque coupe est choisie de façon à visualiser le mieux possible les reliefs anatomiques.

Pour chaque type de montage, des points de pénétration des implants sur chaque vertèbre sont définis ; à partir de ces points de pénétration, des mesures d'angles sont réalisées : l'angle idéal (Id), permet de traverser la plus grande longueur d'os et donc permet un meilleur ancrage dans la vertèbre. Les angles limites sont l'angle minimum (Min) et l'angle maximum (Max). Ces angles limites sont définis par les angles de forage engendrant une pénétration dans une formation anatomique : moelle, vaisseaux, nerfs.

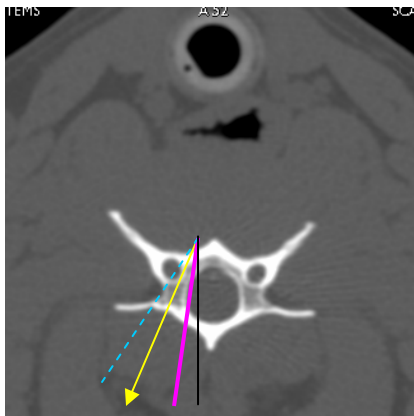


Figure 53 : image tomодensitométrique d'une vertèbre cervicale, scanner de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Les angles sont définis par rapport à la verticale, matérialisée par un trait noir. Le trait avec la flèche définit l'angle idéal (Id), le trait épais définit l'angle minimal (Min), et la trait en pointillé l'angle maximal (Max). Dans la littérature, on trouve quelques angles déjà définis ; ils seront rappelés et nommés angles littératures (Lit).

Les images scannées ont été imprimées et les angles ont été calculés sur papier à l'aide d'un rapporteur. Ces mesures ont été répétées jusqu'à obtention de deux mesures dont l'écart d'angle est inférieur à 5 degrés.

III- Résultats

A- Détermination des points d'implantation pour chaque type de montage

Les distances entre deux reliefs anatomiques varient d'une vertèbre à l'autre ; il vaut ainsi mieux définir un repère anatomique facile à identifier pour toutes les vertèbres, et le choisir comme point d'implantation.

1) Atlas et axis

- pour le montage avec les vis ventrales et du métacrylate, les points d'implantation sont :
pour l'atlas : sur la vue ventrale, à mi-distance entre le plan médian et l'émergence des ailes, médiaux aux incisures alaires ;
pour l'axis : sur la vue ventrale, à la base des processus transverses de l'axis

2) Autres vertèbres cervicales

- pour le montage avec la plaque ventro-latérale, les points d'implantation sont latéraux et adjacents à la crête ventrale du corps vertébrale.



Figure 54 : photographie d'une vertèbre cervicale en vue ventrale

Cette méthode n'a pas encore été réalisée ; la voie d'abord est identique à la voie d'abord de la plaque ventrale décrite par SWAIM (48), c'est juste l'implantation des vis qui varie.

- pour le montage avec des broches de Steinmann, les points d'implantation sont sur la crête ventrale.
- pour le montage avec la plaque ventrale, les points d'implantation sont aussi sur la crête ; les vis sont alternativement orientées de part et d'autre du plan médian.
- pour le montage avec des broches ou des pédiculaires, les points d'implantation sont sur le point d'inflexion entre le processus transverse et le corps vertébral.

Cette technique n'a pas encore été réalisée ; le but de l'étude est justement de savoir si elle est réalisable.



Figure 55 : photographie d'une vertèbre cervicale, en vue ventrale

3) Vertèbres thoraciques

- pour le montage avec les broches de Steinmann, les points d'implantation sont, par abord dorsal, à la base de la facette costale.
- pour le montage avec une plaque ventro-latérale, les points d'implantation sont sur le plan médian de la face ventrale de la vertèbre.



Figure 56 : photographie de deux vertèbres thoraciques en vue ventrale

4) Vertèbres lombaires

- pour le montage avec les broches de Steinmann par abord dorsal, les points d'implantation sont à la base du processus transverse.



Figure 57 : photographies d'une vertèbre lombaire en vue dorso-latérale et latérale

- pour le montage avec les broches de Steinmann par abord dorsal, le point de pénétration décrit dans la littérature est le milieu du corps vertébral, c'est-à-dire le milieu entre la base du processus artulaire et la base de la facette artulaire. Les broches doivent atteindre la partie ventrale de la vertèbre dans le plan médian, sans se croiser.



Figure 58 : photographies d'une vertèbre lombaire en vue dorso-latérale et latérale

- pour le montage avec une plaque dorso-latérale les points d'implantation sont sur le point d'inflexion adjacent et dorsale à la base du processus transverse.



Figure 59 : photographies d'une vertèbre lombaire en vue dorso-latérale et latérale

5) Jonction lombo-sacré

- pour le montage avec un vissage pédiculaire de L7, les points d'implantation définis dans la littérature sont en arrière des processus artulaires antérieurs.

- pour le montage avec un vissage pédiculaire de S1, les points d'implantation définis dans la littérature sont là où la surface est plus régulière mais beaucoup plus inclinée.

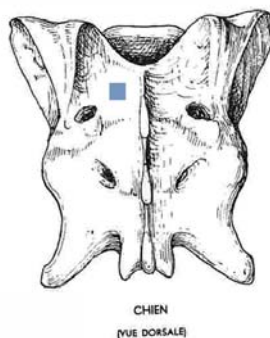


Figure 60 : schéma d'un sacrum en vue dorsale, d'après BARONE (1)

B- Détermination de angles idéaux et des angles limites pour chaque type de montage sur une coupe transversale moyenne de scanner

1) Atlas et axis

- Vis ventrale et métacrylate

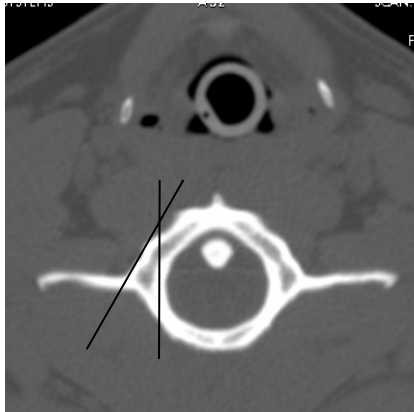
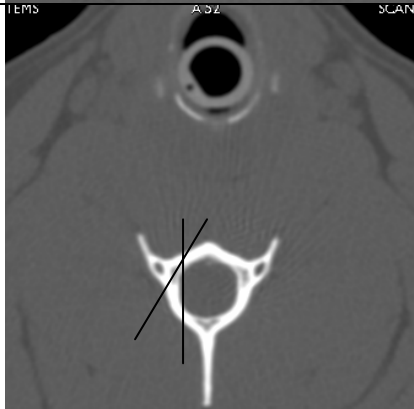
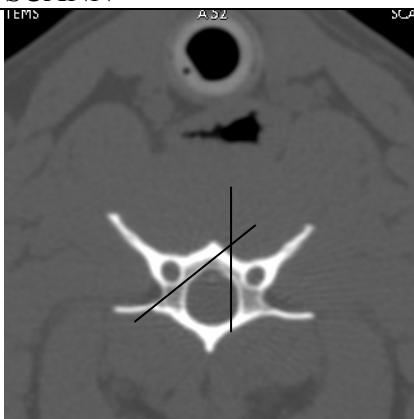
Vert	SCANN	Angle Min	Angle Max	Angle Id
C1		5	29	5
C2		0	15	15

Tableau III : détermination des angles idéaux et limites pour les deux premières vertèbres cervicale

2) Autres vertèbres cervicales

- Plaque ventro-latérale : insertion des vis du même côté

Vert	SCANN	Angle Min	Angle Max	Angle Id
C3		49	59	49




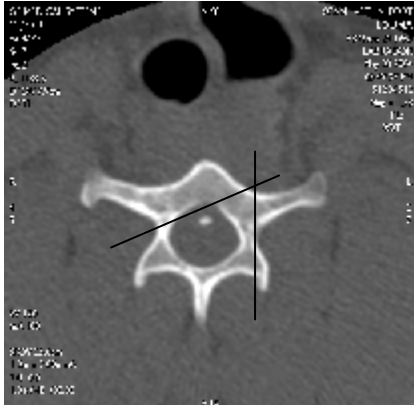
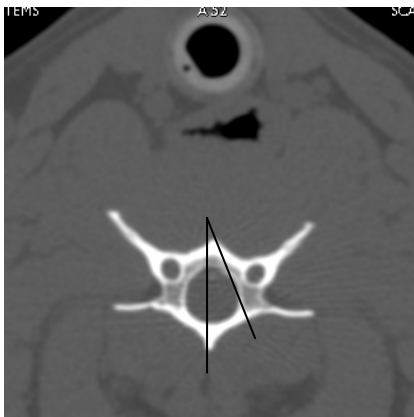
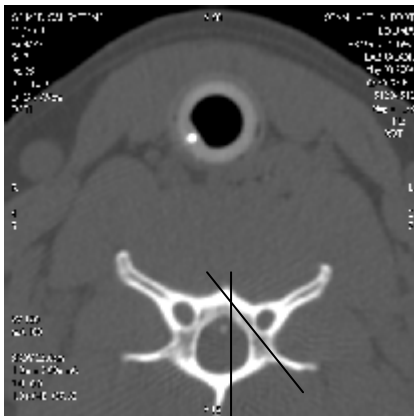


C4		48	62	48
C5		45	62	45
C6		43	65	43
C7		48	67	48

Tableau IV : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres cervicale

- Broches de Steinmann ou plaque ventrale avec insertion des vis de part et d'autre du plan médian

Vert	SCANN	Angle Min	Angle Max	Angle Id
C3		31	45	30
C4		30	44	34
C5		28	42	35
C6		28	52	30

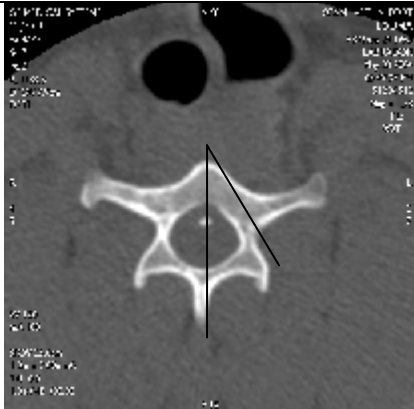
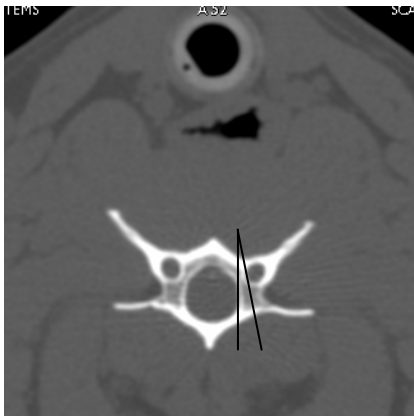
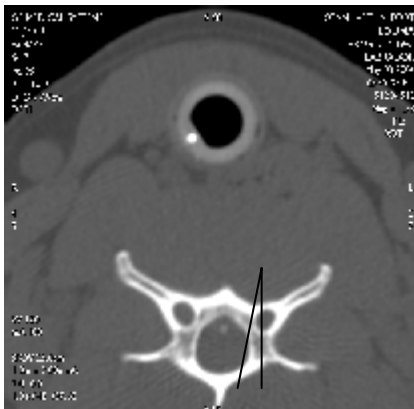
C7		28	54	30
----	---	----	----	----

Tableau V: détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres cervicales

- Broche ou vis pédiculaire et vertébrale

+ : angle dans le sens trigonométrique

- : angle dans le sens antitrigonométrique

Vert	SCANN	Angle Min	Angle Max	Angle Id
C3		-5	+15	-5
C4		-7	+14	-5





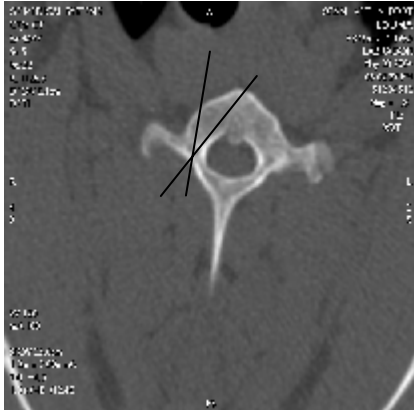

C5		-3	+7	-3
C6		+2	+15	+2
C7		-19	+2	-19

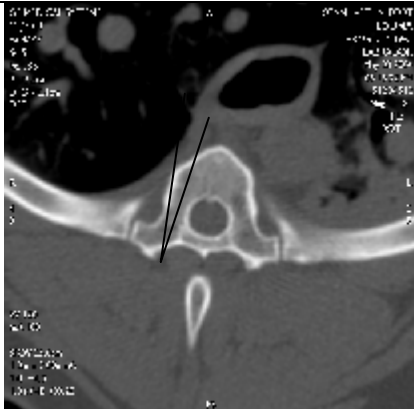


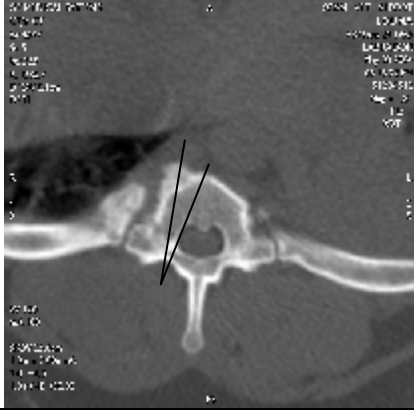
Tableau VI : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres cervicales

L'implantation de broches pédiculaire semble possible sur le plan théorique.

3) Vertèbres thoraciques

- Broche de Steinmann par abord dorsal

Vert	SCANN	Angle Min	Angle Max	Angle Lit	Angle Id
T1		6	65	34	65
T2		10	50	32	50
T3		10	44	27	44

T8		-10	16	16	16
T9		-5	10	NR	10
T10		-6	12	NR	12
T11		3	27	23	27


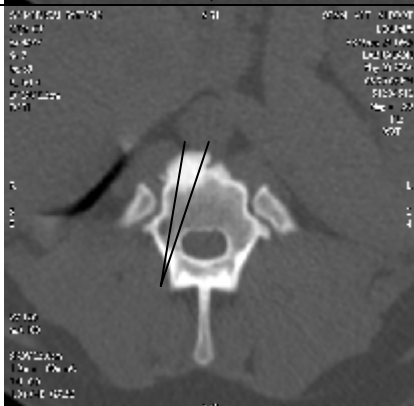
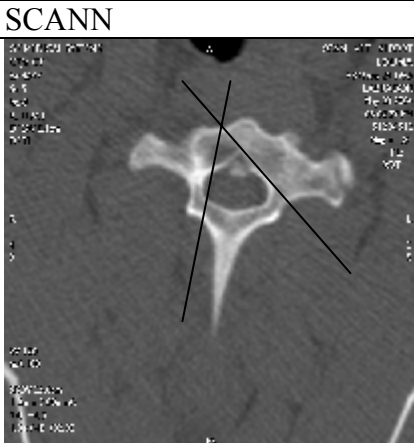









T12		0	28	22	28
T13		12	46	28	46

Tableau VII : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres thoraciques
 Dans ce montage, l'angle idéal est identique à l'angle maximum.

- Plaque ventro-latérale

Vert	SCANN	Angle Min	Angle Max	Angle Id
T1		50	61	61
T2		45	54	54

T3		42	51	51
T4		41	41	41
T5		42	42	42
T6		40	40	40

T7		36	36	36
T8		38	38	38
T9		38	38	38
T10		37	37	37

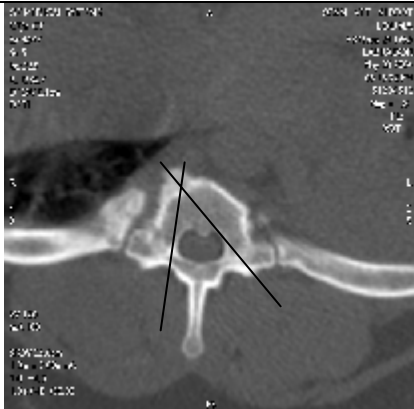

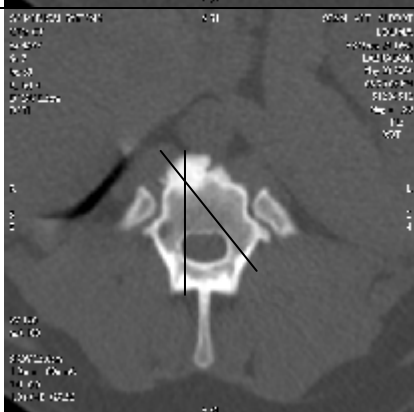
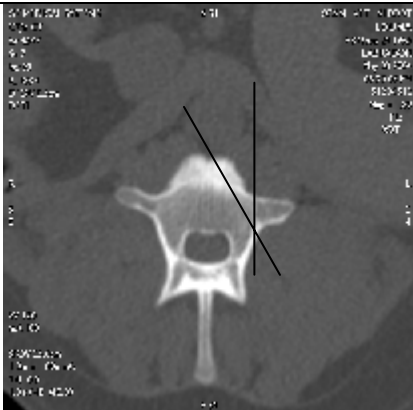

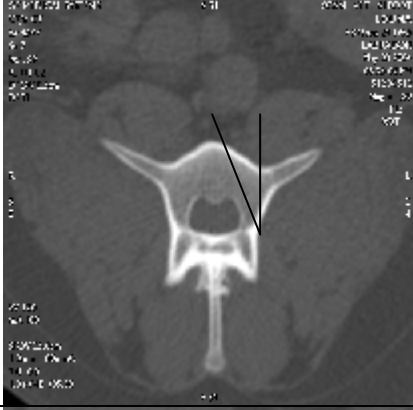
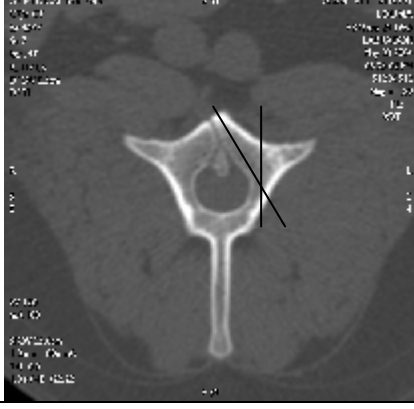
T11		43	43	43
T12		45	54	54
T13		30	51	30

Tableau VIII : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres thoraciques

4) Vertèbres lombaires

- Broches dorsales et métacrylate

Vert	SCANN	Angle Min	Angle Max	Angle Lit	Angle Id
L1		45	73	45	73
L2		51	75	51	75
L3		51	72	51	72
L4		42	71	42	71

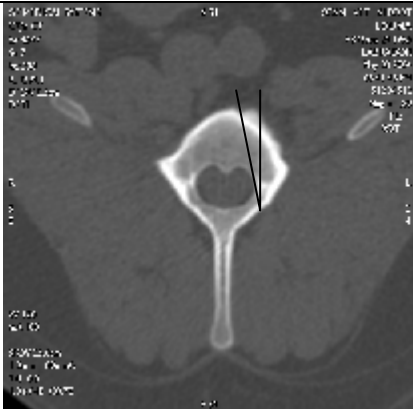

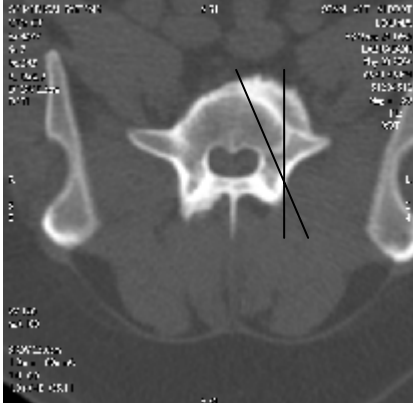
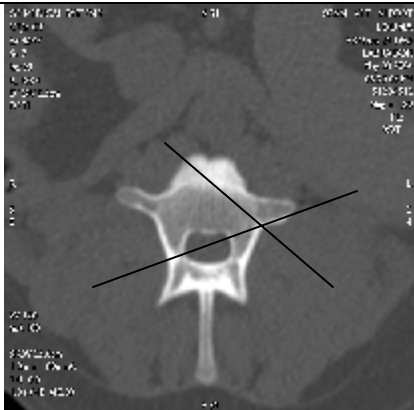

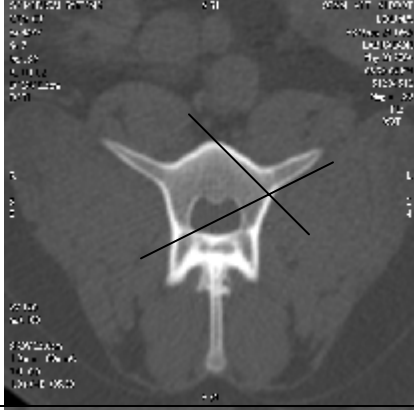

L5		45	79	45	79
L6		41	73	41	73
L7		41	72	41	72



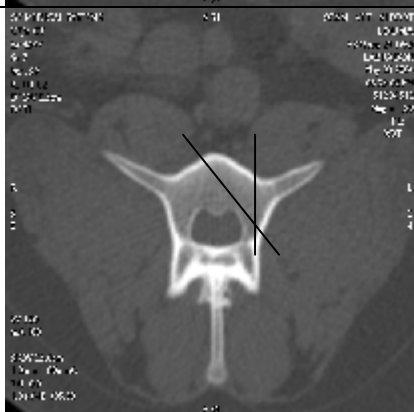
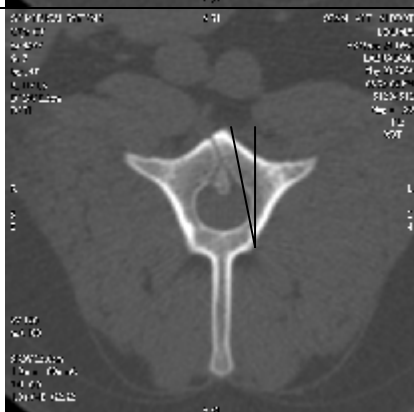
Tableau IX : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres lombaires
Dans ce montage, l'angle idéal est identique à l'angle maximum.

- Même montage avec 2 broches dorsales, mais les angles ne sont plus définis par rapport à la verticale, mais par rapport au processus transverse de chaque vertèbre.

Â : vertical et processus transverse

Vert	SCANN	Â	Angle Min	Angle Max	Angle Id
L1		112	39	67	67
L2		120	45	69	69
L3		123	51	72	72
L4		123	52	81	81

- Même montage avec 2 broches dorsales, mais le point d'implantation est celui décrit dans la littérature

Vert	SCANN	Angle Min	Angle Max et Id	Angle Lit
L1		29	60	33
L2		30	64	40
L3		33	66	36
L4		31	52	33



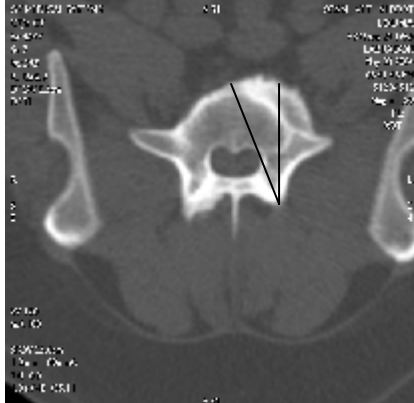

L5		38	70	38
L6		34	61	36
L7		41	72	41

Tableau XI : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres lombaires

- Plaque dorso-latérale sur le corps vertébral

Vert	SCANN	Angle Min	Angle Max	Angle Id
L1		36	68	68



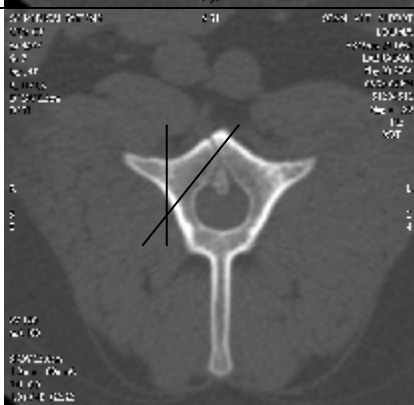

L2		38	70	70
L3		37	69	69
L4		35	65	65
L5		33	66	66

Tableau XII : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres lombaires

5) jonction lombo- sacré :

- Montage avec vissage pédiculaire :

+ : sens trigonométrique

- : sens antitrigonométrique

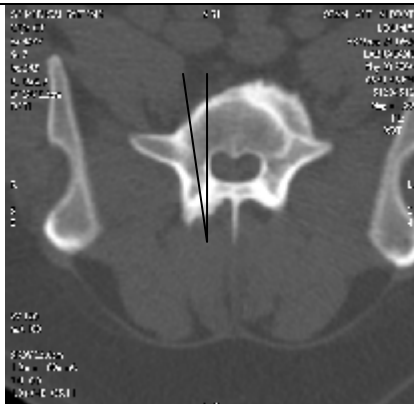
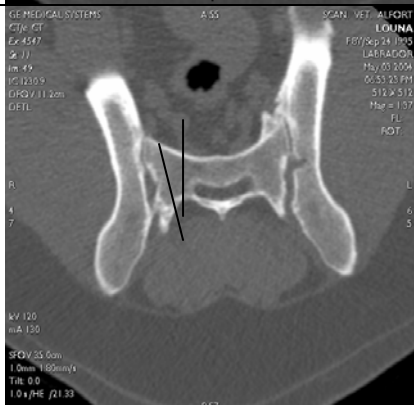
Vert	SCANN	Angle Min	Angle Max	Angle Id
L7		-12	+14	-12
S1		-38	+27	+27

Tableau XIII : détermination des angles idéaux et limites pour la jonction lombo-sacrée

C- Récapitulatif des images de scanner et détermination des angles en coupe crâniale, moyenne et caudale

1) Atlas et axis

- Atlas

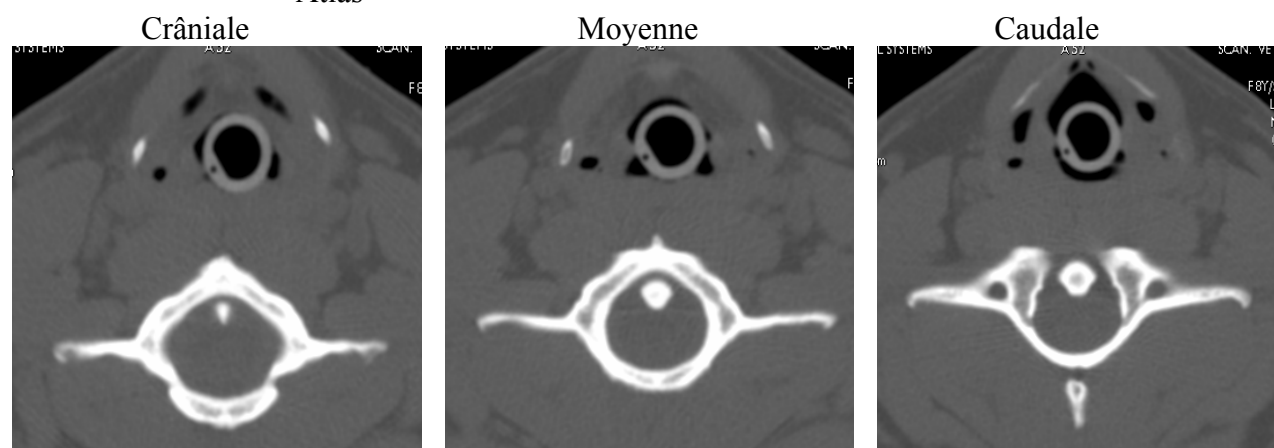


Figure 61: images tomodensitométriques de l'atlas, scanner de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

- Montage : vis ventrale et métacrylate

Coupes	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max	Id	Min	Max	Id	Min	Max	Id
C1	11	31	11	5	29	5	0	20	0

Tableau XIV : comparaison des angles sur les différentes coupes pour l'atlas

- Axis

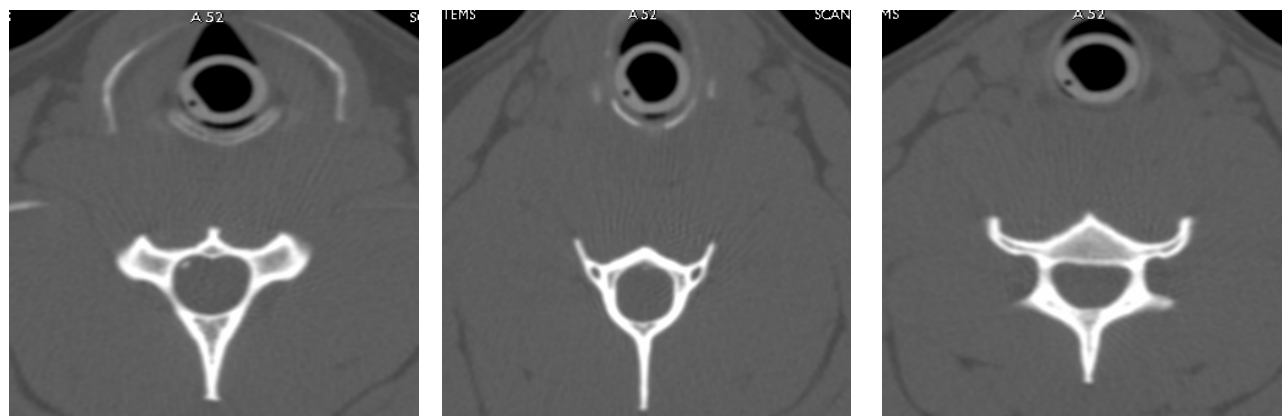


Figure 62: images tomodensitométriques de l'axis, scanner de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

- Montage : vis ventrale et métacrylate

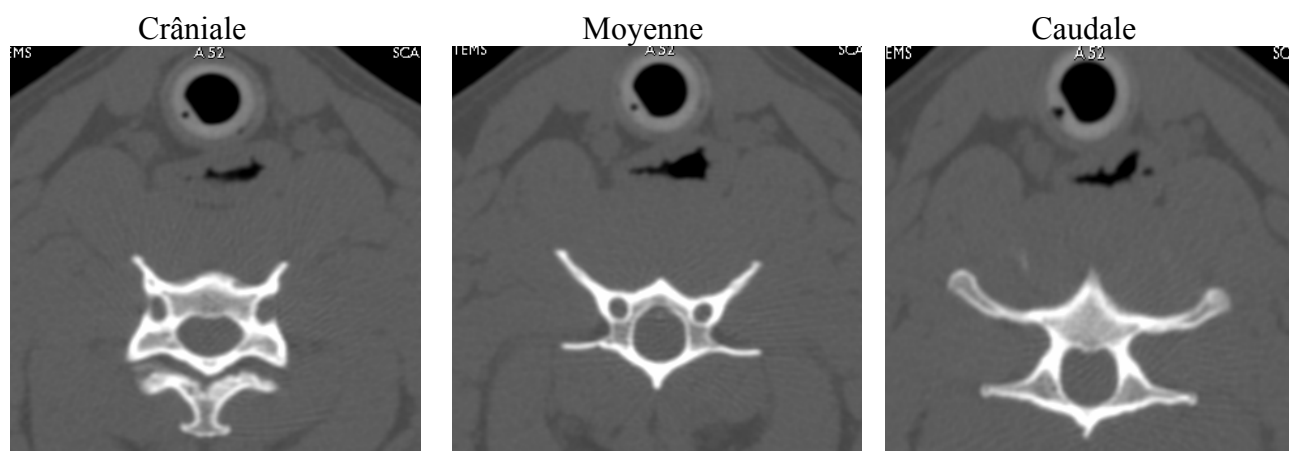
+ : sens trigonométrique

- : sens anti-trigonométrique

Coupes	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max	Id	Min	Max	Id	Min	Max	Id
C2	-12	+7	+7	0	+15	+15	-7	+15	+15

Tableau XV: comparaison des angles sur les différentes coupes sur l'axis

2) Autres vertèbres cervicales :



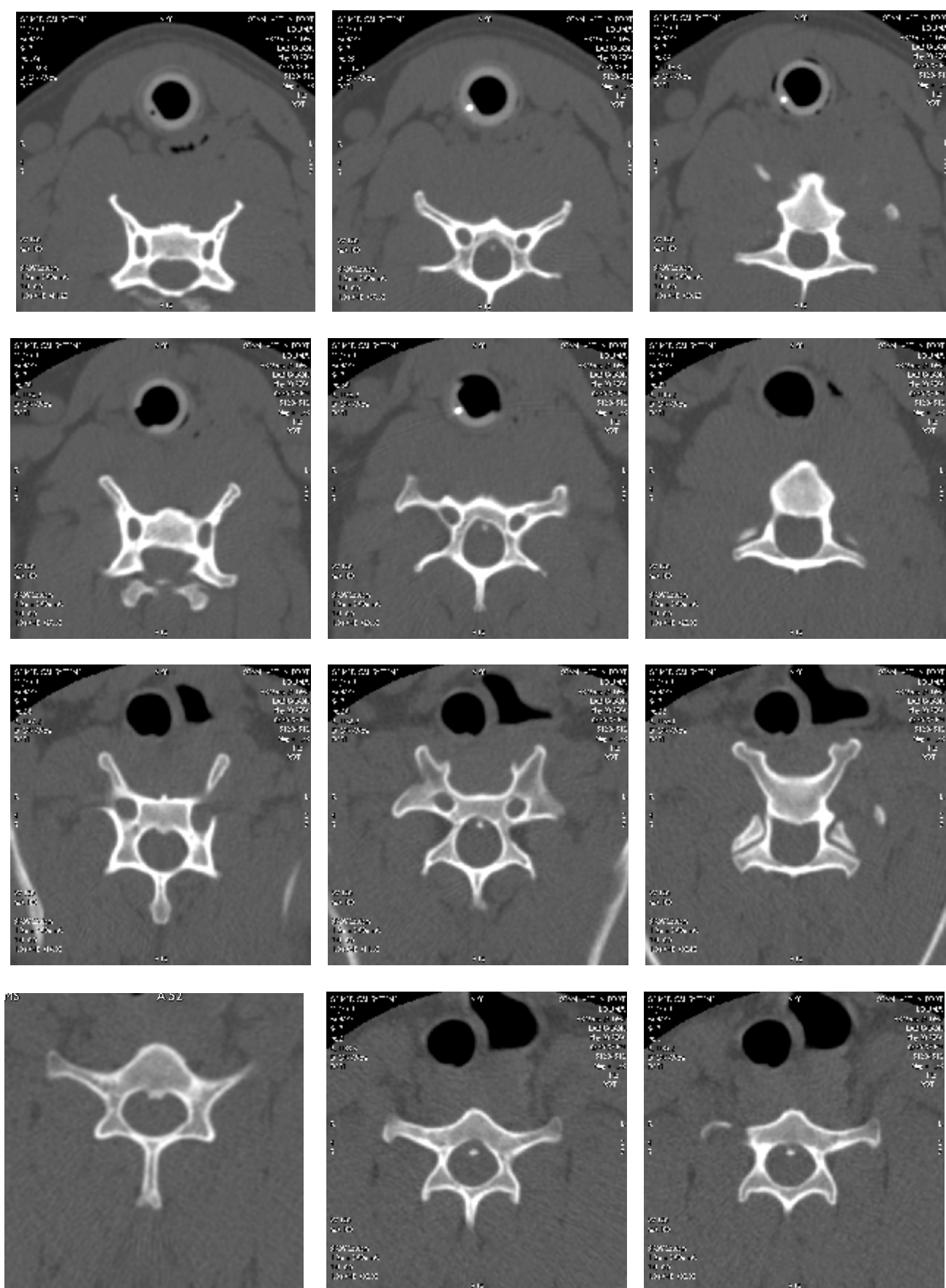


Figure 63: images tomodensitométriques de vertèbres cervicales, scanner de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

- Montage : plaque et vis

Coupes	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max	Id	Min	Max	Id	Min	Max	Id
C3	49	60	60	49	59	49	40	65	43
C4	46	57	57	48	62	48	38	70	39
C5	44	63	48	45	62	45	43	70	70
C6	44	61	44	43	65	43	43	60	43
C7	51	62	51	48	67	48	56	65	56

Tableau XVI : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres cervicales

Pour les angles C3 à C6, l'angle limite maximal est délimité par l'émergence de l'artère vertébrale ; dans le cas de C7, celle-ci étant absente, l'angle maximal est déterminé par l'émergence du processus transverse.

On constate que les angles idéaux ne sont pas toujours des angles limites en coupe caudale.

- Montage : broches de Steinmann ou plaque ventrale avec insertion des vis de part et d'autre du plan médian

Coupes	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max	Id	Min	Max	Id	Min	Max	Id
C3	26	42	40	31	45	32	18	28	27
C4	30	45	45	30	44	34	16	24	22
C5	31	42	38	28	42	35	19	30	22
C6	30	44	34	28	52	30	28	50	28
C7	32	46	40	28	54	30	23	38	23

Tableau XVII : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres cervicales

Sur la coupe caudale de C4, le corps vertébral est très pointu en région ventrale expliquant la faible valeur de l'angle maximal.

Sur les coupes caudales de C5 et C6, l'angle limite maximum n'est pas délimité par l'artère vertébrale contrairement aux autres coupes. Cet angle est l'angle maximum pour lequel l'implant est ancré dans le corps vertébral sans risque de fracturer celui-ci ; il s'agit ici d'une notion subjective.

Les angles idéaux ne correspondent pas toujours aux angles limites.

- Montage : broche pédiculaire et vertébrale

+ : sens trigonométrique

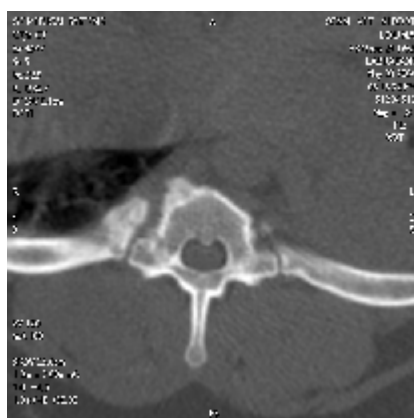
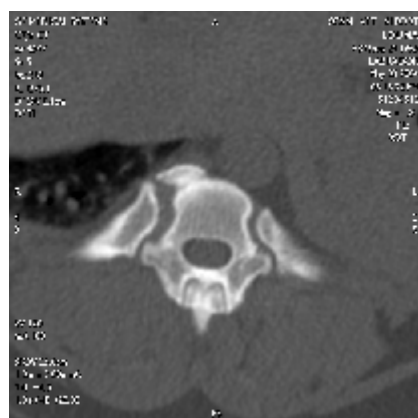
- : sens antitrigonométrique

Coupes	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max	Id	Min	Max	Id	Min	Max	Id
C3	-9	+13	-9	-5	+15	-5	-7	+10	-7
C4	-4	+8	-4	-7	+14	-5	-6	+4	-6
C5	-2	+3	+3	-3	+7	-3	-2	+7	-2
C6	+2	+11	+11	+2	+15	+2	+1	+7	+7
C7	-20	+8	-20	-19	+2	-19	-10	+2	-10

Tableau XVIII : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres cervicales

3) Vertèbres thoraciques





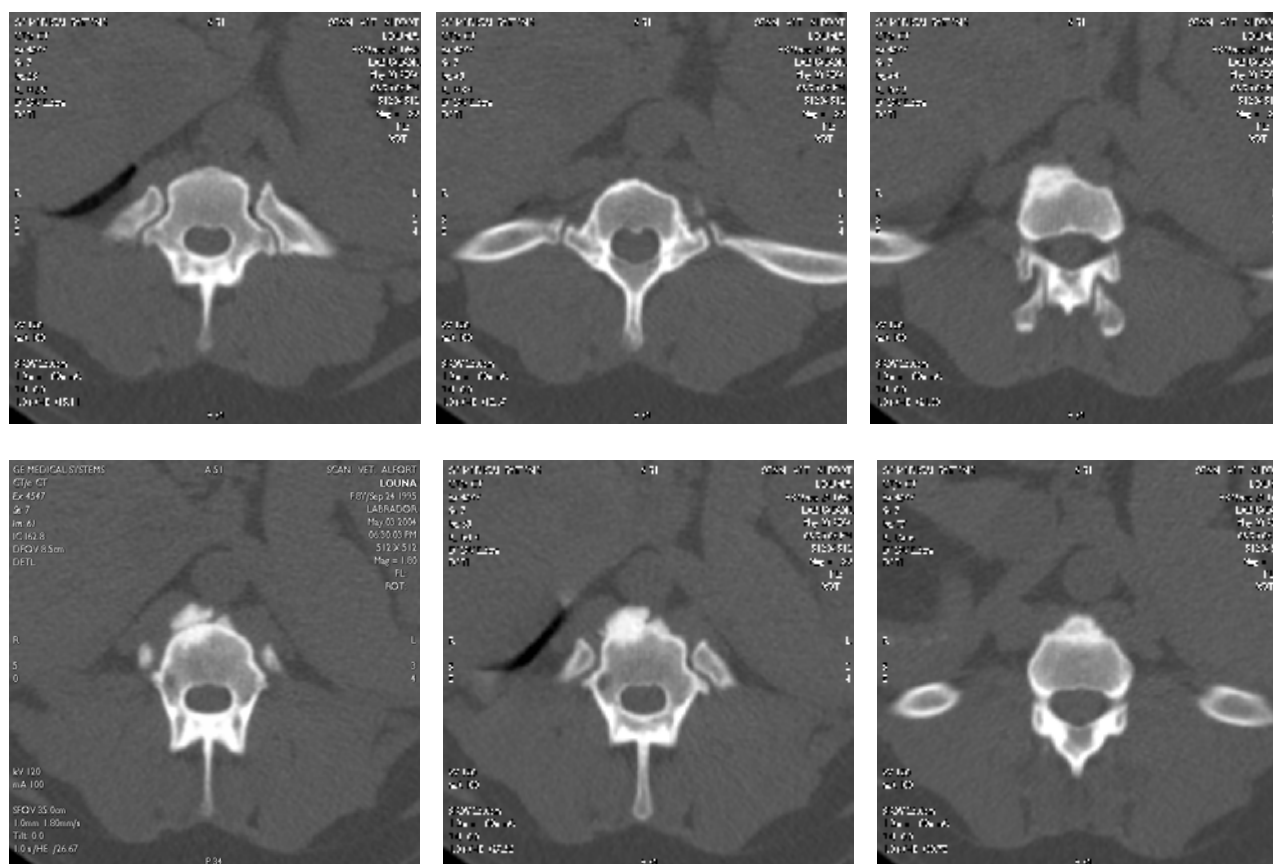


Figure 64: images tomodensitométriques de vertèbres thoraciques, scanner de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

- Montage : 2 broches par abord dorsal

+ : sens trigonométrique

- : sens antitrigonométrique

Coupes	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max et Id	Lit	Min	Max et Id	Lit	Min	Max et Id	Lit
T1	30	55	39	6	65	34	NR	NR	NR
T2	35	49	35	10	50	32	NR	NR	NR
T3	15	33	25	10	44	27	NR	NR	NR
T4	0	16	NR	3	29	28	NR	NR	NR
T5	6	17	17	3	22	28	NR	NR	NR
T6	8	25	26	9	24	28	NR	NR	NR
T7	14	25	22	-3	18	18	NR	NR	NR
T8	14	22	20	-10	16	16	NR	NR	NR
T9	2	17	17	-5	10	NR	NR	NR	NR
T10	4	23	20	-6	12	NR	NR	NR	NR
T11	22	36	28	3	27	23	NR	NR	NR
T12	22	55	30	0	28	22	NR	NR	NR
T13	15	81	35	12	46	28	NR	NR	NR

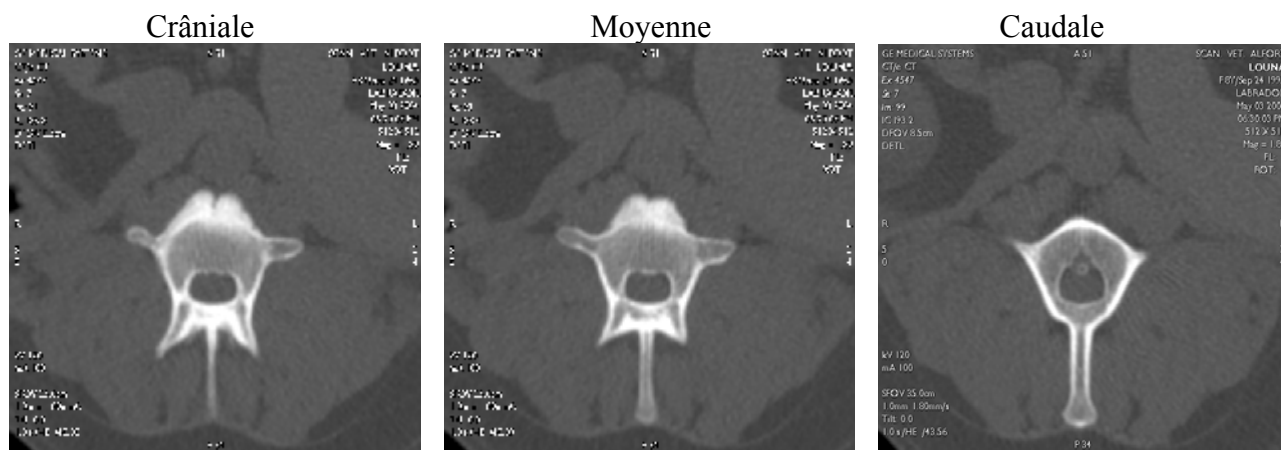
Tableau XIX : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres thoraciques
NR : non réalisable

- Montage : plaque ventro-latérale

Coupes	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max	Id	Min	Max	Id	Min	Max	Id
T1	42	48	48	50	61	61	56	80	62
T2	34	40	40	45	54	54	51	77	57
T3	34	36	36	42	51	51	50	80	60
T4	35	36	36	41	41	41	44	79	61
T5	33	34	34	42	42	42	43	78	56
T6	31	31	31	40	40	40	44	71	57
T7	32	33	33	36	36	36	44	73	58
T8	33	35	35	38	38	38	57	81	67
T9	31	31	31	38	38	38	53	68	68
T10	33	33	33	37	37	37	56	73	73
T11	37	41	37	43	43	43	51	76	76
T12	35	46	35	45	54	54	58	84	69
T13	39	49	39	30	51	30	58	76	74

Tableau XX: comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres thoraciques

4) Vertèbres lombaires



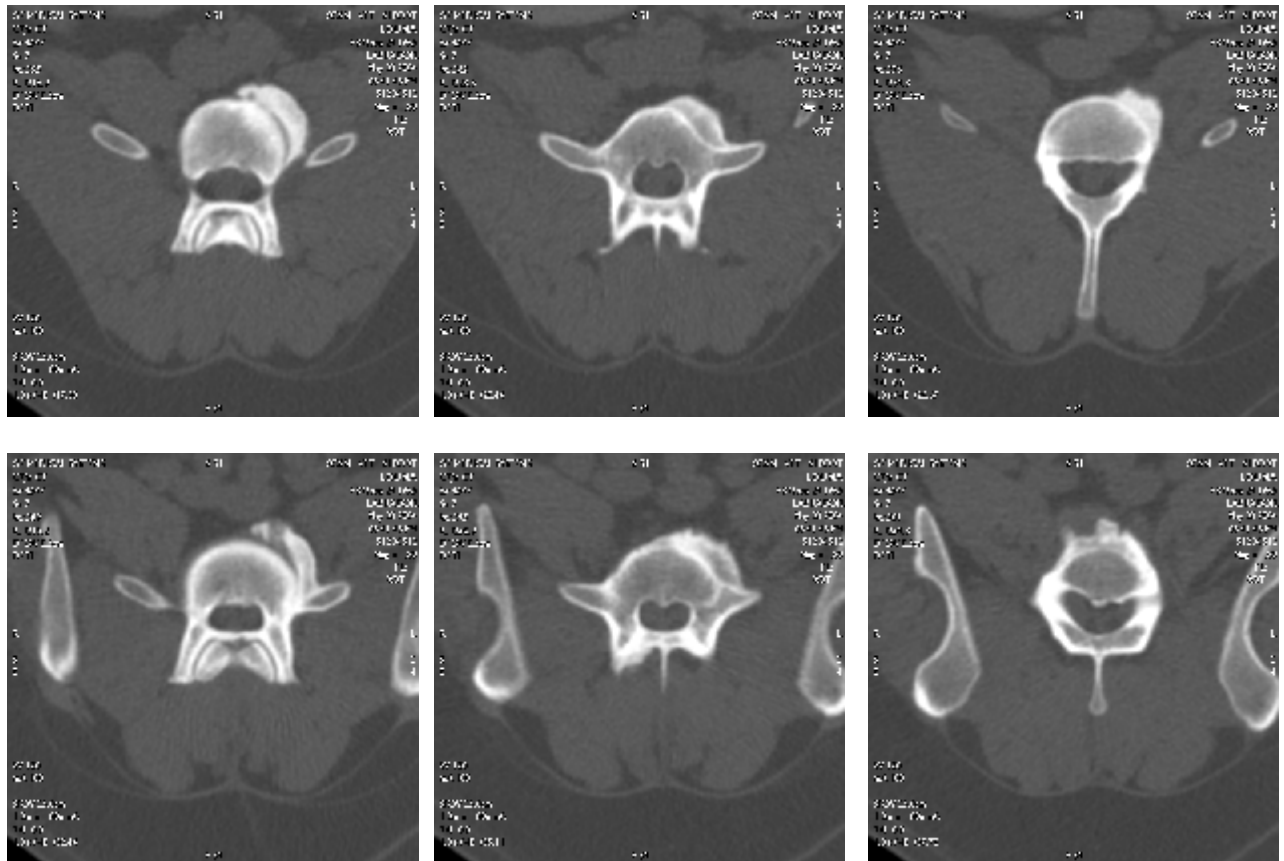


Figure 65: images tomodensitométriques de vertèbres lombaires, scanner de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

- Montage : 2 broches dorsales et métacrylate

Dans ce montage, le point d'implantation est la base du processus transverse ; cela permet ensuite de calculer les angles par rapport aux processus transverses en appliquant un goniomètre sur celui-ci.

Coupes	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max et Id	Lit	Min	Max et Id	Lit	Min	Max et Id	Lit
L1	50	77	50	45	73	45	43	75	50
L2	46	81	46	51	75	51	47	76	49
L3	53	78	53	51	72	51	46	77	46
L4	46	81	46	42	71	42	41	73	42
L5	47	82	47	45	79	45	32	70	38
L6	29	68	29	41	73	41	25	81	42
L7	38	74	38	41	72	41	43	72	43

Tableau XXI : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres lombaires

- Même montage avec 2 broches dorsales, mais les angles ne sont plus définis par rapport à la verticale, mais par rapport au processus transverse de chaque vertèbre.

Â : vertical et processus transverse

Coupes	crâniale				moyenne				caudale			
Angles	A	Min	Max	Id	A	Min	Max	Id	A	Min	Max	Id
L1	104	27	54	54	112	39	67	67	141	63	98	91
L2	114	33	68	68	120	45	69	69	145	59	98	98

L3	120	42	67	67	123	51	72	72	155	67	109	109
L4	110	29	64	64	123	52	81	81	132	48	91	90
L5	108	26	61	61	120	41	75	75	125	55	93	87
L6	108	40	79	79	104	31	63	63	115	34	90	73
L7	111	37	73	73	111	39	70	70	NR	NR	NR	NR

Tableau XXII : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres lombaires
NR : non réalisable

- Même montage avec 2 broches dorsales et métacrylate

Dans ce montage, le point de pénétration est celui décrit dans la littérature.

Coupe	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max et Id	Lit	Min	Max et Id	Lit	Min	Max et Id	Lit
L1	17	67	36	29	60	33	26	53	34
L2	25	66	35	30	64	40	26	58	34
L3	31	66	37	33	66	36	34	68	36
L4	30	70	39	31	52	33	35	60	35
L5	27	75	32	38	70	38	31	60	32
L6	20	68	29	34	61	36	25	81	42
L7	28	74	38	41	72	41	43	72	43

Tableau XXIII : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres lombaires

- Montage : plaque latéro-ventrale

Coupe	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max	Id	Min	Max	Id	Min	Max	Id
L1	36	73	73	36	68	68	32	72	72
L2	34	72	72	38	70	70	32	70	70
L3	30	69	69	37	69	69	21	65	65
L4	22	69	69	35	65	65	23	70	70
L5	28	70	70	33	66	66	23	50	50

Tableau XXIV : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres lombaires

5) Jonction lombo-sacrée :

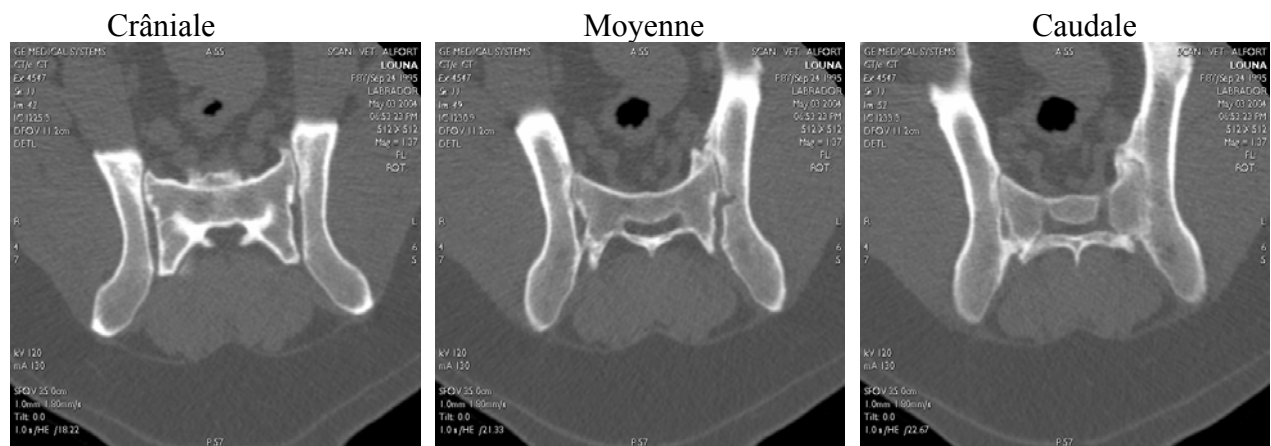


Figure 66: images densitométriques du sacrum, scanner de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

- Montage : vissage pédiculaire L7-S1

+ : sens trigonométrique

- : sens antitrigonométrique

Coupes	crâniale			moyenne			caudale		
Angles	Min	Max	Id	Min	Max	Id	Min	Max	Id
L7	-17	+12	-17	-12	+14	-12	NR	NR	NR
S1	-30	+27	+27	-38	+27	+27	NR	NR	NR

Tableau XXV : comparaison des angles sur les différentes coupes pour la jonction lombo-sacrée

NR : non réalisable

IV- Discussion

A- Choix de l'animal

La chienne choisie, bien que âgée de 6 ans, présentait déjà beaucoup d'arthrose au niveau vertébral, déformant ainsi parfois les vertèbres et rendant les mesures moins précises.

B- Choix de la méthode

L'animal étant allongé sur le dos, la colonne vertébrale n'est pas horizontale ; afin de limiter les erreurs de parallaxe, des précautions ont été prises : des coussins ont été glissés entre la table et l'animal.

La principale erreur de cette méthode réside dans la recherche du point de pénétration ; si une erreur est réalisée sur l'obtention de ce point, les erreurs sur les angles deviennent très importantes ; ceci est apparu lors des différents calculs, afin de vérifier la répétabilité de la méthode. Cependant, sur une même vertèbre, le point d'implantation varie sur la longueur de la vertèbre et non pas sur la largeur ; ainsi la comparaison d'angles sur une même vertèbre reste toujours fiable.

C- Analyse des résultats

Pour chaque montage, les différents angles sont étudiés sur une même vertèbre, et comparés entre plusieurs vertèbres à partir des coupes moyennes.

1) Atlas et axis

A propos du montage utilisant une vis ventrale et du métacrylate, en ce qui concerne l'atlas, de la partie crâniale à la partie caudale, on va vers une verticalisation des implants.

En ce qui concerne l'axis, en coupe crâniale, le processus transverse de l'axis est plus large, offrant un meilleur point d'ancrage.

2) Autres vertèbres cervicales

A propos du montage utilisant une plaque ventrale avec insertion des vis du même coté, l'étude sur une même vertèbre montre que sur les coupes caudales, les angles maximaux sont toujours plus grands, ceci s'expliquant par l'absence d'artère vertébrale dans cette région.

Les angles limites sont espacés en région caudale, moins en région crâniale, et en région moyenne.

La comparaison entre les vertèbres montre que de C3 à C6 les implants tendent à une verticalisation.

A propos du montage utilisant les broches de Steinmann ou une plaque ventrale avec insertion des vis de part et d'autre du plan médian, l'étude sur une même vertèbre montre que les

angles en coupe caudale sont toujours inférieurs aux angles en coupe moyenne et presque toujours aux angles en coupe crâniale; on va vers une verticalisation des implants.

La comparaison entre plusieurs vertèbres montre une homogénéité des angles en général ; les angles minimums ont tendance à diminuer légèrement, les angles maximaux diminuent de C3 à C5. D'après la littérature, l'angle idéal est de 30-35° ; nous constatons que sur les coupes moyennes toutes les valeurs idéales sont comprises entre 30° et 35° ; la moyenne est de 32,2°. Sur les coupes crânielles, les valeurs idéales sont supérieures, elles ont une moyenne de 39,4°. Sur les coupes caudales, les valeurs idéales sont toutes inférieures ; la moyenne est de 24,4°.

A propos du montage utilisant une broche ou une vis pédiculaire et vertébrale, le montage paraît réalisable en coupe crâniale, moyenne et caudale.

On constate une certaine homogénéité entre C3, C4 et C5. Les morphologies de C6 et C7 expliquent et imposent des valeurs différentes.

Les angles idéaux correspondent alternativement à l'angle minimal ou maximal.

L'étude sur une même vertèbre montre une certaine homogénéité ; entre les coupes crânielles, moyennes et caudales, les valeurs minimales et maximales ne sont jamais espacées de plus de 10° pour une même vertèbre.

La comparaison entre plusieurs vertèbres montre une verticalisation des implants de C3 à C5.

3) Vertèbres thoraciques

A propos du montage utilisant les broches de Steinmann par abord dorsal, l'angle idéal coïncide toujours ici avec l'angle maximal; pour son obtention, il est nécessaire que les 2 broches soient décalées dans le sens de la longueur de la vertèbre, afin qu'elles ne se croisent pas.

L'angle décrit dans la littérature est l'angle qui joint le point de pénétration au relief ventral médial de la vertèbre, de telle sorte que les 2 broches arrivent au même point. Cet angle est parfois confondu avec l'angle idéal ; il est très utile en cas de petit fragment ou l'on ne peut décaler les broches et où il faut alors éviter qu'elles se croisent.

L'obtention des angles limites est calculée sans que l'implant passe par les facettes costales.

La coupe crâniale de T13 est plus crâniale que les autres coupes, expliquant peut-être l'écart d'angle par rapport aux autres vertèbres thoraciques.

Pour la réalisation des coupes moyennes, l'identification des points d'implantation est plus délicate que pour les coupes crânielles, introduisant ainsi plus d'erreurs sur les angles.

L'étude sur une même vertèbre montre que les angles minimums sont plus grands en coupe crâniale qu'en coupe caudale, ceci s'expliquant par l'empreinte de la côte. En ce qui concerne l'angle maximum et donc l'angle idéal, il est supérieur en coupe moyenne jusqu'en T6, puis devient plus important en coupe crâniale. En ce qui concerne les angles définis dans la littérature, on constate une certaine homogénéité.

La comparaison entre plusieurs vertèbres montre que les angles min, max et litt diminuent jusqu'en T10 ; on constate une verticalisation des implants jusqu'en T10.

La moyenne de l'angle Lit en coupe crâniale est 34,4°.

La moyenne de l'angle Lit en coupe moyenne est 25,8°.

A propos du montage utilisant une plaque ventro-latérale, on constate que l'intervalle entre l'angle min et l'angle max est parfois insuffisant.

En coupe crâniale et moyennes, l'angle max ne passe pas par les facettes costales, car il est possible que celle-ci se fracture ; d'autre part, la plaque prenant l'inclinaison du corps vertébral, les vis doivent rester perpendiculaires par rapport à celle-ci.

L'étude sur une même vertèbre montre que de la coupe crâniale à la coupe caudale, les angles minimum, maximum et idéaux augmentent ; cela s'explique par l'augmentation de la taille du corps vertébral. L'implant est de plus en plus horizontal.

La comparaison entre plusieurs vertèbres montre une légère diminution des angles de T1 à T10 pour les angles minimums, maximums et idéaux ; on constate une légère verticalisation de l'implant de T1 à T10. De manière générale, les valeurs sont homogènes.

4) Vertèbres lombaires

A propos du montage utilisant 2 broches dorsales, les valeurs de L6 et L7 en coupe crâniale sont éloignées des autres valeurs ; cela est peut-être dû au fait que sur ces coupes, la base du processus transverse n'est pas évidente, introduisant ainsi des imprécisions.

L'angle maximum est l'angle max sur le plan théorique ; or l'extrémité des broches doit être recouverte de métacrylate ce qui devient plus délicat dès que les broches sont horizontales.

L'angle idéal est toujours l'angle maximum. L'angle minimum est toujours confondu avec l'angle défini dans la littérature pour les coupes crânielles et moyennes ; on le rencontre également sur les coupes caudales. Le point d'implantation ne semble pas être un bon repère ici.

L'étude sur une même vertèbre montre une grande homogénéité ; les angles en coupe crâniale semblent légèrement supérieurs aux angles en coupe moyenne.

La comparaison entre plusieurs vertèbres montre également une grande homogénéité.

Dans la littérature, l'angle défini est compris entre 30 et 35 °, et n'est en aucun cas l'angle limite. Ici la moyenne de l'angle limite en coupe moyenne est 45,1°, et l'angle est souvent défini avec l'angle limite.

A propos du même montage avec 2 broches dorsales, mais les angles n'étant plus définis par rapport à la verticale, mais par rapport au processus transverse de chaque vertèbre, les processus transverses ne sont pas rectilignes mais courbes ; l'angle A est déterminé à partir de la base du processus transverse pour chaque vertèbre, comme si le chirurgien utilisait un goniomètre plaqué sur le corps vertébral.

La coupe transversale de L4 crâniale n'est pas optimale, mais c'est la plus représentative que nous avons réussi à obtenir.

On constate que l'angle A croît des coupes crânielles aux coupes caudales.

L'angle A est plus délicat à calculer en coupes crâniale et caudale car l'émergence du processus transverse est moins évidente, ainsi la précision est moins bonne qu'en coupe moyenne.

L'étude sur une même vertèbre montre que les angles augmentent de la coupe crâniale à la coupe caudale. On constate une verticalisation des implants.

La comparaison entre plusieurs vertèbres montre une certaine homogénéité entre les angles. Ce montage présente le grand intérêt de pouvoir poser un goniomètre sur le processus transverse, et donc de travailler avec une grande précision.

A propos du même montage avec 2 broches dorsales mais avec un point d'implantation différent, on constate que pour les coupes de L6 et L7 le point d'implantation est toujours confondu avec la base du processus transverse, sauf pour la coupe moyenne de L6 ; on retrouve donc les valeurs du tableau précédent.

L'étude sur une même vertèbre montre que les angles minima sont toujours inférieurs en coupe crâniale que sur les autres coupes.

La comparaison entre plusieurs vertèbres montre une grande homogénéité en ce qui concerne les angles définis dans la littérature.

Comparaison avec les angles décrits dans la littérature : la valeur théorique est de 30 - 35° ; on constate que pour les coupes crânielles, moyennes et caudales, on obtient les moyennes suivantes : 35,1 36,7 et 36,5. La valeur expérimentale obtenue dans cette étude est 35-37°.

A propos du montage utilisant une plaque sur le corps vertébral dorso-latérale, encore une fois, la coupe L4 crâniale ne permet pas une mesure aussi précise que sur les autres coupes.

L'étude sur une même vertèbre montre qu'en coupe moyenne l'angle minimum est toujours le plus important. La comparaison entre plusieurs vertèbres montre une grande homogénéité entre les vertèbres.

5) Jonction lombo-sacrée

A propos du montage utilisant le vissage pédiculaire, ce montage n'est possible qu'en partie crânio-médiale de L7 et du sacrum, là où le pédicule est large; il n'y a donc pas de valeur sur les coupes caudales. Sur L7, l'angle maximum correspond à l'angle minimum ; sur le sacrum, il correspond à l'angle maximum. L'étude sur une même vertèbre montre une homogénéité.

D'après MEHEUST *et al.* (29), en ce qui concerne les implants sur le plateau du sacrum, ils ont une direction médio-latérale de 20 à 30°. Dans notre étude, l'angle idéal est compris entre 20 et 30° ; l'angle maximum ne doit cependant pas dépasser 27°. L'auteur ne décrit pas de montage où l'implant est orienté médialement et non latéralement. D'un point de vue théorique, ce montage semble réalisable.

En conclusion, ces résultats permettent d'une part de connaître l'évolution des directions que les implants doivent avoir sur une même vertèbre et d'une vertèbre à l'autre. D'autre part, ils fournissent un ordre d'idée sur les angles limites pour chaque montage ; cependant, on ignore si les variations entre races et entre espèces influent sur ces angles ; il faut donc les concevoir comme des ordres de grandeur et non pas comme des valeurs de référence.

Ils permettent d'apprécier la difficulté de réalisation d'un montage ; les montages pour lesquels les angles minimums et maximums sont proches l'un de l'autre demandent davantage de précision.

Enfin, ces résultats nous montrent que d'un point de vue théorique, de nouveaux montages sont réalisables.

Troisième partie : étude rétrospective des cas ayant subi, suite à un traumatisme vertébral, un traitement conservateur ou chirurgical à l'école

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur des chiens et des chats ayant subi un examen clinique et neurologique complet en consultation de neurologie ou de chirurgie, à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort et montrant une fracture ou une luxation vertébrale. Ces animaux ont été consultés entre 1992 et 2002, l'étude porte donc sur dix ans. Ils ont été retrouvés grâce du logiciel de l'Ecole qui a permis de lister toutes les consultations où les mots fractures ou luxations vertébrales apparaissaient. D'autre part, la recherche s'est faite grâce aux archives du service de chirurgie, permettant de recenser toutes les chirurgies dénommées chirurgie vertébrale.

Les caractéristiques des animaux (espèce, race, sexe), leur stade neurologique et la localisation de la lésion ont été relevés ; il a été malheureusement impossible de retrouver les données permettant de qualifier les lésions de stable ou d'instable. Cinquante huit cas ont été répertoriés et un questionnaire a été envoyé à chaque propriétaire, selon que l'animal ait été ou non opéré.

Parmi les 58 cas, trois ont été exclus de l'étude, s'agissant de fracture vertébrale post chirurgicale : deux reprises de corpectomie et une reprise d'ostéochondrome.

Sur les 55 cas inclus dans l'étude, trois ont été euthanasiés lors de la première consultation ; sur les 37 animaux opérés, 20 questionnaires ont été retournés, et sur les 15 qui ont subi un traitement médical, 7 questionnaires ont été retournés, soit un taux de réponse total de 51,9%.

Le but de cette étude est de comparer les résultats des traitements conservateurs et chirurgicaux entre eux, mais également à ceux décrits dans la littérature.

I- Matériel

La population traitée a été divisée en deux parties : les animaux traités médicalement et les animaux opérés.

Cas	Espèce	Race	Sexe	Cause de la lésion
1	Cn	Beauceron	F	AVP
2	Cn	Beauceron	M	Chute
3	Ct	Européen	?	Chute

Tableau XXVI : description des animaux euthanasiés

Cas	Site de la lésion	Stade neurologique	IU, IF, Sh
1	Fracture L3	3	Sh
2	Luxation T10-T11	4	Sh
3	Fracture T12	4	

Tableau XXVII : présentation des sites de lésion et des stades neurologiques des animaux euthanasiés

Une chirurgie a été proposée au cas n°3, mais a été refusée par les propriétaires. Ces trois animaux ont été euthanasiés car ils avaient des pronostics sombres et les propriétaires n'étaient pas motivés.

Cas	Espèce	Race	Sexe	Cause de la lésion
1	Cn	Croisé	M	AVP
2	Ct	Européen	F	AVP
3	Ct	Européen	F	Chute
4	Cn	Epagneul	M	AVP
5	Cn	Epagneul breton	M	AVP
6	Cn	Berger allemand	F	AVP
7	Cn	Berger allemand	M	AVP
8	Cn	Labrador	M	AVP
9	Cn	Labrador	F	AVP
10	Cn	Epagneul	F	AVP
11	Cn	Caniche	F	AVP
12	Ct	Européen	M	Chute
13	Cn	Airedale-terrier	F	AVP
14	Ct	Européen	F	Chute d'un objet sur l'animal
15	Cn	Lhasa-apso	M	AVP
16	Cn	Yorkshire	M	Chute
17	Cn	Rottweiler	F	AVP
18	Cn	Croisé	M	Cou coincé dans une porte
19	Cn	Bobtail	M	AVP
20	Cn	Golden retriever	F	AVP

Tableau XXVIII : description des animaux opérés, et dont les propriétaires ont renvoyé le questionnaire

Les cas 18, 19 et 20 ont été opérés à l'extérieur de l'école

Cas	Site de la lésion	Stade neurologique	IU, IF, Sh
1	Luxation T9-T10	3	
2	Fracture L5-L6	2	
3	Fracture L7	2	
4	Luxation T12-T13	3	
5	Fracture L7	1	
6	Fracture sacrum	1	
7	Fracture T13	3	
8	Fracture L7+ sacrum	3	IU, IF
9	Fracture S2-S3	1	
10	Luxation T13-L1+ fracture L1	3	Sh
11	Fracture L7	3	
12	Luxation T8-T9	2	IU
13	Luxation C6-C7	3	
14	Fracture T9	2	
15	Fracture L7	1	
16	Fracture C2	1	
17	Luxation+ fracture L6-L7	1	
18	Luxation + fracture C2-C3	2	IU, IF
19	Fracture L7	1	IU
20	Fracture L4	4	

Tableau XXIX : présentation des sites de lésion et des stades neurologiques des animaux présentés précédemment

Cas	Espèce	Race	Sexe	Cause de la lésion
1	Ct	Européen	M	Chute
2	Cn	Berger allemand	M	Traumatisme
3	Cn	WHWT	F	AVP
4	Ct	Européen	M	Chute
5	Cn	Caniche	M	AVP
6	Ct	Européen	M	Chute
7	Cn	Croisé	F	Chute
8	Cn	Caniche	F	Morsure
9	Ct	Européen	M	Chute
10	Ct	Européen	M	Chute
11	Cn	Bouvier bernois	F	AVP
12	Cn	Pékinois	F	AVP
13	Cn	WHWT	M	Chute
14	Cn	Berger allemand	F	AVP
15	Cn	Rottweiler	M	AVP
16	Cn	Berger allemand	?	AVP
17	Cn	Caniche	M	Morsure

Tableau XXX : description des animaux opérés, et dont les propriétaires n'ont pas renvoyé le questionnaire

Le cas 7 a été opéré à l'extérieur de l'école

WHWT : West Highland white terrier

Cas	Site de la lésion	Stade neurologique	IU, IF
1	Fracture L6	1	
2	Fracture des vertèbres coccygiennes	Paralysie de la queue	
3	Fracture L7	1	
4	Fracture S2-S3	3	IU, IF
5	Fracture L6+ luxation L6-L7	?	
6	Fracture L7	3	IU
7	Fracture C2+ luxation C1-C2	3	
8	Fracture L7	1	
9	Fracture T10	1	
10	Fracture L6	1	
11	Fracture L7	2	
12	Fracture L7	2	
13	Fracture T7+ luxation T7-T8	3	
14	Fracture L7	1	
15	Fracture L6	2	
16	Fracture T6-T7	2	
17	Fracture L3	1	

Tableau XXXI : présentation des sites de lésion et des stades neurologiques des animaux présentés précédemment

Cas	Espèce	Race	Sexe	Cause de la lésion
1	Cn	Whippet	F	Chute
2	Cn	Croisé Epagneul	M	AVP
3	Cn	Yorkshire	?	Morsure
4	Ct	Européen	M	AVP
5	Ct	Européen	F	?
6	Cn	Yorkshire	F	Morsure
7	Cn	Pinscher	?	Chute

Tableau XXXII : description des animaux ayant subi un traitement médical et dont les propriétaires ont renvoyé le questionnaire

Cas	Site de la lésion	Stade neurologique	IU, IF
1	Fracture L1-L2	1	
2	Fracture T13-L1	1	
3	Luxation T11-T12	1	
4	Fracture L3	3	IU
5	Fracture S2-S3	1	IU, IF
6	Fracture+ luxation C5-C6	1	
7	Fracture C1	1	

Tableau XXXIII : présentation des différents sites de lésions et stade neurologique des animaux présentés précédemment

Pour les cas 1, 2 et 5, une chirurgie a été envisagée et refusée par les propriétaires.

Cas	Especce	Race	Sexe	Cause de la lésion
1	Cn	Berger allemand	F	Choc contre une porte
2	Cn	Yorkshire	M	AVP
3	Cn	Croisé Terrier	M	Morsure
4	Cn	Caniche	M	AVP
5	Cn	Sibérien Husky	?	AVP
6	Cn	Yorkshire	M	?
7	Cn	Dogue de bordeaux	?	?
8	Ct	Siamois	?	AVP

Tableau XXXIV : description des animaux ayant subi un traitement médical et dont les propriétaires n'ont pas renvoyé le questionnaire

Cas	Site de la lésion	Stade neurologique	IU, IF, Sh
1	Fracture C1	1	
2	Fracture+ luxation T4-T5	3	Sh
3	Fracture C2	1	
4	Luxation T12-T13	1	
5	Luxation L1-L2	1	
6	Luxation T12-T13	?	
7	Fracture T2	3	
8	Luxation sacrum	?	IU, IF

Tableau XXXV : présentation des différents sites de lésions et stade neurologique des animaux présentés précédemment

II- Résultats

A- Résultats globaux

Espèce, race et sexe :

Sur les 55 animaux étudiés, 76% (soit 42) étaient des chiens, et 23% (soit 13) étaient des chats. On a constaté une grande variété de race, sans aucune prédominance de sexe.

Cause de la lésion :

Un accident de la voie publique a été responsable de 53% (soit 29) des cas, les chutes de 26% (soit 14), et les morsures de 9% (soit 5). Les 12,7% restants ont été dus à des causes d'origine inconnue. Chez les chiens, la cause première de fracture vertébrale était l'accident de la voie publique : 26 cas sur 42, soit 62% dans cette étude ; en revanche, chez les chats, huit cas ont été dus à une chute, soit 61% dans cette étude.

Répartition des lésions :

Parmi les fractures, chez neuf animaux deux vertèbres adjacentes ont été touchées.

Parmi les luxations, huit ont été associées à des fractures.

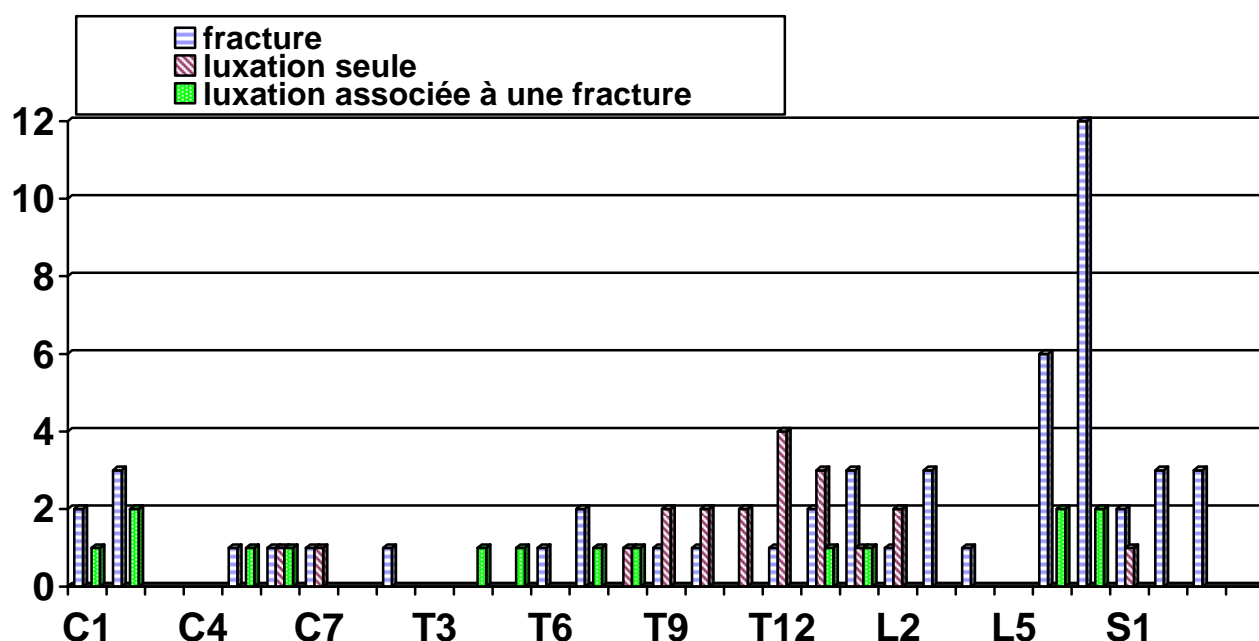


Figure 67: histogramme montrant la répartition des lésions le long de la colonne vertébrale

Remarque : pour une luxation entre deux vertèbres, les lésions ont été rentrées pour les deux vertèbres

Les lésions sont réparties tout le long de la colonne. Sur les premières vertèbres cervicales, on constate des fractures, plus ou moins associées à des luxations. Les lésions entre C3 et T6 sont diverses et plus rares.

En région thoraco-lombaire, on constate une augmentation du nombre de lésions, avec une augmentation importante des luxations.

En région lombo-sacrée, on constate une augmentation du nombre de fractures.

Répartition des stades neurologiques en fonction des sites de lésions :

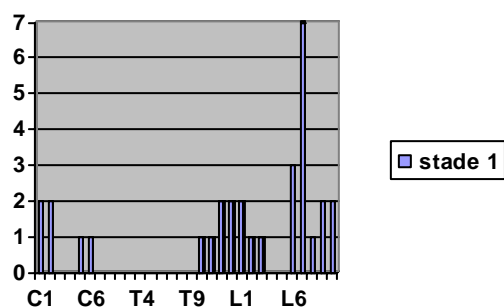


Figure 68 : répartition des lésions pour les animaux au stade 1

La majorité des lésions se situe en région thoraco-lombaire et lombo-sacrée (25 vertèbres touchées dans cette région).

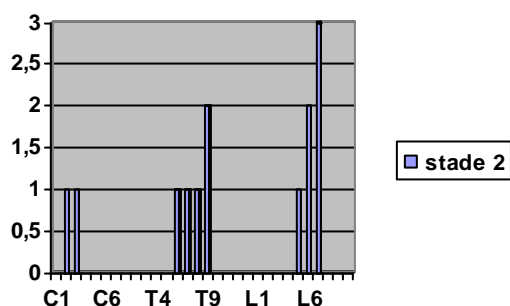


Figure 69: répartition des lésions pour les animaux au stade 2

La majorité des lésions se situent en région thoracique et lombo-sacrée.

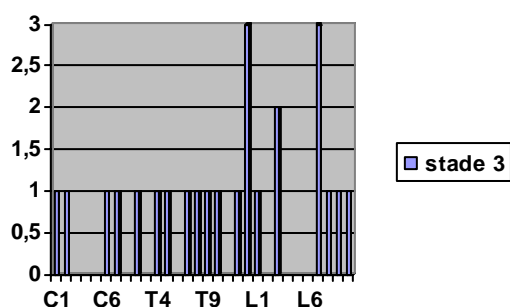


Figure 70: répartition des lésions pour les animaux au stade 3

Les lésions sont réparties tout le long de la colonne.

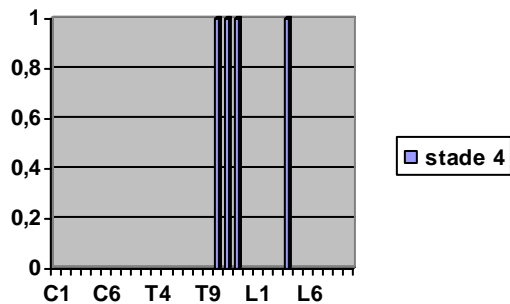


Figure 71: répartition des lésions pour les animaux au stade 4

Sur les 3 cas en stade 4, les lésions se situent en région thoraco-lombaire.

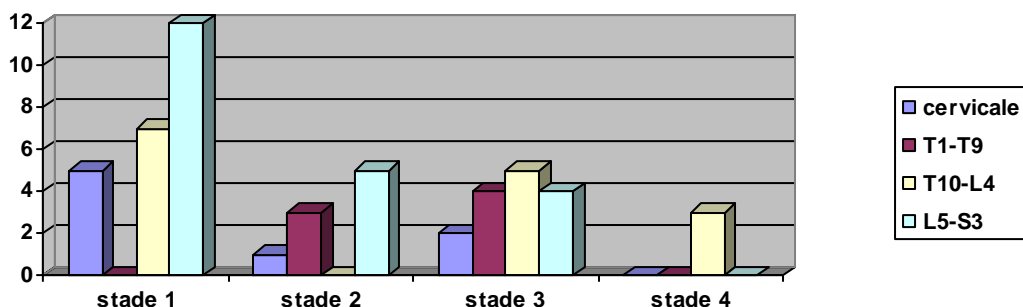


Figure 72: répartition des lésions pour chaque stade neurologique

On constate qu'en région cervicale, les stades neurologiques sont majoritairement en stade 1; en région thoracique, les stades 2 et 3 sont prédominants ; en région thoraco-lombaire les stades vont de 1 à 4. En région lombo-sacrée, le stade 1 représente 57 % des lésions, le stade 2 représente 24% et le stade 3 : 19%.

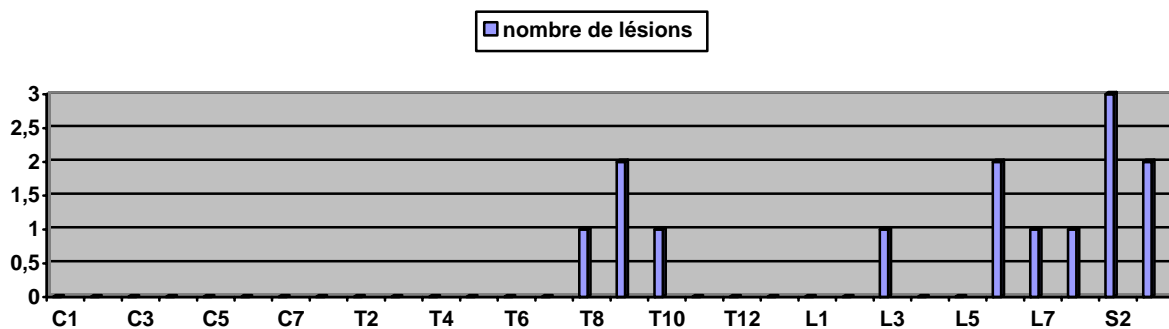


Figure 73: répartition des lésions chez le chat

On constate que chez le chat, les lésions sont absentes en région cervicale, et sont majoritaires en région lombo-sacrée.

Choix du traitement

Parmi les 52 animaux traités dans l'étude, 71% sont traités chirurgicalement et 29% sont traités médicalement.

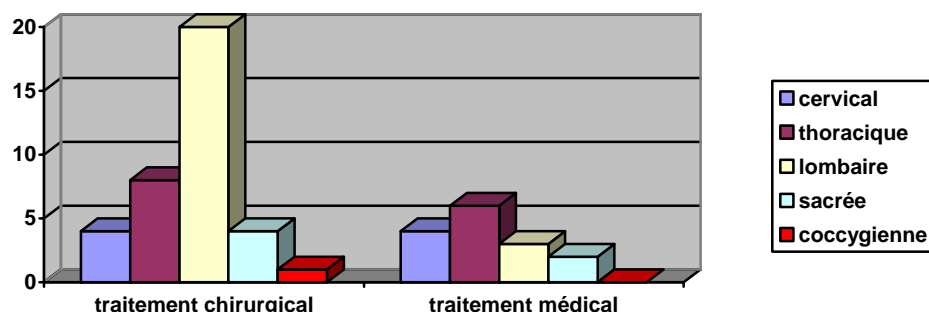


Figure 74 : répartition du traitement en fonction de la localisation

On constate une répartition équivalente entre les traitements chirurgicaux et les traitements médicaux pour les lésions cervicales et sacrales. En revanche, il existe une légère différence pour les lésions thoraciques et une importante différence pour les lésions lombaires ; dans ces deux derniers cas, c'est le traitement chirurgical qui est majoritaire. Cependant, il faut garder à l'esprit que pour certains cas, le traitement chirurgical a été proposé et refusé par les propriétaires.

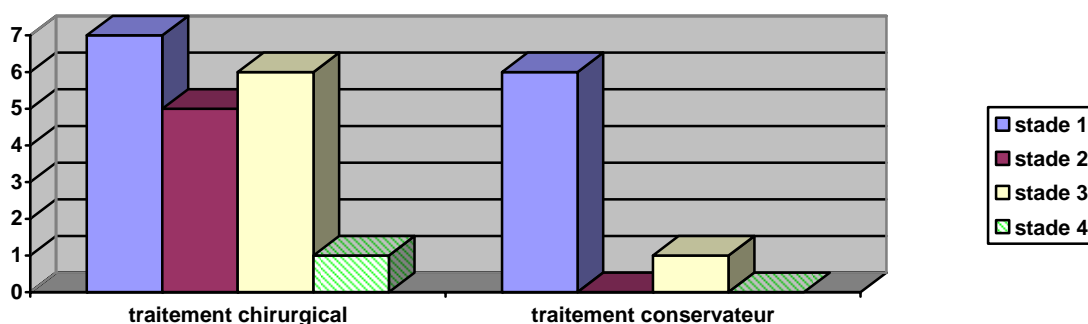


Figure 75 : répartition du traitement en fonction du stade neurologique

Pour le stade 1, on constate une répartition similaire entre traitement conservateur et traitement chirurgical. Pour les autres stades, on constate un pourcentage beaucoup plus élevé de cas traités chirurgicalement.

B- Résultats des animaux opérés

Nous allons voir en fonction de chaque cas, quel type de montage a été utilisé et quel est le stade neurologique de l'animal après l'intervention chirurgicale.

Cas	Site de la lésion	Type de montage	Complications	Année
1	Luxation T9-T10	?		2002
2	Fracture L5-L6	2 plaques vissées		2001
3	Fracture L7	2 plaques vissées		2001
4	Luxation T12-T13	plaque vissée + vissage facettaire articulaire		2001
5	Fracture L7	Broche transiliaque		1999
6	Fracture sacrum	Broches sacro-coccygiennes		1999
7	Fracture T13	Plaque vissée + 2 broches + vissage facettaire articulaire	Montage instable, mais animal non réopéré complication plaie	1999
8	Fracture L7+ sacrum	Broche transiliaque	Section complète des nerfs de la queue de cheval (non chirurgical)	1998
9	Fracture S2-S3	Brochage en X + vissage facettaire articulaire	Migration d'une broche : animal réopéré	1998
10	Luxation T13-L1+ fracture L1	Plaque		1997
11	Fracture L7	Broche transiliaque		1996
12	Luxation T8-T9	?		1996
13	Luxation C6-C7	Broches + vis	1 broche dépasse dans le canal vertébral : animal réopéré	1994
14	Fracture T9	3 broches	Migration d'une broche : animal réopéré	2001
15	Fracture L7	?		1998
16	Fracture C2	?		2001
17	Luxation+ fracture L6-L7	Broches + poly-méthylmétacrylate + vissage facettaire articulaire	Complication de plaie : pose d'un drain + pls rinçages	1998
18	Luxation + fracture C2-C3	?	Complication plaie	2000
19	Fracture L7	?		2001
20	Fracture L4	?		1997

Tableau XXXVI : montages utilisés et complications en fonction du site lésionnel et de l'année
? : dossier incomplet

Les complications post-opératoires dues à des défaillances au niveau du montage touchent 3 animaux (cas 9, 13, 14), soit 15%. Les localisations sont différentes : S2-S3, C6-C7, T9 ; en revanche, il s'agit du même type de montage utilisant des broches.

Lors de complications à court terme, on peut un assister à une aggravation des déficits neurologiques, due à une mauvaise stabilisation ou une mauvaise implantation du montage (54). Il y a nécessité de réintervention immédiate. C'est ce qui a été réalisé ici.

Les complications de plaies sont notées pour les cas 7, 17, 18. Dans le cas 17, l'animal a du être réopéré plusieurs fois pour nettoyer la plaie.

Parmi les animaux dont le questionnaire n'a pas été renvoyé :

Cas	Site de la lésion	Type de montage	Complications	Années
1	Fracture L6	Fixateur externe en cadre (transiliaque et L6)		1996
2	Fracture des vertèbres coccygiennes	Amputation		1997
3	Fracture L7	Broche transiliaque		1998
4	Fracture S2-S3		Euthanasie per-op : rupture des nerfs	2002
5	Fracture L6+ luxation L6-L7	Plaque vissée + broches + vissage pédiculaire		1994
6	Fracture L7	Brochage transiliaque	Euthanasié 10 J post-op pour IU	1994
7	Fracture C2+ luxation C1-C2	? : opéré à l'extérieur	Mort au réveil	1993
8	Fracture L7	2 broches + 5 vis + poly-méthylmétacrylate		2002
9	Fracture T10	Plaque vissée + broche		1997
10	Fracture L6	2 broches transiliaques + fixateur externe	Sub-luxation post-chirurgical : animal réopéré (retrait fixateur externe)	1996
11	Fracture L7	Broche transiliaque	Migration de broche : animal réopéré	1995
12	Fracture L7	Broche transiliaque + vissage facettaire		1995
13	Fracture T7+ luxation T7-T8	Plaque vissée		1994
14	Fracture L7	Broche transiliaque + vissage pédiculée		1992
15	Fracture L6	Plaque vissée + vissage facettaire		1997
16	Fracture T6-T7	?		2000
17	Fracture L3	Plaque vissée+ broche + vissage articulaire	Abcès sous plaque : retrait plaque + poly méthylmétacrylate + parage de plaie	1998

Tableau XXXVII : montages utilisés et complications en fonction du site lésionnel et de l'année
? : dossier incomplet

Sur les trois complications post-opératoires recensées, deux sont dues à une défaillance du montage à base de broches. Le troisième cas est dû à un abcès sous plaque; un antibiogramme a été réalisé et un germe a été isolé: staphylococcus intermedius.

On constate que toutes les complications ont eu lieu avant l'année 2000, sauf le cas 14 du premier tableau; on peut en conclure une amélioration dans la technique chirurgicale et dans les dispositifs choisis.

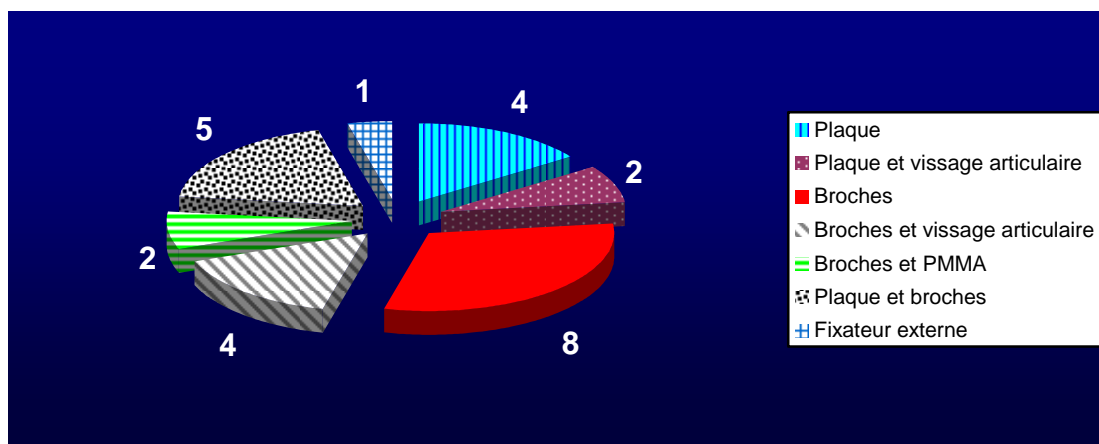


Figure 76: synthèse des montages utilisés sur 26 animaux

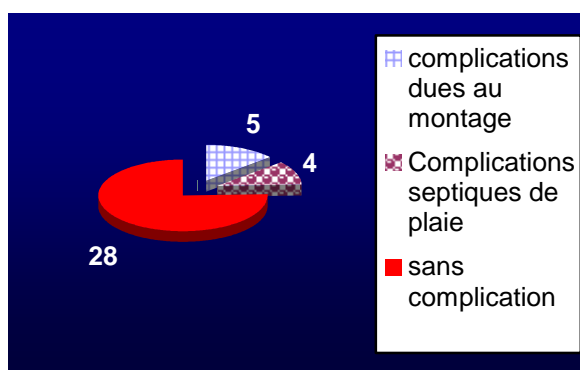


Figure 77: synthèse des complications sur les 37 animaux opérés

Les seules complications dues à des défauts de montage à l'école sont obtenues avec des broches. Elles ont été posées sur dix neuf animaux, seules ou en combinaison avec d'autres implants, et on constate des complications dans 26% des cas.

Cas	Stade neurologique pré-op	IU,IF,Sh	Stade neurologique post-op
1	3		Euthanasié 4 j post-op
2	2		DCD en post-op
3	2		DCD en post-op
4	3		1
5	1		Normal
6	1		DCD en post op
7	3		1
8	3	IU, IF	Euthanasié en per-opératoire
9	1		Normal
10	3	Shiff	1
11	3		Boiterie sans appui + douleur 1
12	2	IU	DCD en post-op
13	3		Normal
14	2		1
15	1		Normal
16	1		Normal
17	1		Normal
18	2	IU, IF	Normal
19	1	IU	1, tjrs IU Rq : opération a eu lieu 6 mois après l'accident
20	4		4 Rq : euthanasié 3 mois + tard

Tableau XXXVIII : évolution des animaux opérés

? : dossier incomplet

IU : incontinent urinaire, IF : incontinent fécal, Sh : shiff-shérington

Nombre d'animaux euthanasié en per-opératoire : 1

Cet animal a été euthanasié car les racines nerveuses étaient coupées.

Nombre d'animaux décédés en post-opératoire : 4

Nombre d'animaux euthanasié en post-opératoire : 2

Seuls 18 cas nous intéressent en post –opératoire (les cas 8 et 19 sont exclus) : le cas 8 a été euthanasié en per-opératoire et le cas 19 a été opéré dans une clinique privée; la chirurgie n'a pas été proposée à l'école car le pronostic était trop sombre ; c'est le seul cas où l'on ne constate pas d'amélioration.

Quatre animaux sont morts en post-opératoire : un animal était en stade I et trois animaux en stade II; les localisations des lésions étaient variées : huitième et neuvième vertèbres thoraciques, cinquième, sixième et septième vertèbres lombaires, et le sacrum.

Un cinquième animal a été euthanasié quatre jours après l'opération suite à une dégradation très importante de son état neurologique et clinique.

Un animal a été euthanasié trois mois plus tard, mais son stade neurologique était 4 en pré-opératoire ; l'animal avait donc un pronostic très sombre.

Les douze autres animaux opérés sont améliorés d'un point de vue neurologique après la chirurgie.

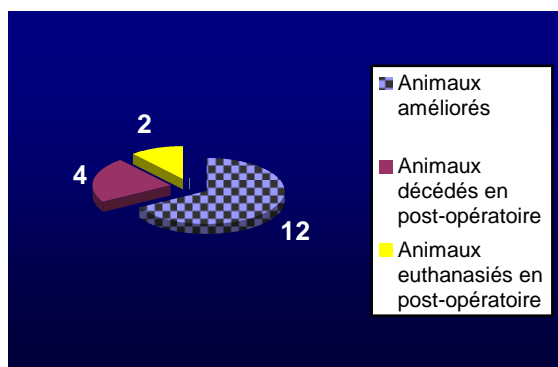


Figure 78: résultats des animaux opérés à l'école

On a 67 % d'amélioration avec le traitement chirurgical.

Parmi les animaux améliorés en post-opératoire, il est intéressant de savoir si le stade neurologique pré-opératoire a une incidence sur cette amélioration.

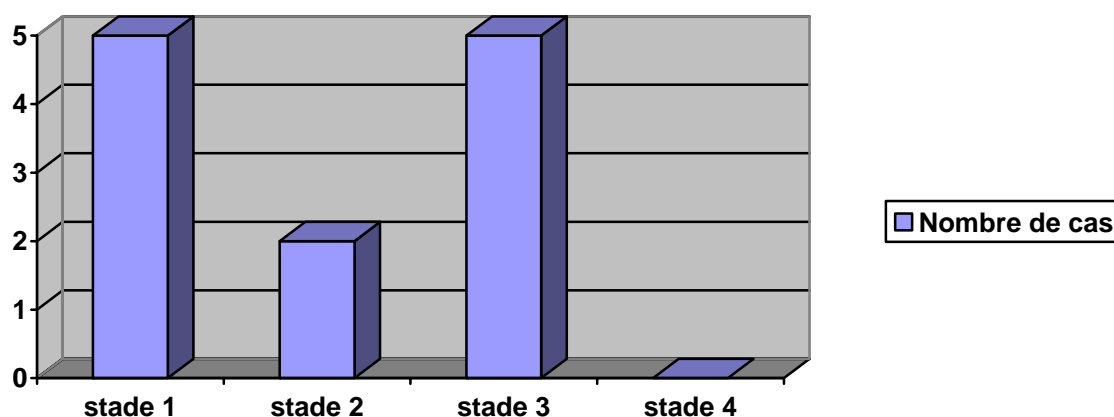


Figure 79: nombre de cas s'étant améliorés en fonction du stade neurologique

L'absence d'amélioration en stade IV ne peut-être interprété, car on ne peut se baser que sur un seul cas.

Les cinq animaux qui ne sont pas redevenus normaux d'un point de vue neurologique étaient aux stades neurologiques II et III en pré-opératoire.

Sur les 7 animaux redevenus normaux en post-opératoire, cinq avaient un stade neurologique I en pré-opératoire ; les deux autres étaient en stade II et III.

Il semble que la récupération neurologique de l'animal soit fonction du stade neurologique pré-opératoire de l'animal.

C- Résultats des animaux ayant subi un traitement médical

Cas	Stade neurologique avant traitement	IU, IF, Sh	Stade neurologique après traitement
1	1		Boiterie
2	1		Douleur
3	1		Normal
4	3	IU	Décède pendant l'hospitalisation
5	1	IU, IF	Euthanasié pour IU et IF, pls mois après accident
6	1		Normal à 1
7	1		Normal

Tableau XXXIX : évolution des animaux non opérés

En ce qui concerne les animaux traités médicalement et dont les propriétaires n'ont pas renvoyé le questionnaire :

Cas	Stade neurologique	IU, IF, Sh	Devenir
1	1		?
2	3	Sh	?
3	1		?
4	1		?
5	1		Euthanasié pour discordance 4 j après
6	?		?
7	3		?
8	?	IU, IF	?

Tableau XXXX : évolution des animaux non opérés

On constate à nouveau que plus de 50 % des animaux traités médicalement sont en stade I. En ce qui concerne le tableau, aux cas 1, 2 et 7, un acte chirurgical a été proposé mais les propriétaires ont refusé soit pour des raisons financières, soit à cause des risques chirurgicaux. Un traitement chirurgical était prévu en 2^o intention si le traitement médical n'aboutissait pas pour les cas : 2, 3, 4, 5, 6, 7. Sur les 7 cas, 2 animaux ont remarché normalement, 3 se sont améliorés mais ont gardé quelques séquelles ; enfin un animal est décédé et un autre a dû être euthanasié car il est resté incontinent fécal et urinaire. On constate donc une amélioration dans 71% des cas.

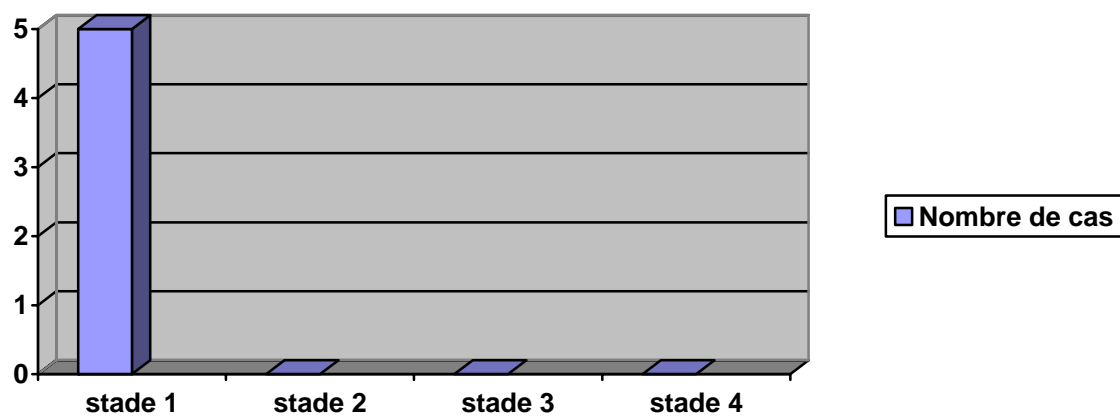


Figure 80: nombre de cas s'étant amélioré en fonction du stade neurologique

Les cas traités médicalement avec réussite sont en stade I, sans incontinence.

En conclusion, on constate une amélioration en stade 1 pour les deux traitements ; pour le traitement conservateur, il est impossible de conclure sur les autres stades, étant donné le faible nombre de cas.

III- Discussion

A- A propos des résultats

Seuls les animaux dont les propriétaires ont renvoyés le questionnaire sont pris en compte dans cette étude. En ce qui concerne les vingt animaux opérés, l'animal euthanasié en per-opératoire ne sera pas compris dans les résultats qui vont suivre ; en effet, pour ce cas, aucun traitement n'a réellement été entrepris.

	Traitement chirurgical	Traitement conservateur	Nombre d'animaux décédés ou euthanasiés après traitement :	
			Chirurgical	Conservateur
Stade 1	7	6	1 (14%)	1 (17%)
Stade 2	5	0	3 (60%)	
Stade 3	6	1	1 (17%)	1 (100%)
Stade 4	1	0	1 (100%)	

Tableau XXXXI : comparaison en fonction du stade neurologique et du traitement réalisé, le nombre d'animaux décédés ou euthanasiés

Le pourcentage d'animaux euthanasiés après traitement ne semble pas lié au stade neurologique. 31% d'animaux ont été euthanasiés suite au traitement chirurgical, et 28% suite au traitement médical.

	Traitement chirurgical	Traitement conservateur
Récupération complète	7 cas (36,8%)	3 cas (42%)
Récupération incomplète	5 cas (26,3%)	2 cas (28%)
Absence d'amélioration	1 cas (5,3%)	0
Animal décédé ou euthanasié après traitement	6 cas (31,6%)	2 cas (28%)
Nombre de cas	19	7

Tableau XXXXII : comparaison de la récupération des animaux en fonction du traitement qu'ils ont reçu

Bien que les nombres de cas totaux ne soient pas identiques, il semble que le pourcentage de récupération complète soit supérieur lors de traitement conservateur ; le nombre d'animaux ayant une récupération incomplète est supérieur également pour le traitement conservateur.

Le nombre d'animaux décédés est supérieur lors de traitement chirurgical.

Cependant, nous avons vu que les animaux opérés présentaient un stade neurologique plus grave que les animaux traités médicalement, et que d'autre part, le traitement médical ne permet une amélioration que pour les stades I.

Ainsi, pour les stades I, le traitement médical paraît être une bonne alternative ; pour les stades supérieurs, le traitement chirurgical offre plus de chance de récupération d'après cette étude.

Il est regrettable que nous ne connaissions pas la durée d'évolution des symptômes avant la consultation; cela aurait été un facteur intéressant à étudier, mais ces données n'étaient malheureusement pas disponibles.

B- Comparaison avec les autres études rétrospectives.

MCKEE (28) dans son étude dénombre 80 % de chiens et 20% de chats, FEENEY et OLIVER (18) dénombrent 78,5% de chiens et 21,5% de chats, ce qui est similaire à ce que nous obtenons dans notre étude. L'accident de la voie publique est aussi la première cause de lésion vertébrale.

La majorité des fractures se situe sur le rachis lombaire et la majorité des luxations se situe en région thoracolombaire, comme c'est le cas dans notre étude.

FEENEY et OLIVER (18) dans leur étude sur 121 cas, constatent que chez le chat, c'est la zone sacro-coccygienne qui est la plus touchée ; dans notre étude, c'est la zone lombo-sacrée qui paraît la plus touchée.

En ce qui concerne le choix du traitement, TURNER (49) et SELCER (40) constatent dans leur étude que plus de la majorité des animaux sont traités médicalement, ce qui est l'inverse dans notre cas. Cependant on a vu que les stades neurologiques avancés nécessitaient une intervention chirurgicale ; or, l'école a une clientèle d'animaux référés, il est donc logique que les cas chirurgicaux soient plus nombreux. En effet, les cliniques qui réfèrent à l'école ont peut-être préalablement essayé les traitements médicaux sur les animaux référés pour chirurgie. Cependant les études rétrospectives de TURNER (49) et SELCER (40) ont été faites dans des universités américaines, qui sont elles aussi des structures d'animaux référés.

MCKEE (28) répertorie les différents montages utilisés lors de stabilisation vertébrale :

- 8 animaux ont eu des plaques vertébrales en région thoraco-lombaire
- 2 animaux ont eu des vis vertébrales en région cervicale
- 1 animal a eu des broches et du métacrylate
- 1 animal a eu un montage à l'aide de broches sur les processus épineux

L'auteur signale qu'avec les deux derniers montages, il a obtenu des réductions non optimales.

Dans notre étude, les complications ont été notées sur des montages avec broches et notamment des migrations de broche. Il s'agit donc du même type de montage et de complications que dans notre étude.

Dans son étude rétrospective, MCKEE (28) propose dix-huit traitements conservateurs et seize traitements chirurgicaux ;

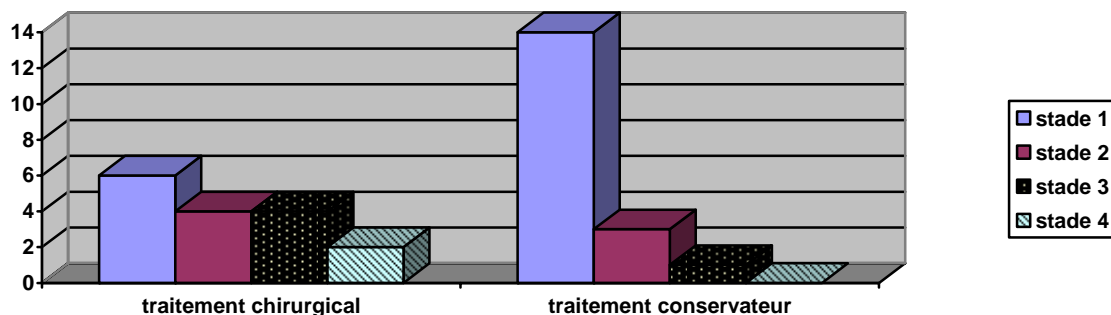


Figure 81: traitement choisi en fonction du stade neurologique dans l'étude de MCKEE (28)

Les animaux subissant un traitement conservateur sont majoritairement de stade neurologique I ; on note quelques cas aux stades II et III, en revanche aucun au stade IV. En

comparaison avec notre étude, la répartition paraît similaire, sauf que les stades 1 sont majoritairement en traitement conservateur ; tandis que dans notre étude, les stades I sont répartis équitablement entre traitement conservateur et traitement chirurgical.

Parmi les animaux ayant subi un traitement conservateur, 72% ont une récupération complète et 94% sont améliorés, alors que suite à un traitement chirurgical seulement 50% ont une récupération complète et 87% sont améliorés. Les résultats dans l'étude de MCKEE (28) sont supérieurs à ceux obtenus dans notre étude.

Cependant des biais sont introduits dans notre étude: on a vu que pour trois animaux, un traitement chirurgical a été proposé et les propriétaires ont refusé et ont opté pour un traitement conservateur. Or on constate chez deux de ces animaux une récupération incomplète et le troisième a été euthanasié. On peut donc imaginer que le pourcentage de récupération complète au moins d'un point de vue médical serait plus élevé si ces animaux avaient été opérés.

En ce qui concerne les animaux opérés, on a vu que la majorité des complications post-opératoires étaient survenues avant l'année 2000 ; on observe une amélioration de la technique chirurgicale et donc certainement une augmentation du nombre de réussites.

MCKEE (28) montre que lors de récupération complète, celle-ci est plus rapide avec un traitement chirurgical qu'avec un traitement médical.

WAHERS et LIPOWITZ (54) se sont intéressés aux complications à long terme suite à des stabilisations sur fractures vertébrales. Dans son étude, sur 17% (3 sur 18) des chiens stabilisés avec des broches et du méthylmétacrylate, on observe une migration des broches. Il constate la formation d'un tissu cicatriciel, responsable d'une compression chez un chien non opéré ; il a également constaté la formation d'un granulome compressif suite à une chirurgie. Les compressions nerveuses associées à des infections et des proliférations osseuses ont été rapportées chez des chiens opérés de la septième vertèbre lombaire. Enfin les plaques de Lubra ont déjà provoqué des réactions similaires à des corps étrangers. Aucune complication à long terme n'a été notée dans notre étude, sur une période d'un an post-opératoire.

WHEELER *et al.* (57) montrent que les complications post-opératoires dues à des défaillances de montages sont plus nombreuses en région thoracique qu'en région lombaire quand on utilise des broches vertébrales. Dans notre étude, les complications sont majoritairement observées lors de l'utilisation de broches vertébrales ; mais la région thoracique ne semble pas plus touchée que les autres régions de la colonne.

C- Conclusion

Le choix entre traitement médical et chirurgical ne peut reposer sur une comparaison des résultats obtenus pour chacun de ces traitements. En effet les indications respectives des traitements ne sont pas les mêmes.

On peut néanmoins conclure qu'à stade équivalent, les risques chirurgicaux sont à prendre en considération si une alternative médicale est envisageable. D'autre part, pour les cas neurologiques avancés, un traitement chirurgical doit être entrepris. Enfin, les pourcentages de récupération après traitement conservateur ou après traitement chirurgical semblent plus importants dans la littérature que dans notre étude. On constate une amélioration dans 66,7% des cas lors de traitement chirurgical et 71,4% des cas lors de traitement conservateur.

D'un point de vue technique, les montages chirurgicaux sont nombreux ; conformément à ce qui est décrit dans la littérature, le montage avec broches est le seul montage où on a constaté des complications dans notre étude.

CONCLUSION

Les traumatismes de la colonne vertébrale sont fréquents chez les carnivores domestiques. La colonne thoraco-lombaire et plus précisément sa portion lombaire, sont les plus touchées. Le canal rachidien étant très étroit dans cette région, les lésions neurologiques sont fréquentes et graves.

L'imagerie présente un grand intérêt dans le diagnostic et participe, avec la prise en compte du stade neurologique, à la décision chirurgicale. L'instabilité rachidienne, évaluée sur clichés radiographiques par la théorie des trois compartiments, et la compression médullaire sont des indications opératoires absolues.

Le but de la chirurgie est de décompresser, aligner et stabiliser. Les techniques de stabilisation sont variées et les montages ont chacun des propriétés biomécaniques différentes. Chaque segment de la colonne vertébrale présente des spécificités anatomiques, impliquant des voies d'abord et des dispositifs de stabilisation différents, que le neurochirurgien doit connaître.

Ce travail de thèse nous a permis d'étudier pour les principaux montages décrits dans la littérature, les angles d'implantation des implants, ainsi que leur point d'implantation précis. Des angles sont définis ; les angles limites sont ceux qu'il ne faut pas dépasser afin d'éviter une effraction dans le canal médullaire ou de compromettre la solidité du montage. L'angle idéal est l'angle qui permet de traverser la plus grande longueur d'os et donc qui confère à l'implant un meilleur ancrage dans la vertèbre.

De nouveaux montages et de nouveaux points d'implantation ont également été étudiés, nous permettant d'introduire d'un point de vue théorique de nouveaux dispositifs de stabilisation. Des études biomécaniques de stabilité en flexion, extension et rotation sont nécessaires pour révéler les avantages et les inconvénients de ces nouvelles techniques.

L'étude rétrospective sur les traumatismes de la colonne vertébrale nous a permis de comparer les résultats obtenus à l'école avec ceux décrits dans la littérature. Il semble que le pourcentage d'animaux opérés soit plus élevé à l'école. Cependant un biais est introduit puisque l'école est une structure de référés. Il semble également que les pourcentages d'animaux améliorés soient inférieurs à l'école. Les complications obtenues en post-opératoire ont lieu avec les mêmes montages que ceux décrits dans la littérature.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Barone R., Anatomie comparée des mammifères domestiques, Ostéologie, Vigot, Lyon, 1986, 766p.
- 2- Blass C.E., Seim H.B., Spinal fixation in dogs using Steinmann pins and methylmetacrylate. Vet. Surg., 1984, 13, 203-210.
- 3- Beaver D.P., Mac Pherson G.C., Muir P., Johnson K.A., Methylmetacrylate and bone screw. Repair of seven lumbar vertebral fracture- luxation in dogs. J. Small. An. Pract., 1996, 37, 381-386.
- 4- Bojrab M.J. S.D.D., Bloomberg M.S., Biomechanics of spinal fractures and luxations. In: Disease mechanisms in small animal surgery, 2nd ed., Lea& Febiger, Philadelphia, 1983, 1001-1008.
- 5- Bojrab M.J. B.S.J., Tomlinson J.L., Spinal Trauma. In: Current Techniques in small animal surgery, 3rd ed. Lea& Febiger, Philadelphia, 1990, 636-648.
- 6- Borenstein N., Contribution à l'étude biomécanique de la mobilité du rachis du chien (étude radiologique). Thèse Méd. Vét., ENVA, Maisons-Alfort, 2001, 96 p.
- 7- Brawner W.R., Neuroradiology. In Slatter D.H. Textbook of small animal surgery. 2nd ed. Philadelphia, WB Saunders, 1993, 1008-1022.
- 8- Brawner W.R., Braund K.G., Shores A., Radiographic evaluation of dogs and cats with acute spinal cord trauma. Vet. Med. 1990, 85, 703-723.
- 9- Bruecker K.A., Seim H.B., Spinal fracture and luxations. In Slatter D.H. (ed). Textbook of small animal surgery. Second edition. Philadelphia, WB Saunders, 1993, 1110-1121.
- 10- Cabassu J.P., Traitement chirurgical des fractures et luxations cervicales et thoraco-lombaires. Enseignement post-universitaire de neurologie, Toulouse, 09 Juin 2000.
- 11- Cabassu J.P., Traitement chirurgical des fractures et luxations thoraco-lombaires. Congrès CNVSPA Paris, France, 1998.
- 12- Denis F., The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine, 1983, 8, 817-831.
- 13- Denny H.R., Spinal fractures and luxations. In: Brinker WO, Olmstead ML, Summer-smith G, Prieur W. (eds). Manual of internal fixation in small animals. Springer, 1998, 201-209.
- 14- Done H., Goody P.C., Evans S.A., Stickland N.C. In: Color atlas of veterinary anatomy. Philadelphia, WB Saunders, 1996, 58p.
- 15- Dulisch M.L., Withrow S.J., The use of plastic plates for fixation of spinal fractures in the dog. Can. Vet. J., 1979, 20, 326-332.

- 16- Evans E.H., Miller's anatomy of the dog, Saunders, Philadelphia 3rd ed., 1993, 1113 p.
- 17- Feeney D.A., Oliver J.E., Blunt spinal trauma in the dog and cat: insight into radiographic lesions. J Am Anima Hosp Assoc., 1980, 16, 885-890.
- 18- Feeney D.A., Oliver J.E., Blunt spinal trauma in the dog and cat: neurologic, radiographic, and therapeutics correlations. J Am Anim Hosp Assoc., 1980, 16, 664-668.
- 19- Fossum T.W., Hedlung C.S., Hulse D.A. et al., Surgery of the thoracolumbar spin, in Small Animal Surgery, Duncan, Moby. 1997, 1101-1130.
- 20- Garcia J.N., Milthrope B.K., Russel K.A., Johnson K.A., Biomechanical study of canine spinal fracture fixation using pins or bone screws with poly methyilmétacrylate. Vet. Surg. 1994, 23, 322-329.
- 21- Grussendorf H., Therapie der lumbosakralen malartikulation durch arthrodese der kleinen wirbelgelenke. Kleintierpraxis, 1991, 36, 501-504.
- 22- Hecquet N., Fracture d'une vertèbre lombaire chez un chien, Le point vétérinaire, Juin 2002, 226, 56-61.
- 23- Jeffery N.D., Handbook of small animal Surgery. London, W.B., Saunders, 1995, 236 p.
- 24- Jones J.C., Cartee R.E., Bartels J.E., Computed tomographic anatomy of the canine lumbosacral spine. Vet. Radiol. Ultrasound., 1995, 36, 91-99.
- 25- Kirby B.M., Spinal fracture/ luxation. Vet. Clin. North. Am. (Small Anim. Pract.), 1995, 25, 5, 1149-1174.
- 26- Mac anulty J.F., Lenehan T.M., Maletz L.M., Modified segmental spinal instrumentation in repair of spinals fractures and luxations in dogs. Vet. Surg., 1986, 15 (2), 143-149.
- 27- Matthiesen D.T., Thoracolumbar spinal fractures/ luxations : surgical management. Compendium on continuing education for the practicing veterinarian, 1983, 10, 867-878.
- 28- Mckee W.M., Spinal trauma in dogs and cats: a review of 51 cases. Vet. Rec., 1990. 126(12), 285-289.
- 29- Meheust P., Mallet C., Marouze C., Une nouvelle technique de stabilisation lombo-sacrée: l'arthrodèse par visage pédiculaire, considerations anatomiques, Prat. Med. Chir. Anim. Comp., 2000, 35 (3), 193-199.
- 30- Meheust P., Une nouvelle technique de stabilisation lombo-sacrée : l'arthrodèse par vissage pédiculaire, étude clinique de 5 cas, Prat. Med. Chir. Anim. Comp., 2000, 35 (3), 201-207.
- 31- Moissonnier P., Eléments de neurochirurgie vétérinaire. Cours de chirurgie ENVA 2003.
- 32- Panjabi M.M., O.T.R., Kifune M., Arand M., Wen L., Chen A., Validity of the three-column theory of thoracolumbar fractures. Spine, 1995, 20 (10), 1122-1127.

- 33- Pare B., Gendreau C.L., Robbins H.A., Open Reduction of sacral fractures using transarticular implants at the articular facets of L7-S1: 8 consecutive canine patients (1995-1999), *Vet. Surg.* 2001, 30, 476-481.
- 34- Park R.D., Diagnostic imaging of the spine. *Prog. In Vet. Neurol.*, 1990, 1, 371-386.
- 35- Patterson R.H., Smith G.K., Backsplinting for treatment of thoracic and lumbar fracture/luxation in the dog: principles of application and case series. *Veterinary comparative orthopaedics and traumatology*, 1992, 5, 179-187.
- 36- Petit-etienne G.F.L., Etude biomécanique in vitro des principales stabilisations chirurgicales de la jonction thoraco-lombaire en post-opératoire immédiat chez le chien. Thèse Méd. Vét., ENVA, Maisons-Alfort, 2001, 164 p.
- 37- Phillips L., Blackmore J., Kirschner-Ehmer device alone to stabilize caudal lumbar fractures in small dogs, *Vet. Comp. Orthop. Trauma.*, 1991, 4, 112-115.
- 38- Rouse G.P. M.J.I., The use of méthylmétacrylate for spinal stabilization. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1975, 11, 418-425.
- 39- Sande R.D., Radiography, myelography, computed tomography, and magnetic resonance imaging of the spine. *Vet. Clin. N. Amer. (Small Anim. Pract.)*, 1992, 22, 811-831.
- 40- Selcer R.R., Management of vertebral column fractures in dogs and cats: 211 cases (1977-1985), *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1991, 198, 1965-1969.
- 41- Shores A., Braund KG., Brawner WR., Management of acute spinal cord trauma. *Vet Med.* 1990, 85, 7, 724-739.
- 42- Shores A., Fractures and luxations of the vertebral column. *Vet. Clin. North. Am. (Small Anim. Pract.)*, 1992, 22, 1, 171-181.
- 43- Shores A., Spinal Trauma. Pathophysiology and management of traumatic spinal injuries. *Vet. Clin. N. Amer. (Small Anim. Pract.)*, 1992, 22, 860-887.
- 44- Sisson A.F., Lecouteur R.A., Ingram J.T., Park R.D., Child G., Diagnosis of cauda equina abnormalities by using electromyography, discography, and epidurography in dogs. *J. Vet. Internal Med.*, 1992, 6, 5, 253-263.
- 45- Slatter D., Textbook of small animal surgery. 2nd ed., Philadelphia, W.B. Saunders, 1993, 2362 p.
- 46- Smith G.K., Walter M.C., Spinal decompressive procedures and dorsal compartment injuries: comparative biomechanical study in canine cadavers, *Am. J. Vet. Res.*, 1988, 49, 2, 266-273.
- 47- Swaim S.F., Vertebral and spinal cord surgery. In: H.B.F. Oliver J.E., Mayhew I.G., *Veterinary Neurology*, Philadelphia, WB Saunders Co, 1987, 424-458.

- 48- Swaim S.F., Vertebral body plating for spinal immobilization. Journal of the American Veterinary Medical Association, 1971, 158, 1683-1695.
- 49- Turner W.D., Fractures and fractures-luxations of the lumbar spine: a retrospective study in the dog. J. Am. Anim. Hosp. Assoc., 1997, 459-464.
- 50- Ullman S.L., Boudrieau R.J., Internal skeletal fixation using a kirschner apparatus for stabilization of fracture/ luxations of the lumbosacral joint in six dogs, Vet. Surg., 1993, 22, 11-17.
- 51- Viateau V., Reviron T., Moissonnier P., Viguiet E., Le syndrome queue de cheval chez le chien : étude rétrospective sur 17 cas. Point Vét., 1991, 138, 411-423.
- 52- Viateau V., Moissonnier P., Le syndrome de la queue de cheval, 2^o partie : diagnostic et traitement. Point Vét., 1991, 23, 173-186.
- 53- Viguiet E., Evaluations biomécanique du rachis chez l'animal. « Mise au point de modèles expérimentaux ». Thèse de doctorat, Biomécanique, Paris, 1996, 214 p.
- 54- Wahers D.J., Lipowitz A.J., Spinal fractures. In : Complications in small animal surgery. Baltimore, Williams and Wilkins, 1996, 555- 562.
- 55- Walters M.C., Smith G.K., Newton C.D., Canine lumbar spinal internal techniques, a comparative biomechanical study. Vet. Surg., 1986, 15, 1991-1998.
- 56- Weber I., Interets de la myélographie et de la tomodensitométrie dans l'exploration des affections médullaires et vertébrales chez le chien. Thèse Méd. Vét., ENVA, Maisons-Alfort, 1998, 64 p.
- 57- Wheeler J.L., Cross A.R., Rapoff A.J., A comparaison of the accuracy and safety of vertebral body pin placement using a fluoroscopically guided versus an open surgical approach: an in vitro study. Vet Surg., 2002, 31, 468-474.
- 58- Wheller S.J., Sharp J.H., Small animal spinal disorders - diagnosis and surgery. Mosby-Wolfe, London, 1994, 224p.
- 59- Wolter D., Vorschlag fuer eine Einteilung von Wirbelsaueulenverletzungen. Unfallchirurg., 1985, 88, 431- 485.
- 60- Wong W.T., Emms S.G., Use of pins and méthylmethacrylate in stabilisation of spinal fractures and luxations. J. of Small Anim. Pract., 1992, 33, 415-422.

ANNEXES

Questionnaire de suivi des animaux des animaux opérés d'une chirurgie vertébrale à l'école nationale vétérinaire d'Alfort.

Cochez les cases correspondantes à la situation de votre animal

NB : veuillez ne répondre à aucune question au hasard

si vous ne répondez pas à une question, veuillez toujours marquer pourquoi : question trop précise, question non comprise, souvenirs trop vagues....

A certaines questions, il vous est demandé de préciser ; c'est bien entendu si vous le pouvez.

Le nombre de réponses souhaitées est précisé pour chaque question.

Si vous avez des remarques ou des précisions à ajouter, annoter les à coté de la question correspondante.

Avant l'opération :

1. La lésion de votre animal est due à : *(1 seule réponse)*

- ☐ un accident de la voie publique
- ☐ une chute
- ☐ une bagarre avec un autre animal
- ☐ une complication opératoire
- ☐ autres :(précisez)

2. Les signes cliniques observés avant l'opération : *(aucune à plusieurs réponses possibles)*

- ☐ un comportement anormal (un trouble de l'état général)
- ☐ une douleur vive : animal qui gémit et qui pleure
- ☐ ne retenait plus ses urines
- ☐ ne retenait plus ses selles

3. Votre animal se déplaçait : *(1 seule réponse)*

- ☐ oui, normalement (comme avant)
- ☐ oui, mais anormalement (si oui, répondre à la question 4)
- ☐ non, il ne se déplaçait plus du tout

4. Si votre animal se déplaçait anormalement, il présentait : *(1 à plusieurs réponses possibles)*

- ☐ une démarche anormale, mais les 4 pattes étaient posées au sol (incoordination motrice)
- ☐ une perte d'équilibre, des chutes
- ☐ une boiterie : marche en soulevant une patte (si oui, laquelle :.....)
- ☐ les griffes et les pattes traînaient par terre lors de la marche
- ☐ il se traîne avec les pattes avant, sans bouger les pattes arrières

☐ autre (précisez :)

5. La décision d'opérer a été prise: (*1 seule réponse*)

☐ immédiatement (précisez le temps écoulé entre l'apparition de la lésion et la chirurgie :)

☐ dans un second temps, car le traitement médical ne donnait pas de résultats satisfaisants

Si un traitement médical a été mis en place :

précisez l'intervalle de temps entre l'apparition de la chirurgie et le début du traitement médical.....

- précisez l'intervalle de temps entre l'apparition de la lésion et l'opération

- précisez le traitement médical qui vous a été prescrit sur votre ordonnance :

nom du médicament :

durée du traitement :

conseils en ce qui concerne le repos de l'animal :

En ce qui concerne l'opération :

6. Que pensez vous des information qui vous ont été données au sujet de la chirurgie: (*1 seule réponse*)

☐ satisfaisantes

☐ non satisfaisantes (pourquoi :)

7. L'opération a t-elle nécessité par la suite de nouvelles interventions chirurgicales: (*1 seule réponse*)

☐ non

☐ oui , à cause : ☐ d'une mauvaise stabilisation

☐ d'une défaillance au niveau du montage (ex : migration d'une broche)

☐ autres : (précisez :))

Après l'opération :

8. Avez vous mis votre animal au repos : (*1 seule réponse*)

☐ oui (si oui, répondez à la question suivante)

☐ non

9. Si vous avez mis votre animal au repos, quelles étaient les modalités : (*1 à plusieurs réponses*)

☐ aucun exercice : ne pas monter les escaliers, dans la voiture ou sur le canapé, pas de ballades (précisez la durée :))

☐ exercice limité

(combien de temps après la chirurgie :))

précisez la durée :))

(au bout de combien de temps avez vous permit à votre animal d'avoir l'activité qu'il désirait ?
.....)

10. Avez vous du donner des médicaments à votre animal : (1 seule réponse)

☐ non

☐ oui , précisez le(s) nom(s) :

la durée :

la dose :

11. La cicatrice se présentait : (1 seule réponse)

☐ bien dès le début ; il n'y a jamais eu de problèmes à ce niveau là

☐ mal au début, puis bien grâce aux différents pansements réalisés

☐ mal, avec des complications importantes qui ont durées longtemps

12. Le pansement devait être changé souvent car il était souillé par du sang : (1 seule réponse)

☐ oui(précisez à quel rythme vous deviez le changer :) .

☐ non

13. La peau autour de la cicatrice était très gonflée (œdème) : (1 seule réponse)

☐ oui

☐ non

14. Dans les 3 mois qui ont eu lieu après l'opération, avez vous constaté une modification de la douleur au niveau où a eu lieu la chirurgie : (1 à plusieurs réponses)

☐ une diminution de la douleur (au bout de combien de temps :.....)

☐ une augmentation de la douleur (au bout de combien de temps :.....)

15. En ce qui concerne les urines et les selles : (1 à plusieurs réponses)

☐ votre animal a retenu ses urines comme avant (si oui, précisez au bout de combien de temps après la chirurgie :)

☐ votre animal a retenu ses selles comme avant (si oui, précisez au bout de combien de temps après le chirurgie :)

☐ ce n'est jamais redevenu vraiment comme avant (précisez :)
.....)

16. La locomotion (la marche) : (1 seule réponse)

☐ l'animal n'a jamais remarché normalement, comme avant (si oui, répondre à la question suivante)

☐ l'animal a remarché comme avant (précisez au bout de combien de temps après la chirurgie :)

17. Si la locomotion n'est jamais redevenue normale, vous avez constaté : (1 seule réponse)

☐ une amélioration par rapport à avant la chirurgie (précisez :)
.....)

☐ aucune amélioration par rapport à avant la chirurgie

18. L'activité (monter les escaliers, sauter, courir) : (1 seule réponse)

☐ l'animal n'a jamais repris une activité normale (si oui, répondre à la question suivante)

☐ l'animal a repris une activité normale (précisez au bout de combien de temps après la chirurgie :)
.....)

Questionnaire de suivi des animaux ayant subi un traumatisme de la colonne vertébrale

Cochez les cases correspondantes à la situation de votre animal

NB : veuillez ne répondre à aucune question au hasard

si vous ne répondez pas à une question, veuillez toujours marquer pourquoi : question trop précise, question non comprise, souvenirs trop vagues....

A certaines questions, il vous est demandé de préciser ; c'est bien entendu si vous le pouvez.

Le nombre de réponses souhaitées est précisé pour chaque question.

Si vous avez des remarques ou des précisions à ajouter, annoter les à côté de la question correspondante.

1. Un diagnostic de fracture ou de luxation vertébrale a été posé avec certitude: (*1 seule réponse*)

☐ oui

☐ non (quelles autres hypothèses étaient alors envisagées:)

2. La lésion de votre animal est due à: (*1 seule réponse*)

☐ un accident de la voie publique

☐ une chute

☐ une bagarre avec un autre animal

☐ des complications opératoires

☐ autres (précisez :)

3. Vous a-t-on proposé d'opérer votre animal : (*1 seule réponse*)

☐ non, jamais

☐ oui (si oui, répondre à la question suivante)

4. Une opération vous a été proposée et vous avez refusé : (*1 seule réponse*)

☐ oui, à cause : ☐ des risques de la chirurgie

☐ du coût

☐ autres :

☐ non, je n'ai pas refusé l'opération (expliquez alors pourquoi celle-ci n'a pas eu lieu :)

5. Une opération était envisagée si le traitement médical n'apportait pas de bons résultats : *(1 seule réponse)*

☐ oui

☐ non

(précisez le traitement : nom des médicaments :
durée :
dose :)

6. Etes vous satisfait(e) du traitement médical : *(1 seule réponse)*

☐ oui, l'animal a retrouvé un état général comme avant

☐ oui, même si l'animal n'est pas redevenu vraiment comme avant (précisez :
.....)

☐ non, je ne suis pas satisfait(e) du traitement médical

7. Si c'était à refaire, accepteriez vous l'opération : *(1 seule réponse)*

☐ oui, tout de suite

☐ oui, après avoir essayé un traitement médical

☐ non

Table des illustrations

	pages
Figure 1: vues dorsale et ventrale de l'atlas, vue latérale de l'axis du chien	13
Figure 2: les ligaments atlanto-axiaux	14
Figure 3: vue latérale de vertèbres cervicales de chien	14
Figure 4: vue latérale de vertèbres thoraciques de chien	15
Figure 5: vues latérale, dorsale et ventrale de vertèbres lombaires de chien	16
Figure 6: os sacrum du chien et du chat	17
Figure 7: colonne vertébrale cervicale	18
Figure 8: les ligaments en région lombo-sacrée	19
Figure 9: les muscles en région thoracique	19
Figure 10: théorie des 3 compartiments	20
Figure 11: fracture en hyperflexion	22
Figure 12: biomécanique d'une fracture vertébrale en flexion	23
Figure 13: fracture en hyperextension	23
Figure 14: biomécanique d'une fracture vertébrale en extension	24
Figure 15: fracture en compression	24
Figure 16: biomécanique d'une fracture vertébrale comminutive	25
Figure 17: luxation vertébrale suite à une flexion (composante principale) et rotation	26
Figure 18: fracture/ luxation suite à une rotation (composante principale) et flexion	26
Figure 19: biomécanique des fractures vertébrales associées à une rotation	26
Figure 20: fracture transverse	27
Figure 21: répartition des lésions sur la colonne vertébrale	28
Figure 22 : configuration normale de deux vertèbres cervicales et luxation avec déplacement facettes	29
Figure 23 : radiographies de profil et de face, montrant une fracture de la treizième vertèbre thoracique	30
Figure 24: radiographie de profil montrant une luxation des quatrième et cinquième vertèbres lombaires	31
Figure 25 : radiographie de profil, montrant une fracture de la sixième vertèbre lombaire	32
Figure 26: radiographies de profil et de face montrant une fracture du plateau vertébral crânial de la première vertèbre lombaire	35
Figure 27: Myélographies de profil et de face, montrant un arrêt des deux colonnes de contraste en T13	35
Figure 28: théorie des 3 compartiments	37
Figure 29: radiographies de profil et de face, montrant une fracture de la quatrième vertèbre lombaire	38
Figure 30 : radiographie post-opératoire d'une stabilisation de l'articulation atlanto-occipital par vissage	41
Figure 31 : photo de profil d'un laçage métallique sur les deux premières vertèbres cervicales	41
Figure 32: photos de vis ventrales associées à du méthylmétacrylate	42
Figure 33 : vues ventro-dorsal et latérale de l'articulation atlanto-axiale, réduite par des vis articulaire	42
Figure 34 : schéma d'une plaque vertébrale ventrale sur des vertèbres cervicales	42
Figure 35 : schéma montrant l'utilisation de broches et de métacrylate sur les vertèbres cervicales	43
Figure 36 : Schéma montrant l'utilisation de broches de Steinmann et de métacrylate	43

Figure 37 : schéma montrant l'utilisation de broches et de métacrylate sur les vertèbres thoraciques et lombaires	44
Figure 38 : schéma montrant l'utilisation d'une plaque sur une vertèbre thoracique, avec une remise en place des côtes par des laçages	44
Figure 39 : schéma montrant l'utilisation de broches et de métacrylate sur des vertèbres thoraciques et lombaires	45
Figure 40 : schéma montrant l'utilisation d'une plaque vertébrale	45
Figure 41 : radiographies de face et profil montrant un brochage transiliaque	46
Figure 42 : A : Montage de Kirchner, B : Radiographie d'un chien traité par vissage transarticulaire et montage de Kirchner	46
Figure 43 : schéma montrant une fixation segmentaire modifiée	47
Figure 44 : schéma montrant des broches à la jonction entre le processus transverse et le corps vertébral	47
Figure 45 : radiographies post-opératoires de réparation à l'aide de vis et de PMMA	47
Figure 46 : radiographie post-opératoire en vue ventro-dorsale ; le montage est formé d'une broche de Kirchner passant dans la facette articulaire L7-S1, une broche et une vis dans le corps du sacrum	48
Figure 47 : montages sur os sec, vues dorsales ; mise en place de vis pédiculaire en L7 et S1 ; à droite, elles sont reliées entre elles par des barres la connexion se fait par un boulon et un écrou. Radiographies face et profil de la charnière lombo-sacrée	48
Figure 48 : schéma montrant un vissage des facettes articulaires	49
Figure 49 : schéma montrant un brochage des facettes articulaires	49
Figure 50 : schéma montrant des plaques vissées	49
Figure 51 : schéma montrant une stabilisation d'une fracture sacrée utilisant une vis de Kirchner et une broche	50
Figure 52 : radiographies de face et profil montrant une fracture du corps de la septième vertèbre lombaire	51
Figure 53 : image tomодensitométrique d'une vertèbre cervicale	54
Figure 54 : photographie d'une vertèbre cervicale en vue ventrale	55
Figure 55 : photographie d'une vertèbre cervicale, en vue ventrale	56
Figure 56 : photographie de deux vertèbres thoraciques en vue ventrale	56
Figure 57 : photographies d'une vertèbre lombaire en vue dorso-latérale et latérale	56
Figure 58 : photographies d'une vertèbre lombaire en vue dorso-latérale et latérale	57
Figure 59 : photographies d'une vertèbre lombaire en vue dorso-latérale et latérale	57
Figure 60 : schéma d'un sacrum en vue dorsale	57
Figure 61 : images tomодensitométriques de l'atlas	77
Figure 62 : images tomодensitométriques de l'axis	78
Figure 63 : images tomодensitométriques de vertèbres cervicales	79
Figure 64 : images tomодensitométriques de vertèbres thoraciques	84
Figure 65 : images tomодensitométriques de vertèbres lombaires	87
Figure 66 : images densitométriques du sacrum	88
Figure 67 : histogramme montrant la répartition des lésions le long de la colonne vertébrale	97
Figure 68 : répartition des lésions pour les animaux au stade 1	98
Figure 69 : répartition des lésions pour les animaux au stade 2	98
Figure 70 : répartition des lésions pour les animaux au stade 3	98
Figure 71 : répartition des lésions pour les animaux au stade 4	99
Figure 72 : répartition des lésions pour chaque stade neurologique	99
Figure 73 : répartition des lésions chez le chat	99
Figure 74 : répartition du traitement en fonction de la localisation	100
Figure 75 : répartition du traitement en fonction du stade neurologique	100

Figure 76: synthèse des montages utilisés sur 26 animaux	103
Figure 77: synthèse des complications sur les 37 animaux opérés	103
Figure 78: résultats des animaux opérés à l'école	105
Figure 79: nombre de cas s'étant améliorés en fonction du stade neurologique	105
Figure 80: nombre de cas s'étant amélioré en fonction du stade neurologique	107
Figure 81: traitement choisi en fonction du stade neurologique dans l'étude de MCKEE (28)	109
Tableau I: classification de l'état neurologique, utilisée à l'université de Pennsylvanie	33
Tableau II : principaux dispositifs de stabilisation décrits dans la littérature vétérinaire	50
Tableau III : détermination des angles idéaux et limites pour les deux premières vertèbres cervicales	58
Tableau IV : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres cervicales	60
Tableau V: détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres cervicales	61
Tableau VI : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres cervicales	63
Tableau VII : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres thoraciques	66
Tableau VIII : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres thoraciques	69
Tableau IX : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres lombaires	71
Tableau X : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres lombaires	73
Tableau XI : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres lombaires	75
Tableau XII : détermination des angles idéaux et limites pour les vertèbres lombaires	76
Tableau XIII : détermination des angles idéaux et limites pour la jonction lombo-sacrée	77
Tableau XIV : comparaison des angles sur les différentes coupes pour l'atlas	78
Tableau XV: comparaison des angles sur les différentes coupes sur l'axis	78
Tableau XVI : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres cervicales	80
Tableau XVII : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres cervicales	80
Tableau XVIII : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres cervicales	80
Tableau XIX : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres thoraciques	84
Tableau XX: comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres thoraciques	85
Tableau XXI : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres lombaires	87
Tableau XXII : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres lombaires	87
Tableau XXIII : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres lombaires	88
Tableau XXIV : comparaison des angles sur les différentes coupes pour les vertèbres lombaires	88
Tableau XXV : comparaison des angles sur les différentes coupes pour la jonction lombo-sacrée	88
Tableau XXVI : description des animaux euthanasiés	93
Tableau XXVII : présentation des sites de lésion et des stades neurologiques des animaux euthanasiés	93
Tableau XXVIII : description des animaux opérés, et dont les propriétaires ont renvoyé le questionnaire	94
Tableau XXIX : présentation des sites de lésion et des stades neurologiques des animaux présentés précédemment	94
Tableau XXX : description des animaux opérés, et dont les propriétaires n'ont pas renvoyé le questionnaire	95
Tableau XXXI : présentation des sites de lésion et des stades neurologiques des animaux présentés précédemment	95
Tableau XXXII : description des animaux ayant subi un traitement médical et dont les propriétaires ont renvoyé le questionnaire	96
Tableau XXXIII : présentation des différents sites de lésions et stade neurologique des animaux présentés précédemment	96

Tableau XXXIV : description des animaux ayant subi un traitement médical et dont les propriétaires n'ont pas renvoyé le questionnaire	96
Tableau XXXV : présentation des différents sites de lésions et stade neurologique des animaux présentés précédemment	96
Tableau XXXVI : montages utilisés et complications en fonction du site lésionnel et de l'année	101
Tableau XXXVII : montages utilisés et complications en fonction du site lésionnel et de l'année	102
Tableau XXXVIII : évolution des animaux opérés	104
Tableau XXXIX : évolution des animaux non opérés	106
Tableau XXXX : évolution des animaux non opérés	106
Tableau XXXXI : comparaison en fonction du stade neurologique et du traitement réalisé, le nombre d'animaux décédés ou euthanasiés	108
Tableau XXXXII : comparaison de la récupération des animaux en fonction du traitement qu'ils ont reçu	108

FRACTURES ET LUXATIONS TRAUMATIQUES DE LA COLONNE VERTEBRALE CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES

Nom : SEIGUE

Prénom : Vanessa

Résumé :

Après avoir présenté une revue bibliographique des principaux dispositifs de stabilisation vertébrale décrits dans la littérature vétérinaire, l'auteur propose une étude définissant pour chaque montage et sur chaque vertèbre un point d'implantation idéal et des angles d'implantation idéaux. Pour cette étude, le rachis d'un chien normal a été soumis à un examen tomodensitométrique complet, en respectant le parfait positionnement de l'animal. Pour chaque vertèbre, trois coupes transversales ont été retenues. Ces résultats permettent d'enrichir les connaissances théoriques sur la stabilisation vertébrale et ont pour but de faciliter leur mise en place.

Une étude rétrospective portant sur 55 animaux permet de confronter les résultats obtenus par un traitement médical à ceux obtenus par un traitement chirurgical, puis de les comparer aux données bibliographiques. Le traitement chirurgical est le traitement de choix pour les stades neurologiques avancés. Le montage avec broches simples est le plus sujet aux complications.

Mots-clés : fracture, luxation, traumatisme, chirurgie, implant, colonne vertébrale, vertèbre, tomodensitométrie, radiologie, chien, chat, carnivore.

Jury :

Président : Pr

Directeur : Pr P. MOISSONNIER

Assesseur : Pr S. BLOT

Adresse de l'auteur :

SEIGUE Vanessa

3 rue Boule

75011 Paris

TRAUMATIC FRACTURES AND LUXATIONS OF VERTEBRAL COLUMN IN DOMESTIC CARNIVORES

Name: SEIGUE

Surname: Vanessa

Summary:

After a short review of major vertebral implants described in the veterinary literature, the author presents a study in which, for each implant and each vertebra, ideal implantation points and angles are defined. For this study, a computed tomodensitometric exam of a dog's vertebral column has been realised, respecting the perfect animal's position. For each vertebra, three transverse sections have been chosen. The results may broaden current knowledge on vertebral surgery and make the osteosynthesis techniques easier.

In a retrospective study from 55 animals, conservative and surgical treatments are compared, and the findings themselves are compared to the literature data. The surgical treatment appears to be the best one for advanced neurological grades. The osteosynthesis technique with pins is more likely to lead to complications than the others.

Key-words: fracture, luxation, traumatism, surgery, implant, vertebral column, vertebra, computed tomodensitometry, radiography, dog, cat, carnivore.

Jury:

President: Pr

Director: Pr P. MOISSONNIER

Assesor: Pr S. BLOT

Autor's Adress :

SEIGUE Vanessa

3 rue Boulle

75011 Paris

