

Année 2016

**LE TRAITEMENT CHIRURGICAL DES CYPHOSES
ASSOCIEES AUX ANOMALIES VERTEBRALES CHEZ
LE CHIEN PAR LA TECHNIQUE DE REALIGNEMENT –
TRACTION-FUSION.**

**DESCRIPTION ET ETUDE RETROSPECTIVE DES CAS
TRAITES.**

THÈSE
Pour le
DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL
le. 26. janvier 2016

par

Mathieu, Thibault, Jérôme LEBRETON

Né le 9 janvier 1990 à Gonesse (Val-d'Oise)

JURY

Président : Pr. Créange

Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directeur : Pierre Moissonnier

Professeur à l'ENVA

Assesseur : Pascal Arné

Maître de Conférences à l'ENVA

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur GOGNY Marc

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs : COTARD Jean-Pierre, MIALOT Jean-Paul, MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles, TOMA Bernard.
 Professeurs honoraires : Mme et MM. : BENET Jean-Jacques, BRUGERE Henri, BRUGERE-PICOUX Jeanne, BUSSIERAS Jean, CERF Olivier, CHERMETTE René, CLERC Bernard, CRESPEAU François, M. COURREAU Jean-François, DEPUTTE Bertrand, MOUTHON Gilbert, MILHAUD Guy, POUCHELON Jean-Louis, ROZIER Jacques.

DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

Chef du département : M. GRANDJEAN Dominique, Professeur - Adjoint : M. BLOT Stéphane, Professeur

UNITE DE CARDIOLOGIE

- Mme CHETBOUL Valérie, Professeur *
- Mme GKOUNI Vassiliki, Praticien hospitalier
- Mme SECHI-TREHIOU Emilie, Praticien hospitalier

UNITE DE CLINIQUE EQUINE

- M. AUDIGIE Fabrice, Professeur
- Mme BERTONI Lélia, Maître de conférences contractuel
- Mme BOURZAC Céline, Maître de conférences contractuel
- M. DENOIX Jean-Marie, Professeur
- Mme GIRAUDET Aude, Praticien hospitalier *
- Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Praticien hospitalier
- Mme TRACHSEL Dagmar, Praticien hospitalier

UNITE D'IMAGERIE MEDICALE

- Mme PEY Pascaline, Maître de conférences contractuel
- Mme STAMBOULI Fouzia, Praticien hospitalier

UNITE DE MEDECINE

- M. AGUILAR Pablo, Praticien hospitalier
- Mme BENCHEKROUN Ghita, Maître de conférences
- M. BLOT Stéphane, Professeur *
- M. CAMPOS Miguel, Maître de conférences associé
- Mme FREICHE-LEGROS Valérie, Praticien hospitalier
- Mme MAUREY-GUENEC Christelle, Maître de conférences

UNITE DE MEDECINE DE L'ELEVAGE ET DU SPORT

- Mme CLERO Delphine, Maître de conférences contractuel
- M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences
- M. GRANDJEAN Dominique, Professeur *
- Mme MAENHOUDT Cindy, Praticien hospitalier
- M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences

DISCIPLINE : NUTRITION-ALIMENTATION

- M. PARAGON Bernard, Professeur

DISCIPLINE : OPHTALMOLOGIE

- Mme CHAHORY Sabine, Maître de conférences

UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES

- M. BLAGA Radu Gheorghe, Maître de conférences (rattaché au DPASP)
- Mme COCHET-FAIVRE Noëlle, Praticien hospitalier
- M. GUILLOT Jacques, Professeur *
- Mme MARNIGNAC Geneviève, Maître de conférences
- M. POLACK Bruno, Maître de conférences
- Mme RISCO CASTILLO Verónica, Maître de conférences (rattachée au DSBP)

UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE

- M. FAYOLLE Pascal, Professeur
- M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences
- M. MANASSERO Mathieu, Maître de conférences
- M. MOISSONNIER Pierre, Professeur
- Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Professeur *
- M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences

DISCIPLINE : URGENCE SOINS INTENSIFS

- Mme STEBLAJ Barbara, Praticien Hospitalier

DISCIPLINE : NOUVEAUX ANIMAUX DE COMPAGNIE

- M. PIGNON Charly, Praticien hospitalier

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

Chef du département : M. MILLEMANN Yves, Professeur - Adjoint : Mme DUFOR Barbara, Professeur

UNITE D'HYGIENE QUALITE ET SECURITE DES ALIMENTS

- M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Professeur
- M. BOLNOT François, Maître de conférences *
- M. CARLIER Vincent, Professeur

UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES

- Mme DUFOR Barbara, Professeur *
- Mme HADDAD/HOANG-XUAN Nadia, Professeur
- Mme PRAUD Anne, Maître de conférences
- Mme RIVIERE Julie, Maître de conférences contractuel

UNITE DE PATHOLOGIE DES ANIMAUX DE PRODUCTION

- M. ADJOU Karim, Maître de conférences *
- M. BELBIS Guillaume, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel
- M. MILLEMANN Yves, Professeur
- Mme RAVARY-PLUMIOEN Bérangère, Maître de conférences
- Mme ROUANNE Sophie, Praticien hospitalier

UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE

- Mme CONSTANT Fabienne, Maître de conférences *
- M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC)
- Mme MASSE-MOREL Gaëlle, Maître de conférences contractuel
- M. MAUFFRE Vincent, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel
- Mme EL BAY Sarah, Praticien hospitalier

UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE

- M. ARNE Pascal, Maître de conférences
- M. BOSSE Philippe, Professeur *
- Mme DE PAULA REIS Alline, Maître de conférences contractuel
- Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur
- Mme LEROY-BARASSIN Isabelle, Maître de conférences
- M. PONTER Andrew, Professeur
- Mme WOLGUST Valérie, Praticien hospitalier

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

Chef du département : M. CHATEAU Henry, Professeur - Adjoint : Mme PILOT-STORCK Fanny, Maître de conférences

UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

- M. CHATEAU Henry, Professeur *
- Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur
- M. DEGUEURCE Christophe, Professeur
- Mme ROBERT Céline, Maître de conférences

UNITE DE BACTERIOLOGIE, IMMUNOLOGIE, VIROLOGIE

- M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur *
- Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences
- Mme LE ROUX Delphine, Maître de conférences
- Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur

UNITE DE BIOCHIMIE

- M. BELLIER Sylvain, Maître de conférences *
- Mme LAGRANGE Isabelle, Praticien hospitalier
- M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences

DISCIPLINE : EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE

- M. PHILIPS Pascal, Professeur certifié

DISCIPLINE : ETHOLOGIE

- Mme GILBERT Caroline, Maître de conférences

UNITE DE GENETIQUE MEDICALE ET MOLECULAIRE

- Mme ABITBOL Marie, Maître de conférences
- M. PANTHIER Jean-Jacques, Professeur *

UNITE D'HISTOLOGIE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE

- Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences *
- M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur
- Mme LALOY Eve, Maître de conférences contractuel
- M. REYES GOMEZ Edouard, Maître de conférences

UNITE DE MANAGEMENT, COMMUNICATION, OUTILS SCIENTIFIQUES

- Mme CONAN Muriel, Professeur certifié (Anglais)
- M. DESQUILBET Loïc, Maître de conférences (Biostatistiques, épidémiologie) *
- Mme FOURNEL Christelle, Maître de conférences contractuel (Gestion et management)

UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE

- Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur
- M. PERROT Sébastien, Maître de conférences
- M. TISSIER Renaud, Professeur *

UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE

- Mme COMBRISSE Hélène, Professeur
- Mme PILOT-STORCK Fanny, Maître de conférences
- M. TIRET Laurent, Professeur *

* responsable d'unité

REMERCIEMENTS

Au Professeur de la faculté de Médecine de Créteil,

Qui a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ma thèse.

Hommage respectueux.

À Monsieur le Professeur Pierre Moissonnier, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort

Pour m'avoir accompagné tout au long de ce travail et avoir accepté d'en encadrer la réalisation,

Pour sa bienveillance tout au long de mon parcours.

Sincères et chaleureux remerciements.

À Monsieur Pascal Arne, Maître de conférences à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort

Pour sa relecture attentive et pour ses conseils avisés,

Pour sa disponibilité et son apport.

Sincères et chaleureux remerciements.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES.....	4
TABLE DES TABLEAUX.....	6
TABLE DES ABREVIATIONS.....	7
INTRODUCTION	9
PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES CONNAISSANCES CONCERNANT LA CYPHOSE CHEZ LES CHIENS.....	11
I. Anatomie de la colonne vertébrale du chien.....	11
1. La colonne vertébrale normale.....	11
2. Les anomalies vertébrales du chien.....	14
A. Origines et différentes anomalies.....	14
B. Prévalence des anomalies vertébrales	15
II. Impact des anomalies vertébrales du chien	16
1. Sur l'angulation du rachis	16
A. Vertèbres cunéiformes et cyphoses	16
B. Hémivertèbres et scoliose.....	17
2. Impact mécanique de la malformation vertébrale	18
A. La sténose du canal vertébral	18
B. Subluxation et spondylose.....	18
C. Hernies discales.....	18
III. Interprétation des anomalies, traitements	19
1. Interprétation	19
A. Difficultés d'interprétation.....	19
B. Apport de l'étude de Krumeich (2011)	19
2. Traitement existant et résultats	21
3. Traitement par Ré-alignement-Traction-Fusion (RTF)	22
A. Principe du traitement développé.....	22
B. Population cible.....	23
C. Décision opératoire	23
DEUXIÈME PARTIE : DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE CHIRURGICALE	25
I. Abord thoracique	25
II. Abord du rachis thoracique	27
1. Abord de la (des) vertèbre (s) anormale (s)	27
2. Temps intra-médiastinal.....	29
III. Réalignement-Traction-Fusion	33
TROISIEME PARTIE : ETUDE RETROSPECTIVE DES CAS TRAITES.....	39

I.	<i>Matériels animal et méthode chirurgicale</i>	39
1.	Matériels animal.....	39
A.	Sujets.....	39
B.	Recrutement	39
C.	Critères d'inclusion	39
D.	Dossiers des animaux traités	40
2.	Méthode d'évaluation de la chirurgie	40
A.	Compte rendu opératoire.....	40
i.	Types d'imagerie médicale utilisés	41
ii.	Méthode de mesure de la cyphose	41
C.	Evaluation clinique.....	42
i.	<i>Conditions d'évaluation</i>	42
ii.	<i>Echelle d'évaluation</i>	43
II.	<i>Résultats de l'étude</i>	45
1.	Population ciblée par l'opération	45
A.	Races et sexe	45
B.	Répartition en fonction de l'âge.....	45
2.	Imagerie pré-opératoire et anomalies vertébrales	47
A.	Répartition des techniques d'imagerie	47
B.	Compression médullaire et autres anomalies médullaires dans l'étude.....	47
C.	Angle rachidien initial (α_1)	47
3.	Technique chirurgicale.....	49
A.	Matériel	49
i.	<i>Montage</i>	49
ii.	<i>Implants</i>	50
B.	Type du montage, complications	50
i.	<i>Type du montage</i>	50
ii.	<i>Complications en fonction du montage</i>	51
4.	Résultat post-opératoires.....	51
A.	Diminution moyenne de l'angle de cyphose.....	51
B.	Amélioration clinique.....	52
C.	Amélioration clinique et courbure cyphotique.....	53
D.	Analyse de survie	54
E.	Les complications relevées à moyen et long terme.....	56
F.	Avis des propriétaires.....	57
III.	<i>Discussion</i>	57
1.	Critique des matériels et méthodes	57
A.	Etude rétrospective sur une longue période	57
i.	<i>Variations individuelles des relevés d'imagerie</i>	58
ii.	<i>Variations individuelles des relevés cliniques</i>	58
iii.	<i>Questionnaire et réponses propriétaires</i>	59
B.	Critiques méthodes.....	59
2.	Analyse des résultats	59
A.	Sex ratio	59
B.	Répartition des cas	59
C.	Anomalies vertébrales.....	60
D.	Association entre le stade clinique et le degré de cyphose pré-opératoire.....	60
E.	Gain de stade et association avec la réduction cyphotique	61

F.	Analyse du montage et de ses complications	61
i.	<i>Pose des implants</i>	61
ii.	<i>Complications</i>	62
3.	Durée de survie et complications	62
A.	A court terme.....	62
B.	A moyen et long terme	62
C.	Durée de survie	63
CONCLUSION		65
BIBLIOGRAPHIE		67
<i>Annexe 1 : Identité des animaux</i>		69
<i>Annexe 2: Questionnaire de suivi (Les deux premières pages ne sont pas envoyées aux propriétaires) :</i>		71

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Anatomie d'une vertèbre humaine normale. _____	12
Figure 2: Anatomie spécifique de la cinquième vertèbre thoracique du chien (Barone, 1986) _____	12
Figure 3 : Rachis thoracique d'un Bouledogue Français ne présentant pas d'anomalie _____	13
Figure 4 : Radiographie latéro-latérale d'un rachis thoracique de bouledogue français (vue générale interprétée) présentant des vertèbres cunéiformes en T8, T9 et T10 (flèches blanches). La courbe noire représente l'incurvation du rachis résultant de ces anomalies. Noter la cyphose intéressant le segment T5-T11 _____	16
Figure 5 : Hémivertèbres et angle vertébral. _____	17
Figure 6 : Méthode de mesure de l'angulation de la principale anomalie : angle rachidien _____	20
Figure 7: Localisation du site de cyphose chez le bouledogue français en proportion de survenue sur le rachis thoracique. Adapté de Krumeich (2011). _____	20
Figure 8 : Image IRM ENVA de coupe sagittale d'un rachis thoracolombaire de chien. Hémivertèbre en T8, avec cyphose importante associée (désignée par la flèche blanche). On note la disparition de l'espace sous-arachnoïdien dorsalement et ventralement à l'anomalie (perte de la ligne blanche), qui signe la compression. On remarque également la diminution franche du diamètre de la moelle. _____	22
Figure 9: Schéma de l'incision des muscles intercostaux. Adapté de Orton et al., 1995 _____	26
Figure 10 : Photographie de la vue du médiastin caudal suite à l'ouverture et l'écartement du poumon chez un chien de dissection ENVA. _____	27
Figure 11: Schéma du médiastin suite à un abord thoracique chirurgical droit. Les pointillés représentent les corps vertébraux des vertèbres qui sont plus en profondeur. Adapté de Orton et al., 1995 _____	28
Figure 12: Photographie du médiastin caudal chez un chien avec visualisation de la chaîne sympathique, qui est le trait fin blanc observable juste au dessus des ciseaux. Chien de dissection ENVA _____	29
Figure 13: Photographie per-opératoire de la zone chirurgicale d'un RTF sur un chien ENVA. Le médiastin vient d'être ouvert. On visualise les artères vertébrales (flèches verticales sur la photographie). L'aorte est cachée par les compresses en bas de l'image entre l'écarteur. _____	30
Figure 14: Photographie du médiastin caudal ouvert chez un chien, avec une hémostase des artères vertébrales, et leur section en cours. Chien de dissection ENVA _____	31
Figure 15 : Photographie du rachis thoracique chez un chien de dissection ENVA. L'aiguille bleue marque la présence du disque intervertébral. On visualise en bas de l'image l'aorte, à droite le diaphragme. On repère aussi les abouts des artères ligaturées et sectionnées, ainsi que les veines vertébrales (éléments sombres horizontaux, de part et d'autre des vertèbres). _____	32
Figure 16: Photographie per-opératoire de la zone chirurgicale d'un RTF sur un chien ENVA. Les vis sont placées dans les vertèbres. On visualise les implants. On visualise également la cyphose du rachis représentée par les droites au dessus de ce dernier. _____	33
Figure 17: Photographie du rachis thoracique d'un chien de dissection ENVA après discectomie. [Ni la cyphose ni les implants ne sont visibles sur cette photographie car il s'agit d'une pièce de dissection saine] _____	34
Figure 18 : Photographie du rachis thoracique d'un chien de dissection ENVA, après insertion de l'écarteur de Moissonnier et avant traction, dans le cas d'une traction sur un unique espace	

intercostal. [Ni la cyphose ni les implants ne sont visibles sur cette photographie car il s'agit d'une pièce de dissection saine].	35
Figure 19 : Photographie per-opératoire de la zone chirurgicale d'un RTF sur un chien ENVA. L'écarteur de Moissonnier est inséré (sur deux espaces intervertébraux) et la traction est en cours. On visualise subjectivement la diminution de l'angle de cyphose (représenté par les deux droites au dessus du rachis), et l'alignement de l'anomalie vertébrale.	36
Figure 20 : Photographie de l'écarteur de Moissonnier. Pr Moissonnier.	37
Figure 21 : Photographie per-opératoire de la zone chirurgicale d'un RTF sur un chien ENVA. Le montage vient d'être stabilisé par la pose de ciment PMMA (flèche désignant la pâte blanche), sur les têtes de vis. Le poumon a été libéré et il retrouve progressivement une forme normale.	38
Figure 22: Méthode de mesure de l'angle de Cobb sur la cyphose. Adapté de Krumeich (2011). CR : crânial. CD : caudal. B : angle de Cobb.	42
Figure 23 : Répartition des chiens opérés en fonction de leur âge, compté en année en cours, au moment de l'opération.	46
Figure 24 : Répartition des chiens opérés de moins d'un an en fonction de leur âge, en mois, au moment de l'opération.	46
Figure 25: Répartition des chiens opérés en fonction de leur angle α_1 . On dénombre les chiens dans les différentes classes d'angle α_1 . Les classes d'angles α_1 ont des intervalles de 10° .	48
Figure 26 : Distribution des stades cliniques des chiens en pré-opératoire, en fonction des angles de cyphose mesurés (α_1).	48
Figure 27: Moyenne des angles de cyphose pré-opératoires (α_1), des chiens de l'étude regroupés selon leur stade clinique pré-opératoire. Seuls les stades 2 à 5 sont représentés (les autres sont vides).	49
Figure 28: Gain de stade clinique en fonction de l'augmentation de l'angle rachidien ($\alpha_2 - \alpha_1$) chez les chiens opérés de RTF.	54
Figure 29 : Courbe de survie post-opératoire des chiens opérés de RTF	56

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Résultats de l'étude de Krumeich (2011), concernant la répartition des anomalies

vertébrales _____ 15

Tableau 2 : Echelle symptomatologique d'une myélopathie compressive _____ 44

Tableau 3 : Informations sur les chiens opérés comprenant le sexe, l'âge et la race. _____ 45

Tableau 4 : Augmentation de l'angle rachidien pour les 14 chiens opérés. (L'augmentation de l'angle rachidien correspond à une diminution de la cyphose). _____ 52

Tableau 5 : Stades cliniques pré et post-opératoires, et « gain de stade » pour les chiens opérés :

_____ 53

Tableau 6 : Survie générale des chiens participant à l'étude _____ 55

TABLE DES ABREVIATIONS

HV : Hémivertèbre

VAP : Vertèbre en aile de papillon

ENVA : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

BDF : Bouledogue français

BDA : Bouledogue anglais

IRM : Imagerie par résonnance magnétique

PMMA : Polyméthylméthacrylate

DCP : Dynamic compression plate

LP : Locking plate

SOP : String of pearls

ECVS : Européan college of veterinary surgeons

AI : Anti-inflammatoire stéroïdiens

INTRODUCTION

Les malformations « congénitales » du rachis sont des observations courantes chez les races canines de petit format (Bailey et Morgan, 1992). Dans la plupart des cas, ces malformations sont des découvertes fortuites d'imagerie médicales (Done *et al.*, 1975 ; Bailey et Morgan, 1992 ; Jeffery *et al.*, 2007 ; Meheust et Robert, 2010 ; Krumeich, 2011 ; Moissonnier *et al.*, 2011). Mais les malformations vertébrales peuvent également entraîner une angulation anormale du rachis, ainsi que des compressions de la moelle épinière (Philips *et al.*, 1997 ; Moissonnier *et al.*, 2011). Ces compressions peuvent être statiques (consécutives aux malformations vertébrales et ligamentaires qui y sont associées), ou dues à l'instabilité de la colonne vertébrale dans la région affectée

La cyphose thoracique est une déformation de la colonne vertébrale, convexe et vers le haut chez les chiens. C'est une observation très répandue dans certaines races (73% de chien cyphotiques dans la race bouledogue français d'après Krumeich, 2011), et elle peut être un indicateur de la présence d'une malformation vertébrale. Dans le cas de la race bouledogue français, Krumeich a même mis en évidence un seuil angulaire de cyphose au-delà duquel on peut affirmer que les chiens présentent au moins une malformation vertébrale (Krumeich, 2011). Les anomalies vertébrales les plus répandues et associées à ces cyphoses graves sont regroupées sous le terme d'« hémivertèbre » que l'on notera HV (vertèbres cunéiformes, en aile de papillon, et hémivertèbres au sens strict).

Le traitement des anomalies vertébrales congénitales se justifie lorsque le chien présente une atteinte clinique caractérisée par une douleur permanente non soulagée par un traitement médical adapté, ou des troubles neurologiques constants. L'objectif n'est alors pas de traiter l'anomalie, mais ses conséquences (compression et instabilité) qui provoquent les troubles cliniques.

Lorsque les troubles sont modérés ou stables, un traitement médical (analgésie et anti-inflammatoires associés à du repos, pour l'essentiel) peut être envisagé. Mais lorsque les troubles deviennent plus graves, une intervention chirurgicale visant à obtenir une décompression et une stabilisation doit être réalisée.

A l'heure actuelle, le traitement le plus répandu pour les cyphoses grave liées à une hémivertèbre et étant à l'origine de trouble neurologique est une décompression, associée parfois à une stabilisation intervertébrale (Aikawa *et al.*, 2007 ; Bailey et Morgan, 1992 ; Charalambous *et al.*, 2014)

Nous proposons dans cette étude de présenter en détail et d'évaluer une technique de traitement chirurgical développée par le Professeur Moissonnier et d'en évaluer les résultats. Cette technique consiste en : réaligner la colonne vertébrale (redresser la cyphose), la placer en traction, puis la stabiliser, dans le but d'obtenir ainsi la décompression de la moelle épinière nécessaire. Ces étapes justifient son nom de réalignement-traction-fusion (RTF).

Cette étude comporte donc une partie descriptive des cyphoses, une partie expliquant la procédure chirurgicale mise en place, et une partie consacrée à l'étude rétrospective de tous les cas traités par la technique RTF.

PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES CONNAISSANCES CONCERNANT LA CYPHOSE CHEZ LES CHIENS

I. Anatomie de la colonne vertébrale du chien

1. La colonne vertébrale normale

La colonne vertébrale est par définition constituée des vertèbres, des disques intervertébraux, des méninges et de la moelle épinière. Cette dernière est recouverte par les méninges, et se situe dans le canal vertébral formé par l'alignement des vertèbres.

Une vertèbre est constituée d'un corps vertébral, d'un arc vertébral et d'un nombre variable de processus. L'arc est formé par deux pédicules (gauche et droit) et de deux lames (gauche et droite). Les lames forment le toit du canal vertébral, tandis que les pédicules forment les parois latérales de ce canal. Les vertèbres s'articulent entre elles par l'intermédiaire des facettes articulaires intervertébrales.

L'anatomie d'une vertèbre normale est présentée à l'aide des figures 1 et 2.

*Figure 1: Anatomie d'une vertèbre humaine normale.
Adapté de Kaplan KM et al. (2005)*

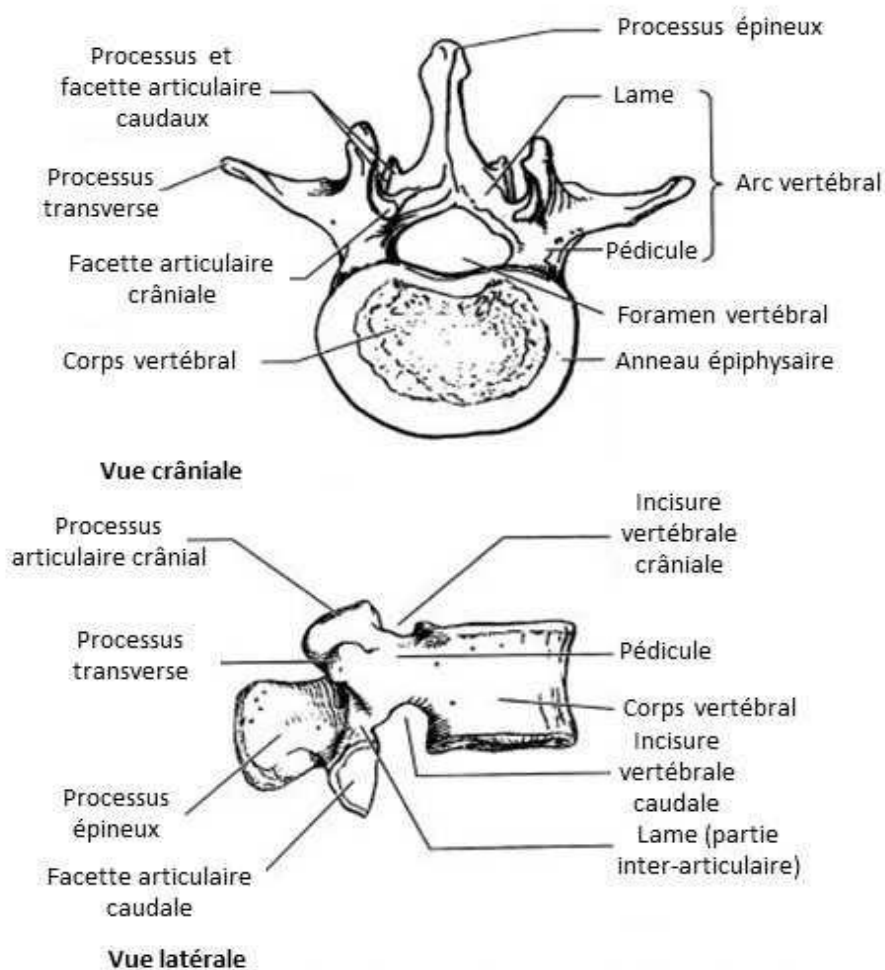
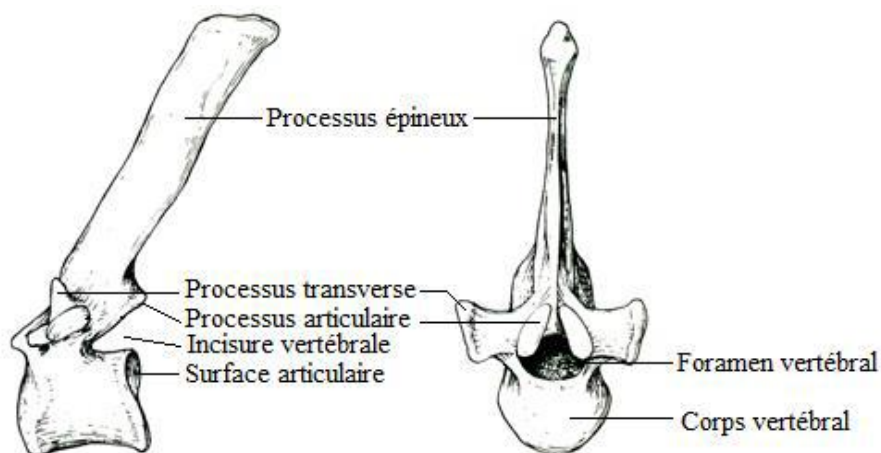


Figure 2: Anatomie spécifique de la cinquième vertèbre thoracique du chien (Barone, 1986)

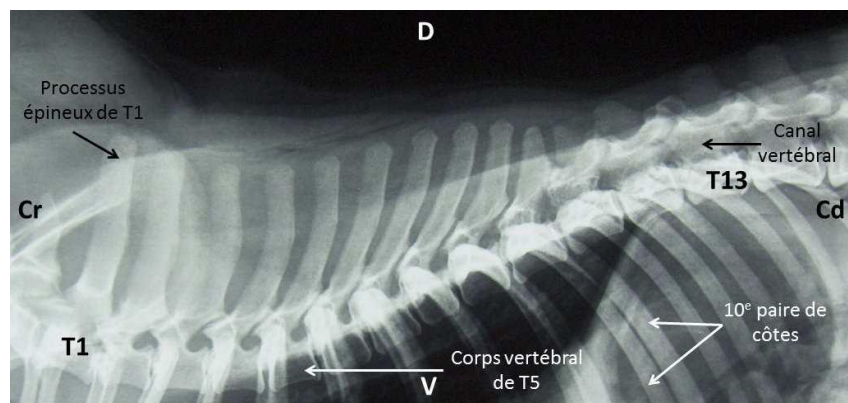
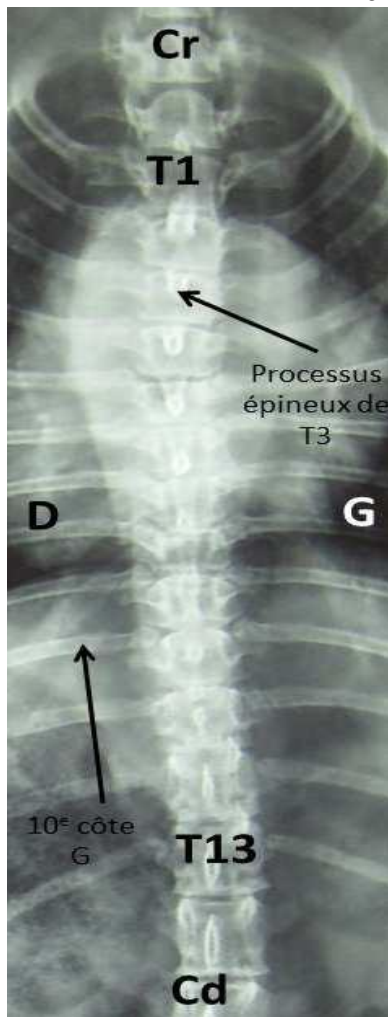


La colonne vertébrale est normalement rectiligne dans le plan horizontal chez les chiens. Si ce n'est pas le cas, on parle de scoliose. En revanche, dans le plan sagittal, on observe une alternance de courbures physiologiques : la lordose cervicale (courbure de la colonne vertébrale, concave vers le bas chez les chiens), la cyphose thoracique puis la lordose lombaire.

Lordose et cyphose peuvent être pathologiques si elles sont plus marquées que chez l'individu normal (Dickson, 2004 ; Krumeich, 2011). A notre connaissance seule la race bouledogue français bénéficie de valeur seuil au-delà de laquelle on peut caractériser une angulation comme étant pathologique (Krumeich, 2011)

En vue de comparer avec les images anormales, on rappelle ici l'aspect d'un rachis thoracique de Bouledogue Français dans la figure 3.

Figure 3 : Rachis thoracique d'un Bouledogue Français ne présentant pas d'anomalie vertébrale. Cr : crânial. Cd : caudal. D : droite (face) ou dorsal (profil). G : gauche. T1 : Première vertèbre thoracique. Imagerie ENVA



2. Les anomalies vertébrales du chien

A. Origines et différentes anomalies

Les anomalies vertébrales congénitales résultent de perturbations du développement embryonnaire ou fœtal, en particulier (Lavelly, 2006 ; Krumeich, 2011) :

- d'un défaut de développement ou de régression de la notocorde (structure cartilagineuse dorsale présente dans l'embryon de tous les vertébrés, et qui se transforme en colonne vertébrale).
- d'un défaut de segmentation du mésoderme en somites (structure embryonnaire située le long de la notochorde ayant un rôle dans son développement).
- d'un défaut de vascularisation ou d'ossification des vertèbres.

L'étiologie exacte de ces phénomènes est encore inconnue à ce jour en médecine vétérinaire comme en médecine humaine. On évoque principalement des causes génétiques et/ou environnementales (carence en acide folique par exemple), des médicaments tératogènes, des toxines (Lavelly, 2006).

Les parties descriptives de ces anomalies vertébrales sont présentées ci-après. Elles reposent essentiellement sur 4 études réalisées en médecine vétérinaire :

L'étude de Done et al. (1975) a porté sur 20 chiens de diverses races, principalement brachycéphales, ayant bénéficié d'une radiographie lors d'un épisode paraparétique.

L'étude de Caudal (2012) est une étude tomодensitométrique du rachis du Bouledogue Français portant sur 54 chiens ayant eu une hernie discale en comparaison avec 7 chiens n'en ayant pas eu.

L'étude de Krumeich (2011) a porté sur 360 bouledogue français n'ayant jamais présenté de symptômes neurologiques. Tous ont bénéficié de radiographies ce qui a permis de quantifier, et caractériser les anomalies radiographiques vertébrales thoraciques.

L'étude de Moreno (2014), est un travail prospectif de cohorte sur 658 bouledogue français (BDF) qui étudie les liens entre la présence d'anomalies vertébrales thoraco-lombaires, les conditions de vie et la survenue de troubles neuro-médullaires.

On entend par anomalie vertébrale l'une des malformations suivantes :

Bloc vertébral : c'est la fusion des corps vertébraux, des arcs vertébraux ou le développement incomplet du disque intervertébral. La fusion inter-épineuse, qui est l'anomalie la plus fréquente, ne concerne que les arcs.

Les hémivertèbre (HV) : résultent d'un déficit de formation d'une moitié de la vertèbre (dans le plan sagittal).

Vertèbre en ailes de papillon (VAP): consiste en un défaut partiel voire complet de formation des portions centrales et ventrales du corps vertébral.

Vertèbre cunéiforme : c'est le raccourcissement du corps vertébral suite à une hypoplasie ou une aplasie du seul centre d'ossification (Westworth et Sturges, 2010).

Vertèbre transitionnelle : correspond à une vertèbre présentant les caractéristiques de deux régions adjacentes de la colonne vertébrale de manière unilatérale ou bilatérale (elles se rencontrent à la jonction entre les deux régions).

Spina bifida : se définit comme l'absence d'une partie des structures dorsales d'une vertèbre

B Prévalence des anomalies vertébrales

Le nombre d'anomalies vertébrales est extrêmement variable d'une race à l'autre et d'un individu à l'autre. Mais certaines races sont plus particulièrement touchées, comme le bouledogue français, dont plus de 90% des individus présentent des anomalies vertébrales (Krumeich, 2011). Cette proportion atteint jusqu'à 100% des animaux présentant une myélopathie (Done et al., 1975) soit 100% des chiens ayant une atteinte pathologique de la moelle épinière.

De plus, toujours dans cette race, Krumeich (2011) décompte 3,7 anomalies vertébrales par chien de son étude, quand Caudal (2012) en compte 2,9.

Les répartitions relatives des anomalies principales dans l'étude de Krumeich (2011) en pourcentage sont reprises dans le tableau 1 suivant.

Tableau 1: Résultats de l'étude de Krumeich (2011), concernant la répartition des anomalies vertébrales

Hémivertèbres ou vertèbres cunéiformes	44,7
Vertèbres en aile de papillon	39,8
<i>Spina Bifida</i>	4,3
Bloc vertébral : fusion inter-épineuse	9,5
Bloc vertébral (autre)	1,1
Vertèbre transitionnelle	0,6

Même si les estimations varient selon les auteurs, les anomalies les plus fréquentes sont très majoritairement les hémivertèbres (Done *et al.*, 1975) et les vertèbres en aile de papillon (48 % pour Caudal, 2012).

II. Impact des anomalies vertébrales du chien

1. Sur l'angulation du rachis

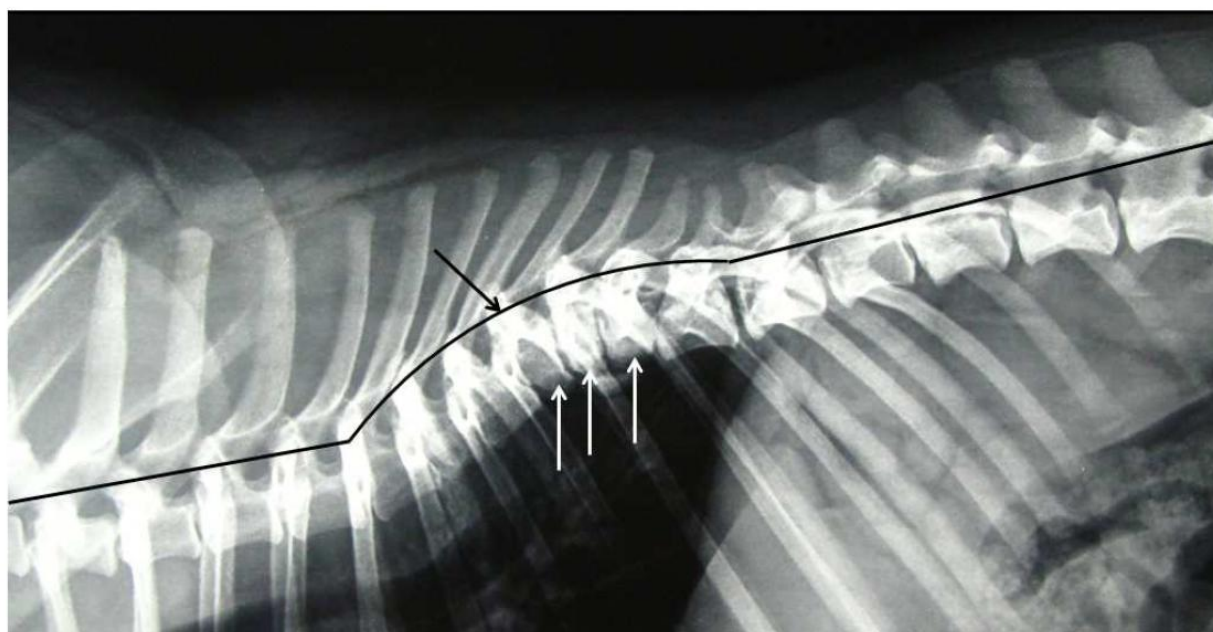
A. Vertèbres cunéiformes et cyphoses

Les vertèbres cunéiformes sont caractérisées par une hypoplasie ou aplasie du centre d'ossification du corps vertébral qui peut être unilatérale dans le plan sagittal. Cette malformation provoque donc un raccourcissement du corps vertébral, parfois latéralisé. Comme on peut aisément l'imaginer, ce raccourcissement du corps vertébral avec une conservation des proportions de l'arc peut générer une cyphose, voire une cyphoscoliose (Westworth et Sturges, 2010).

Krumeich (2011) a montré que 99 % des chiens atteints d'anomalies vertébrales présentaient une cyphose, et que celle-ci est significativement plus marquée chez les atteints que chez les indemnes d'anomalies vertébrales. Il a montré également que les vertèbres cunéiformes étaient significativement associées aux cyphoses et aux scolioses en particulier.

Ces vertèbres sont souvent instables (selon la définition de « l'instabilité clinique » donnée par White *et al.*, (1990)), et la déformation en cyphose est souvent d'intensité proportionnelle au nombre de vertèbres atteintes, comme le montre la figure 4.

Figure 4 : Radiographie latéro-latérale d'un rachis thoracique de bouledogue français (vue générale interprétée) présentant des vertèbres cunéiformes en T8, T9 et T10 (flèches blanches). La courbe noire représente l'incurvation du rachis résultant de ces anomalies. Noter la cyphose intéressant le segment T5-T11



B. Hémivertèbres et scoliose

Les hémivertèbres sont des déformations parfois très nettement latéralisées. *A priori* résultant d'un défaut de vascularisation unilatéral au cours de l'embryogénèse, l'absence de formation du centre d'ossification correspondant entraîne une asymétrie sagittale (Westworth et Sturges, 2010).

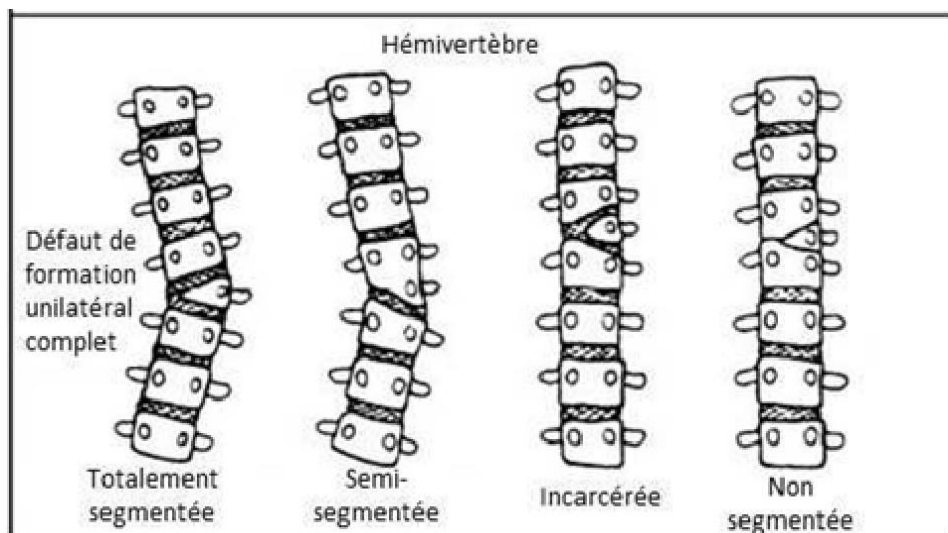
Cette asymétrie plus ou moins marquée sera fréquemment à l'origine d'une angulation dans le plan horizontal pour le chien, donc d'une scoliose.

Krumeich (2011) a réussi à démontrer que les hémivertèbres sont associées statistiquement avec une corrélation positive aux scolioses.

La figure 5 illustre les différents types de segmentation des hémivertèbres, et leurs conséquences sur l'axe du rachis.

Figure 5 : Hémivertèbres et angle vertébral.

Adapté de : Kaplan et al. (2005)



Si les mécanismes en jeu permettent assez clairement d'expliquer que les vertèbres cunéiformes engendrent des cyphoses alors que les hémivertèbres au sens strict engendrent des scolioses. Dans les faits les conséquences sont moins précises quant à l'angulation du rachis, et les deux phénomènes sont à même de provoquer une cyphose, une scoliose, ou une cyphoscoliose dans des proportions diverses.

2. Impact mécanique de la malformation vertébrale

A. La sténose du canal vertébral

La sténose du canal vertébral est une conséquence régulièrement imputée à la présence d'une anomalie vertébrale sur le rachis des chiens (Aikawa *et al.*, 2007).

Mais cette conclusion controversée semble être démentie par Moissonnier *et al.* (2011), qui ont montré qu'il n'y avait pas de différence statistique de hauteur du canal vertébral mesuré en radiographie entre des chiens « asymptomatiques » (sans troubles neurologiques) présentant ou non des hémivertèbres thoraciques. Il faut donc demeurer prudent quant aux conclusions de ces études et raisonner au cas par cas en mesurant par tomodensitométrie le diamètre du canal thoracique.

B. Subluxation et spondylose

Il arrive que des hémivertèbres soient subluxées, et participent activement à un phénomène compressif de la moelle épinière, par le plancher du canal vertébral provenant de leur corps vertébral, ou par les disques intervertébraux auxquels elles sont liées. La spondylose est par ailleurs un signe visible de « l'instabilité clinique » vertébrale (White *et al.*, 1990). Il s'agit d'une affection de la colonne vertébrale, caractérisée par la présence d'ostéophytes (production osseuse exubérante à la périphérie des surfaces articulaires), au niveau des espaces intervertébraux, et par une dégénérescence de l'anneau fibreux du disque intervertébral.

D'après Krumeich (2011), les hémivertèbres et les vertèbres en aile de papillon ont pour conséquences des subluxations et des spondyloses avec des localisations qui correspondent statistiquement aux emplacements des anomalies vertébrales. Ces malformations vertébrales sont de plus associées aux cyphoses et aux scolioses (Krumeich, 2011).

C. Hernies discales

D'après les études de Moreno (2014) et d'Aikawa *et al.* (2014), les sites d'apparition des hernies discales ne sont statistiquement pas les mêmes que ceux des anomalies vertébrales thoraciques. La localisation des hernies discales est presque exclusivement lombaire chez le BDF.

Cependant la présence d'une hémivertèbre thoracique apparaît comme un facteur de risque pour la survenue de myélopathie thoraco-lombaire (telle que la hernie discale).

Il peut être raisonnable de penser que les hémivertèbres augmentent les contraintes mécaniques sur les espaces intervertébraux à distance par « effet domino » et provoquent ainsi la dégénérescence des disques intervertébraux à l'origine des hernies discales en ces sites. Mais il n'existe à notre connaissance pas d'étude l'ayant prouvé.

III. Interprétation des anomalies, traitements

1. Interprétation

A. Difficultés d'interprétation

Même si elle peut être suspectée, il est très délicat d'établir un lien général de cause à effet entre les différentes anomalies vertébrales et une expression clinique de myélopathie.

A l'échelle de l'individu, observer par exemple une vertèbre cunéiforme chez un chien présentant une myélopathie probablement d'origine compressive ne permet pas d'affirmer que cette anomalie vertébrale est à l'origine de la compression médullaire. Il est possible qu'un tel animal présente d'autres affections médullaires telles qu'un diverticule arachnoïdien par exemple (c'est-à-dire un élargissement anormal et localisé de l'espace sous-arachnoïdien).

Seul un examen d'imagerie avancé tel que l'imagerie par résonnance magnétique (IRM), la myélographie, ou le myélo-scanner peuvent confirmer le lien de cause à effet suspecté entre l'anomalie vertébrale et les symptômes neurologiques observés.

Pour ce faire, on recherche les signes d'une compression médullaire exercée directement par la vertèbre anormale, qui sont entre autre, la disparition de l'espace sous-arachnoïdien.

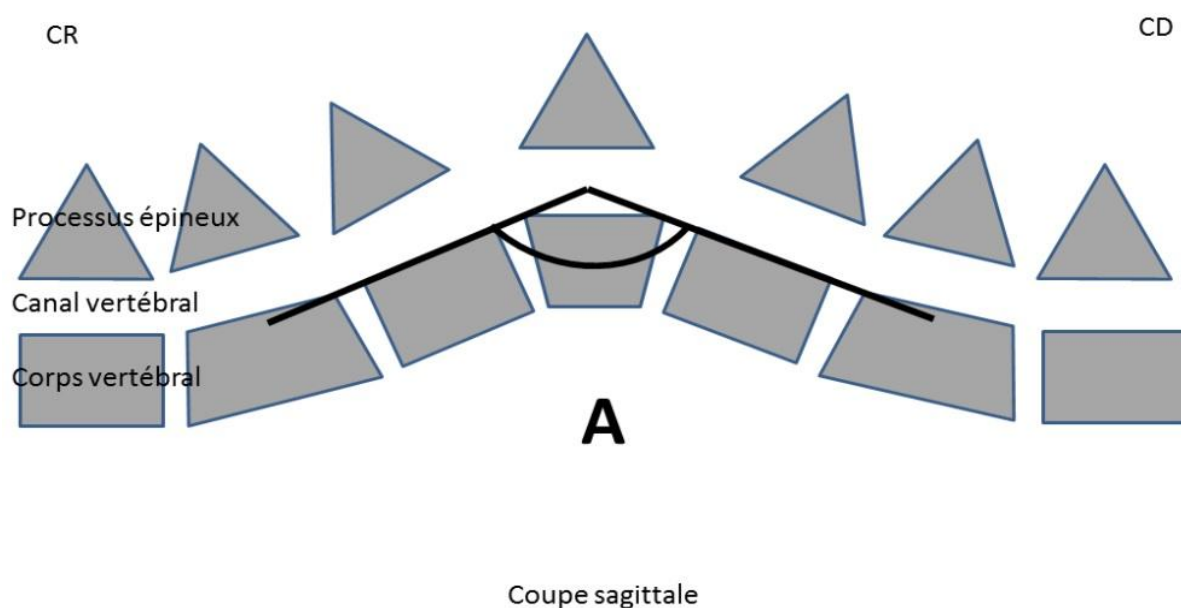
B. Apport de l'étude de Krumeich (2011)

On sait déjà que les hémivertèbres sont génératrices de cyphose, mais fait essentiel pour notre étude, Krumeich (2011) a mis en évidence un angle seuil à partir duquel une cyphose peut être considérée comme pathologique. Dans cette étude il définit le stade pathologique comme étant « l'existence d'au moins une anomalie vertébrale thoracique congénitale avec pour conséquence une angulation ou une instabilité pouvant conduire à une compression médullaire à court ou moyen terme. »

Cette étude sur 360 radiographies de bouledogue français, a permis de mesurer toutes les angulations du rachis, d'identifier par ailleurs les anomalies vertébrales de cette région, et enfin d'émettre un avis sur un stade clinique de surveillance. Grâce à l'absence de recouvrement des gammes d'angulation principales correspondant aux chiens indemnes d'une part et aux chiens atteints d'anomalies vertébrales d'autre part, il a pu déterminer qu'un bouledogue français présentait une cyphose pathologique si celle-ci dépassait 168°.

La figure 6 reproduit le schéma de la mesure de l'angulation de la colonne vertébrale sur le site de la principale anomalie, ou « angle rachidien ».

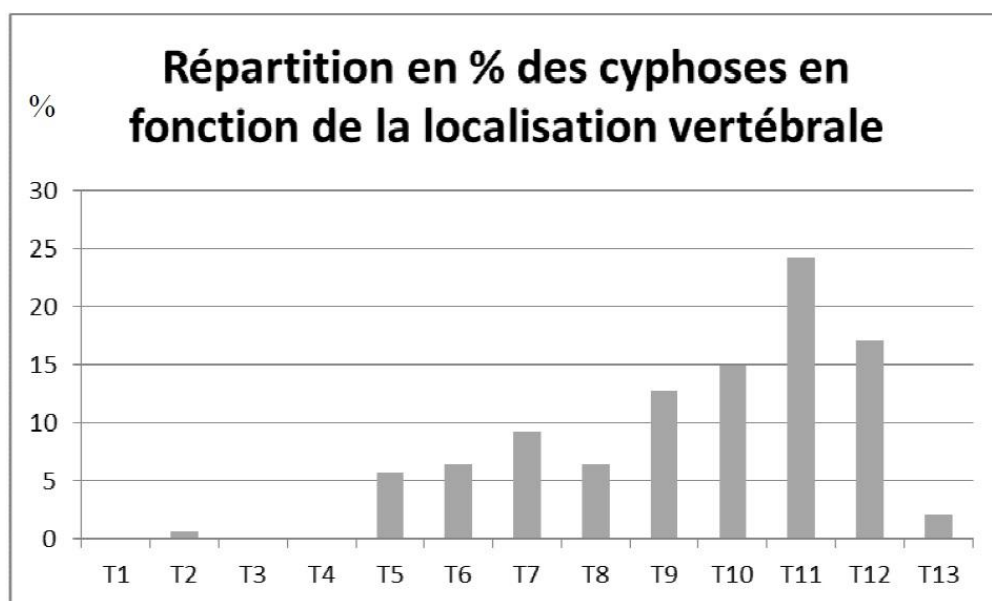
Figure 6 : Méthode de mesure de l'angulation de la principale anomalie : angle rachidien
Adapté de Krumeich (2011). CR : crânial. CD : caudal.



En d'autres termes, une cyphose inférieure à 168° en angle rachidien, présente nécessairement une anomalie vertébrale concomitante, et est susceptible d'engendrer une compression médullaire à moyen terme. On notera qu'une cyphose plus importante (ou plus « forte ») correspond à une diminution de l'angle rachidien.

Concernant la localisation des cyphoses, alors que la majorité des anomalies vertébrales intéresse le segment T5-T6-T7-T8-T9, elles sont plus fréquentes sur la fin du rachis thoracique, et notamment sur T11, comme nous le montre la figure 7 suivante.

Figure 7: Localisation du site de cyphose chez le bouledogue français en proportion de survenue sur le rachis thoracique. Adapté de Krumeich (2011).



Cette conclusion ne concerne que les bouledogues français, sujets de l'étude. Si un tel travail n'existe pas encore sur les autres races de chien, on peut malgré tout émettre l'hypothèse que des seuils angulaires pathologiques existent dans les autres races, mais sont plus difficiles à mettre en évidence, les malformations vertébrales étant en général moins fréquentes.

2. Traitement existant et résultats

Les traitements mis en œuvre actuellement suite aux myélopathies dues à une anomalie vertébrale reposent sur le fait qu'on attribue les symptômes neurologiques à une compression exclusive, voire à une compression associée à une instabilité en lien direct avec l'anomalie vertébrale ou avec ses disques intervertébraux.

Le traitement consiste donc habituellement à mettre en place un montage stabilisateur, puis selon les cas et les auteurs, effectuer une décompression médullaire (laminectomie, hémilaminectomie voire corpectomie) (Aikawa *et al.*, 2007 ; Jeffery *et al.*, 2007). Pour la stabilisation, des broches sont mises en place dans les corps vertébraux ou les processus transverses. Leur taille, leur nombre et leur répartition dépendent de l'âge du chien, de sa taille et de son degré d'instabilité vertébrale. Puis les broches sont réunies par un ciment chirurgical de PMMA (polyméthylméthacrylate). Certains auteurs préconisent l'usage d'autres implants (plaques DCP, plaques LP, plaque SOP)

Afin d'évaluer le traitement chirurgical, Aikawa *et al.* (2007) ont réalisé une étude rétrospective portant sur 9 chiens (2 carlins, 2 bouledogues français, 1 yorkshire terrier, 1 shih tzu, 1 chihuahua, 1 bichon maltais et 1 croisé) présentant une sténose du canal vertébral et/ou une instabilité vertébrale consécutives à une anomalie vertébrale congénitale intéressant le segment T3-L3. La compression avait été diagnostiquée par myélographie.

Sur un plan neurologique, les résultats des 9 chiens se répartissaient de la façon suivante :

- 4 paraparétiques (faiblesse motrice des membres postérieurs) ambulatoires devenus normaux ;
- 2 paraparétiques non ambulatoires dont 1 devenu normal, l'autre n'a pas évolué ;
- 2 paraplégiques sans incontinence urinaire devenues normaux mais restant douloureux ;
- 1 paraplégique avec sensibilité profonde conservée qui est devenu paraparétique ;

Ce traitement chirurgical présente donc des résultats positifs pour les chiens traités. On notera qu'Aikawa *et al.* (2007) se sont intéressés à des sténoses jugées instables ; ses cas ne sont pas des cyphoses compressives.

Une étude de Charalambous *et al.* (2014), cible plus spécifiquement le traitement des cyphoses créées par une hémivertèbre. Son équipe a traité chirurgicalement 9 cas de myélopathie associée à une cyphose générée par une hémivertèbre. Ces chirurgies avaient l'originalité, à l'exception de trois d'entre elles, de ne pas passer par une phase décompressive (laminectomie, hémilaminectomie ou corpectomie). Le but de cette étude était d'évaluer, autant que possible, la stabilisation seule. Les résultats obtenus sont comparables avec ceux de Aikawa *et al.* (2007) et Jeffery *et al.* (2007), ce qui permet d'avancer que la stabilisation de la lésion rachidienne est un élément primordial, voire l'élément le plus important à réaliser dans ces chirurgies.

3. Traitement par Ré-alignement-Traction-Fusion (RTF)

A. Principe du traitement développé

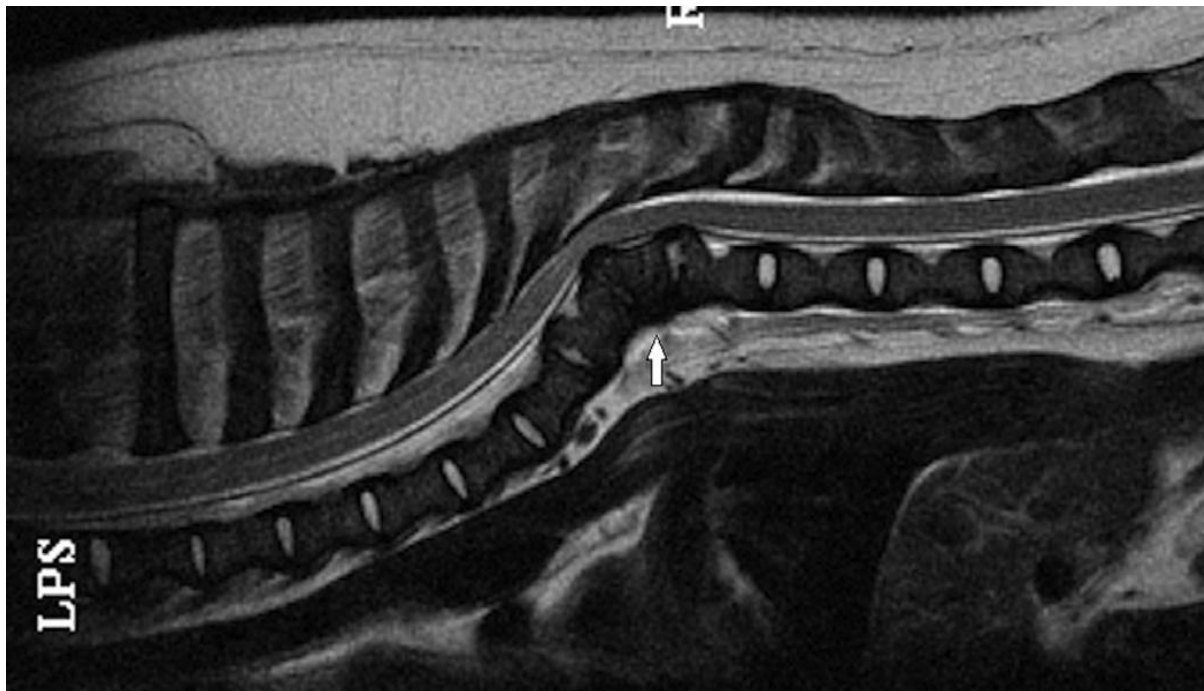
Dans les traitements existants, la compression est attribuée à l'anomalie vertébrale, aux hernies discales associées, ou à la sténose du canal vertébral.

Or ces troubles ne sont donc pas nécessairement dus à une sténose vertébrale ainsi que l'étude de Moissonnier *et al.* (2011) le montre, ni à des hernies discales associées.

Nous formulons l'hypothèse que dans les cas que nous allons étudier, la cyphose est la cause majeure de l'expression des troubles neuromédullaires.

Nous pensons que la cyphose *per se* est génératrice d'une part d'une potentielle subluxation de l'hémivertèbre associée, créant une instabilité sur son site, et d'autre part que la compression est une conséquence de l'importance de l'angle de cyphose, qui engendre un étirement du ruban médullaire tel que le présente la figure 8. En effet, si l'on considère que la moelle comporte deux points « fixes » que sont le foramen ovale et l'insertion du *filum terminale* en région coccygienne, toute déformation survenant entre ceux deux points déforme le ruban médullaire en lui faisant subir une tension.

Figure 8 : Image IRM ENVA de coupe sagittale d'un rachis thoracolombaire de chien. Hémivertèbre en T8, avec cyphose importante associée (désignée par la flèche blanche). On note la disparition de l'espace sous-arachnoïdien dorsalement et ventralement à l'anomalie (perte de la ligne blanche), qui signe la compression. On remarque également la diminution franche du diamètre de la moelle.



La réduction de la cyphose conduit à une diminution de la tension et évite une compression ventrale de la moelle par le déplacement du corps vertébral. De même, la traction exercée entre les vertèbres limite la protrusion discale secondaire. Enfin, la fusion définitive (arthrodèse) permet de limiter les risques de rupture en fatigue des implants.

Dans ce contexte, le traitement de choix doit passer par un redressement de l'angle de cyphose chez l'animal concerné, afin de faire disparaître cette compression due à l'étirement de la moelle. Après ce redressement, une stabilisation est obligatoire afin de conserver l'angle obtenu, mais aussi, de stabiliser le rachis.

B. Population cible

Il est admis que ces cyphoses apparaissent peu après la naissance, puis connaissent un pic chez les chiens vers la fin de la croissance (entre 8 à 12 mois). Ces troubles sont, la plupart du temps, modérés et ne nécessitent pas d'intervention chirurgicale. Notre population cible se divise donc en deux groupes distincts :

- les chiens en milieu/fin de croissance, dont les troubles sont très importants et pour lesquels une chirurgie rapide est nécessaire (60% des animaux d'après Aikawa *et al.*, 2007 ; Jeffery *et al.*, 2007 ; Meheust and Robert, 2010).
- les chiens qui ont fini leur croissance (et donc ayant atteint une certaine stabilité), mais qui pourtant avec les années subissent une augmentation progressive de leur troubles neurologiques. (40% des animaux d'après Aikawa *et al.*, 2007 ; Jeffery *et al.*, 2007 ; Meheust and Robert, 2010). Ils sont dans ce cas souvent d'un âge avancé.

Ce deuxième cas, peu fréquent en médecine vétérinaire est une évolution normale chez l'homme. Rappelons qu'en médecine humaine, la plupart des patients cypho-scoliotiques sont de bons candidats au traitement chirurgical même s'ils ne présentent pas encore de symptômes neurologiques, car on connaît la nature évolutive de cette angulation (Philips *et al.*, 1997 , Akbarnia *et al.*, 2005).

C. Décision opératoire

On rappelle qu'une simple observation d'une anomalie vertébrale ne peut à elle seule motiver une chirurgie.

La décision opératoire doit être prise après un examen d'imagerie tel que l'IRM, la myélographie ou la myélographie couplée à un scanner. Cet examen doit impérativement confirmer la présence d'un ou plusieurs signes de compression sur la moelle épinière du rachis concerné. Il permet également de repérer précisément l'hémivertèbre concernée qui sera ciblée pendant l'opération, et enfin de calculer l'angle rachidien afin de connaître les limites théoriques du redressement opératoire.

L'examen de choix est autant que possible l'IRM, car il permet de visualiser également la moelle épinière et les anomalies qu'elle peut avoir développée (une hydromyélie, ou un diverticule arachnoïdien par exemple), dont le traitement peut être à envisager dans un second temps.

Enfin la décision opératoire revient aux propriétaires et chirurgiens qui prennent en compte la clinique de l'animal, et le bénéfice envisageable.

DEUXIÈME PARTIE : DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE CHIRURGICALE

Dans cette description des différents temps chirurgicaux, nous nous placerons dans le cas d'une vertèbre cunéiforme T10, qui engendre la cyphose qui fera l'objet de notre traitement. Les photographies de cette deuxième partie sont effectuées sur des pièces de dissection ou bien *in vivo* lors d'une opération chirurgicale.

I. Abord thoracique

L'abord chirurgical commence par une incision située crânialement à la côte s'insérant sur la vertèbre située caudalement à la vertèbre anormale, ici la côte 10 (l'incision est crâniale afin d'éviter une section des faisceaux vasculo-nerveux situés parallèlement et immédiatement caudalement aux côtes dans les espaces intercostaux). Cette incision est d'une longueur initiale équivalente au 2/3 de la hauteur du thorax.

On réalise dans cet ordre :

°Incision de la peau, du muscle peaucier, et du *fascia* adipeux.

°Incision des différents muscles du tronc (ou désinsertion de ces muscles à la discrétion du chirurgien):

- muscle grand dorsal avec des fibres d'orientation crânio-ventrales

Puis selon la localisation de l'espace concerné :

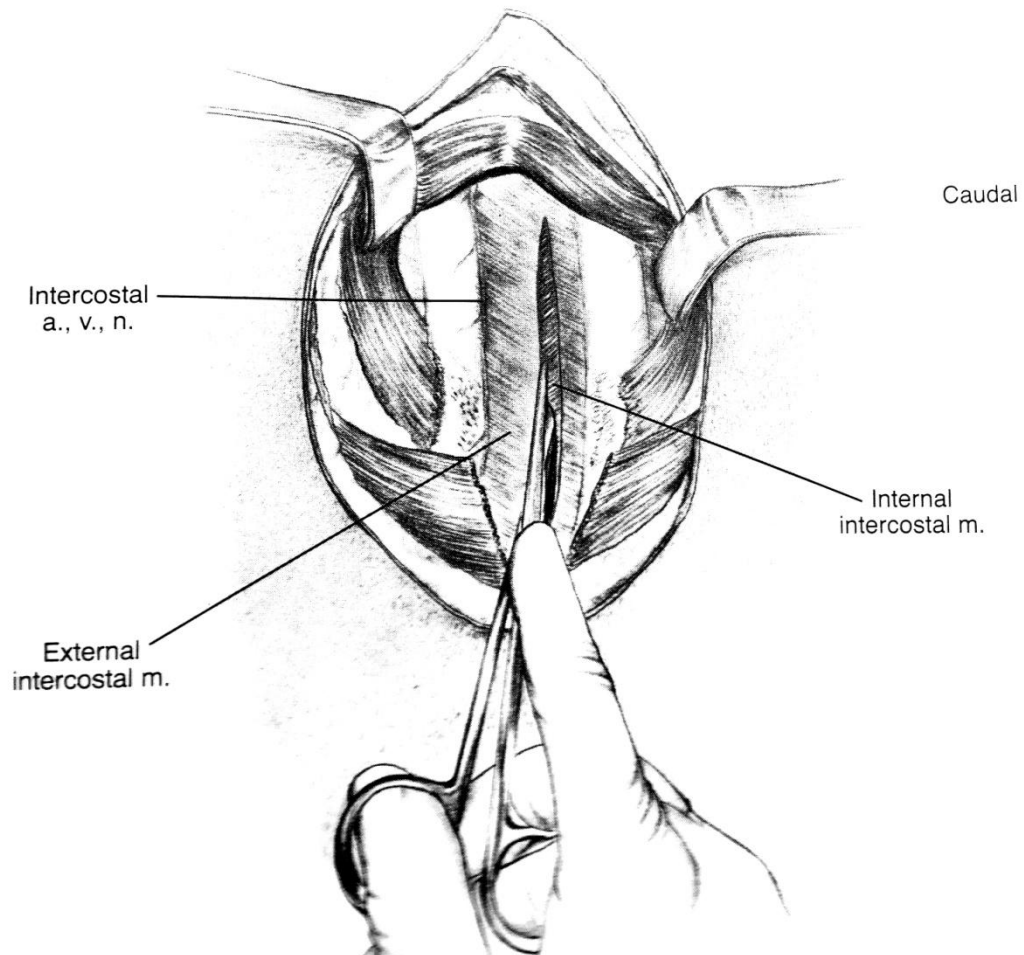
- muscle oblique externe avec ses fibres d'orientation crânio-dorsales (si l'incision est plutôt caudale moyenne, ce qui notre cas ici) ;

- muscle dentelé dorsal caudal avec ses fibres d'orientation crânio-ventrale (si l'incision est dorsale caudale) ;

- muscle dentelé dorsal crânial avec ses fibres d'orientation crânio-dorsales, et muscle dentelé ventral du thorax avec ses fibres d'orientation caudo-ventrales (si l'incision est crâniale).

°Incision des muscles de l'espace intercostal comme l'illustre la figure 9.

Figure 9: Schéma de l'incision des muscles intercostaux. Adapté de Orton et al., 1995



- le muscle intercostal externe (ou superficiel), aux fibres d'orientation ventro-caudales ;
- le muscle intercostal interne (ou profond), aux fibres d'orientation ventro-crâniales.

Au muscle intercostal interne est accolée la plèvre pariétale : l'incision de ce muscle entraîne donc, logiquement, la rupture du vide pleural.

II. Abord du rachis thoracique

Ce temps correspond à l'approche de la région anormale, les corps vertébraux et les disques intervertébraux.

1. Abord de la (des) vertèbre (s) anormale (s)

°Après incision du muscle intercostal interne, et de la plèvre pariétale qui lui est associée, le chirurgien se situe dans la cavité thoracique de l'animal placé sous ventilation artificielle. La fin de l'incision du muscle intercostal interne se fait donc avec précaution (aux ciseaux de Metzenbaum) afin de ne pas léser les formations anatomiques sous-jacentes, notamment le poumon.

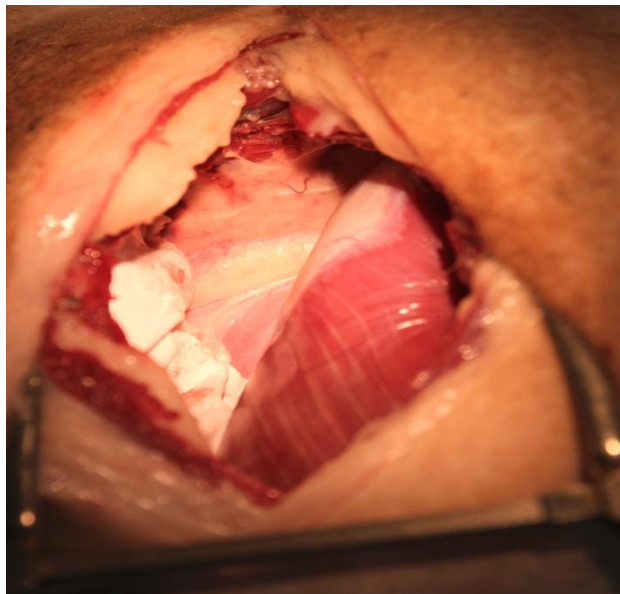
°Un écarteur de type écarteur de Finochietto est placé dans l'incision pratiquée, en appui sur les deux côtes qui limite l'espace intercostal. Il permet la visualisation du lobe caudal du poumon gauche en premier lieu.

°Le lobe caudal du poumon gauche est alors repoussé à l'intérieur de la cavité thoracique, et protégé à l'aide de compresses abdominales humides.

°L'incision initiale peut alors être poursuivie, et remonter dorsalement en longeant toujours la partie crâniale de la côte. On arrêtera l'incision au maximum de hauteur de la côte (*ie* : la partie de la côte qui s'incurve pour retourner sur la vertèbre associée).

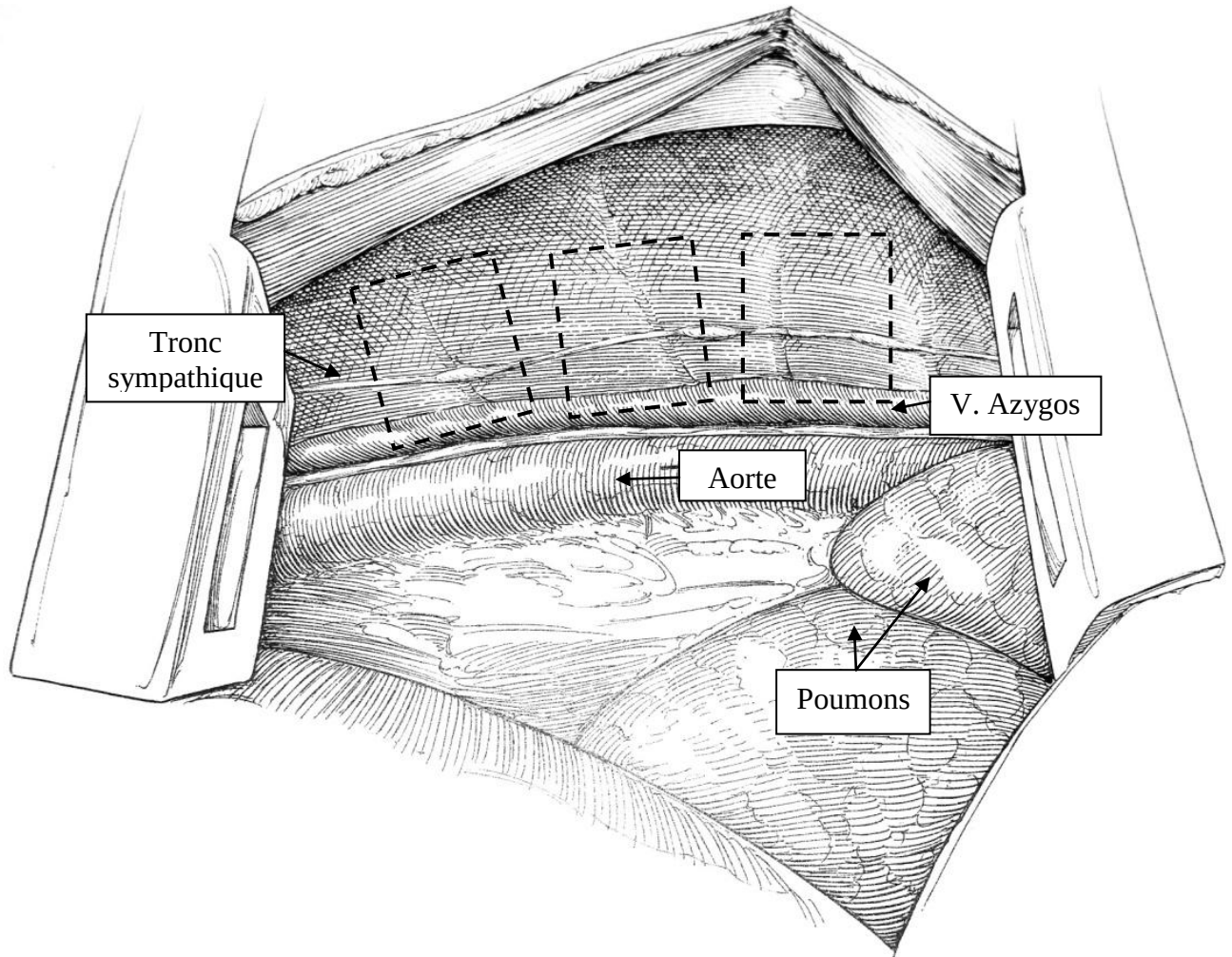
L'ouverture finale obtenue permet alors une visualisation de l'ensemble du médiastin caudal (notamment de l'aorte), comme on le voit sur les figures 10 et 11 ;

Figure 10 : Photographie de la vue du médiastin caudal suite à l'ouverture et l'écartement du poumon chez un chien de dissection ENVA.



Un schéma de l'abord thoracique (droit) est présenté en figure 11. Il s'agit de l'abord controlatéral, mais il fournit une représentation du médiastin caudal droit et des éléments qu'il contient.

Figure 11: Schéma du médiastin suite à un abord thoracique chirurgical droit. Les pointillés représentent les corps vertébraux des vertèbres qui sont plus en profondeur. Adapté de Orton et al., 1995

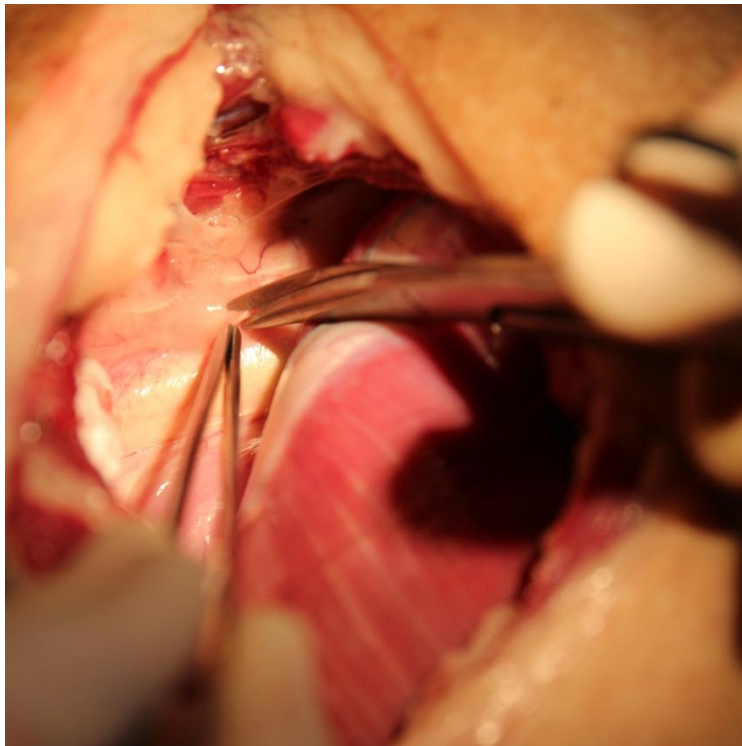


2. Temps intra-médiastinal

°Incision horizontale de la plèvre médiastinale du médiastin caudal à mi-distance entre l'aorte et le rachis. Par cette incision on débride en dissection mousse les structures anatomiques sous jacentes.

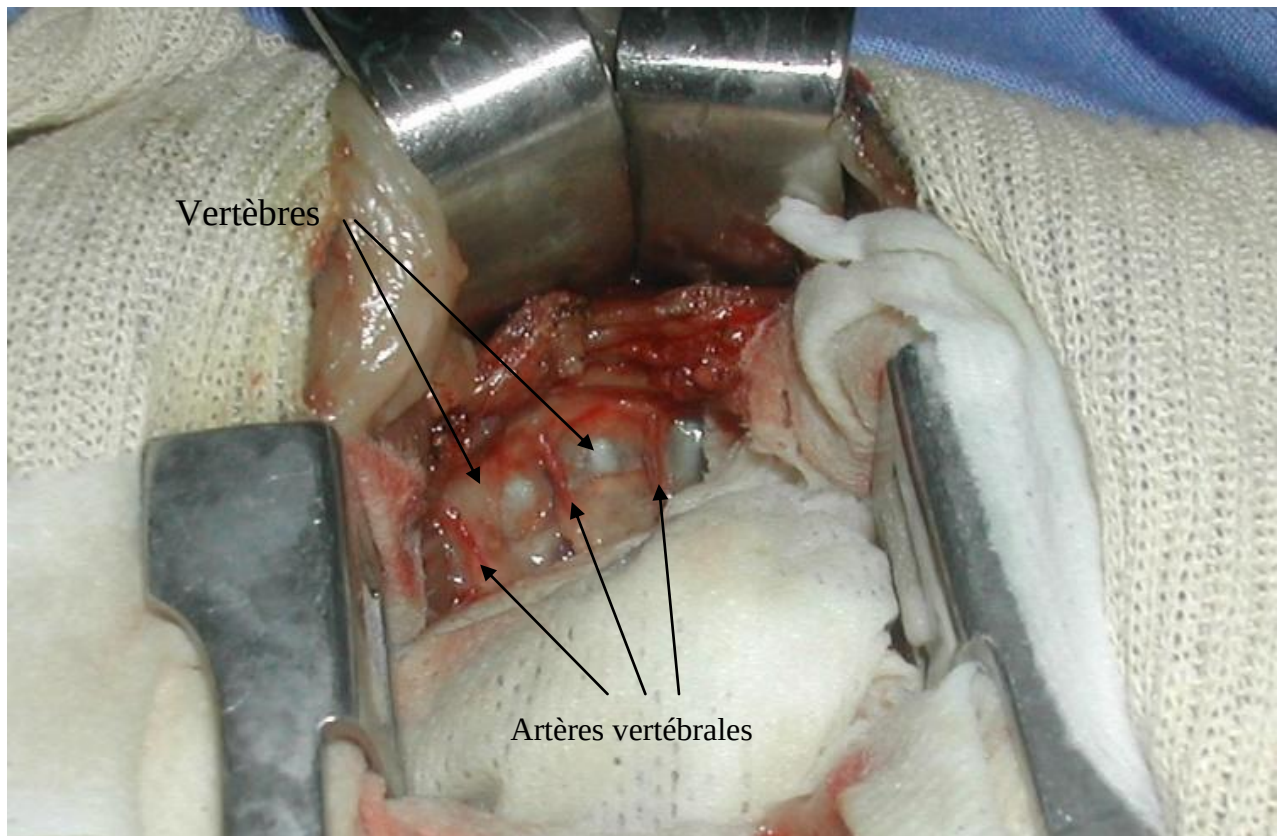
°Ceci permet de visualiser rapidement la chaîne sympathique (tronc thoraco-lombaire), comme on l'observe sur la figure 12. On prend soin de l'isoler du site en la réclinant délicatement avec le pédicule de la plèvre médiastinale dorsale formée par l'incision.

Figure 12: Photographie du médiastin caudal chez un chien avec visualisation de la chaîne sympathique, qui est le trait fin blanc observable juste au dessus des ciseaux. Chien de dissection ENVA



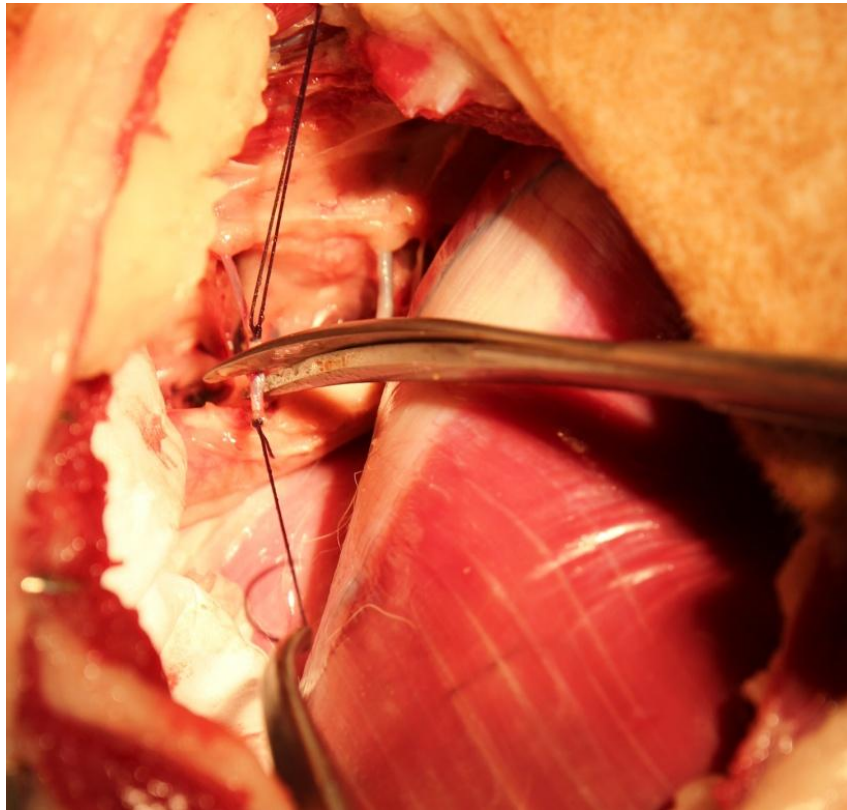
°On visualise ensuite, plus en profondeur, les artères vertébrales qui proviennent directement de l'aorte. Elles sont perpendiculaires au rachis et se situent dans le plan sagittal. On visualise également la cyphose du rachis. La figure 13 est une photographie de ce stade chirurgical.

Figure 13: Photographie per-opératoire de la zone chirurgicale d'un RTF sur un chien ENVA. Le médiastin vient d'être ouvert. On visualise les artères vertébrales (flèches verticales sur la photographie). L'aorte est cachée par les compresses en bas de l'image entre l'écarteur.



°Les artères vertébrales nécessitent d'être ligaturées et sectionnées du côté de la voie d'abord (ici à gauche). Ceci n'est habituellement pas nécessaire du côté controlatéral, ce qui permet de conserver une vascularisation vertébrale suffisante. On effectue une double hémostase des artères (à l'aide de clips ou de ligatures), puis on sectionne entre les deux ligatures comme on peut le voir sur la figure 14. La rétraction naturelle des bouts, l'un vers l'aorte et l'autre vers la vertèbre, permet de dégager le site chirurgical. Cette opération est répétée sur toutes les artères vertébrales gênant la voie d'abord (habituellement deux à trois artères vertébrales).

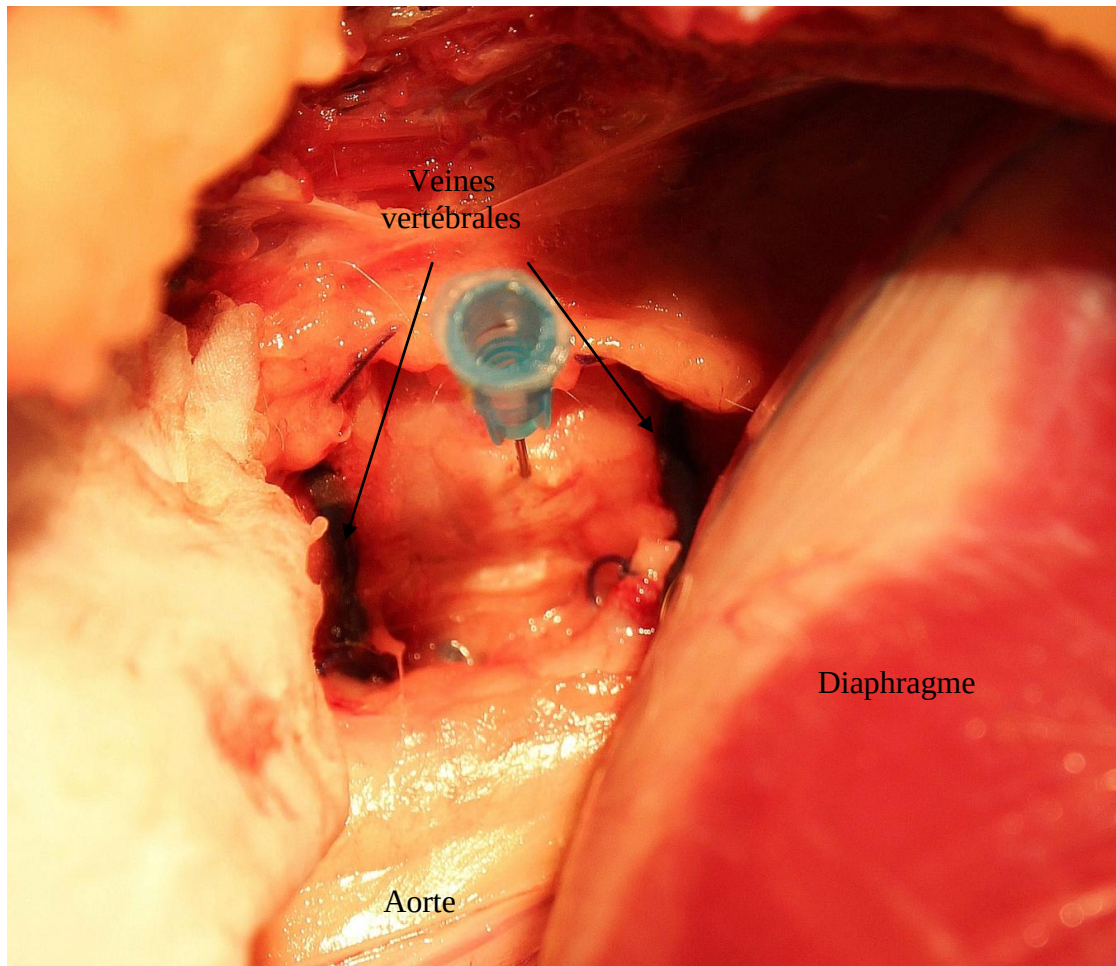
Figure 14: Photographie du médiastin caudal ouvert chez un chien, avec une hémotase des artères vertébrales, et leur section en cours. Chien de dissection ENVA



°La poursuite de la dissection mousse vers les corps vertébraux et l'espace intervertébral permet de visualiser les veines vertébrales (veines intercostales). Ces dernières sont issues des forams vertébraux et plongent vers la veine azygos droite ; elles sont donc verticales et collées aux corps vertébraux. Elles doivent être traitées par hémotase, préférentiellement à l'aide d'une électrocoagulation bipolaire.

°Une fois cette approche effectuée, et une fois les corps vertébraux ainsi que les espaces intervertébraux dégagés, des aiguilles fines sont utilisées afin de repérer les disques intervertébraux d'intérêt comme le montre la figure 15. L'emplacement du disque intervertébral est marqué par la possibilité de le traverser à l'aiguille fine, ce qui n'est pas possible avec le corps vertébral. Notons que la présence d'une radioscopie per-opératoire facilite grandement ce repérage et la mise en place des implants par la suite.

Figure 15 : Photographie du rachis thoracique chez un chien de dissection ENVA. L'aiguille bleue marque la présence du disque intervertébral. On visualise en bas de l'image l'aorte, à droite le diaphragme. On repère aussi les bouts des artères ligaturées et sectionnées, ainsi que les veines vertébrales (éléments sombres horizontaux, de part et d'autre des vertèbres).

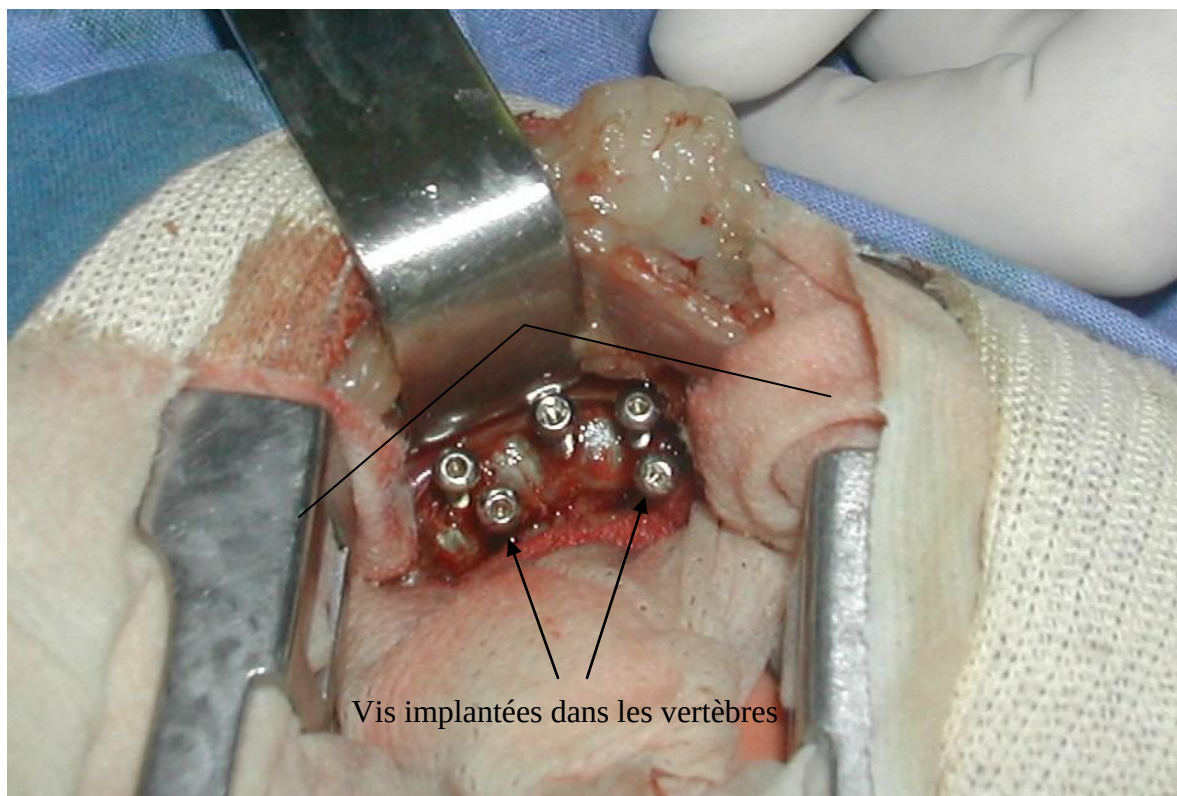


III. Réalignement-Traction-Fusion

Une fois les disques intervertébraux d'intérêts repérés à l'aide d'aiguilles fines et le rachis dégagé, le chirurgien peut constater macroscopiquement l'angle de déformation précédemment évalué à l'imagerie. Une bonne visualisation du site est nécessaire car le redressement de l'angle de déformation s'effectuera *de visu*, et à la discrétion du chirurgien.

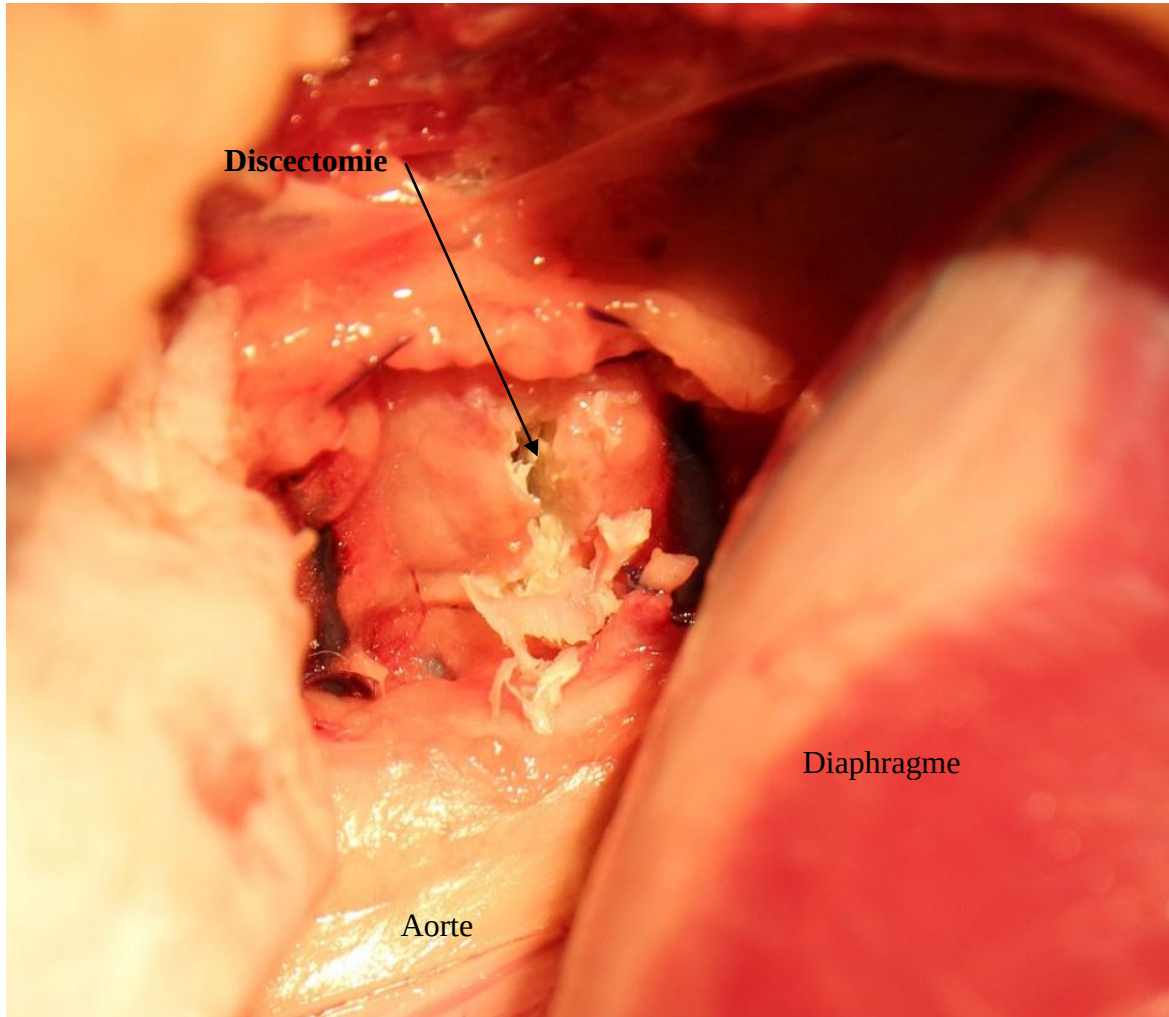
°La première étape concernant la stabilisation est la mise en place d'implants intervertébraux. Dans le cas d'une vertèbre cunéiforme, on posera au moins une vis dans le corps de chacune des vertèbres adjacentes. Une broche sera également placée dans la vertèbre cunéiforme. Le choix des tailles des vis dépend de la taille des vertèbres concernées. Dans la plupart des cas, des vis (ou des broches) de 2,7 à 4 mm de diamètre sont suffisantes, tel que le montre la figure 16.

Figure 16: Photographie per-opératoire de la zone chirurgicale d'un RTF sur un chien ENVA. Les vis sont placées dans les vertèbres. On visualise les implants. On visualise également la cyphose du rachis représentée par les droites au dessus de ce dernier.



°Une fois les vis implantées dans les trois vertèbres, on réalise une ou plusieurs discectomies latérales gauches visibles sur la figure 17. Celles-ci permettent de libérer l'emplacement d'insertion des écarteurs vertébraux (écarteur de Moissonnier dans notre cas), et d'abaisser la tension qui maintient la malformation vertébrale en place.

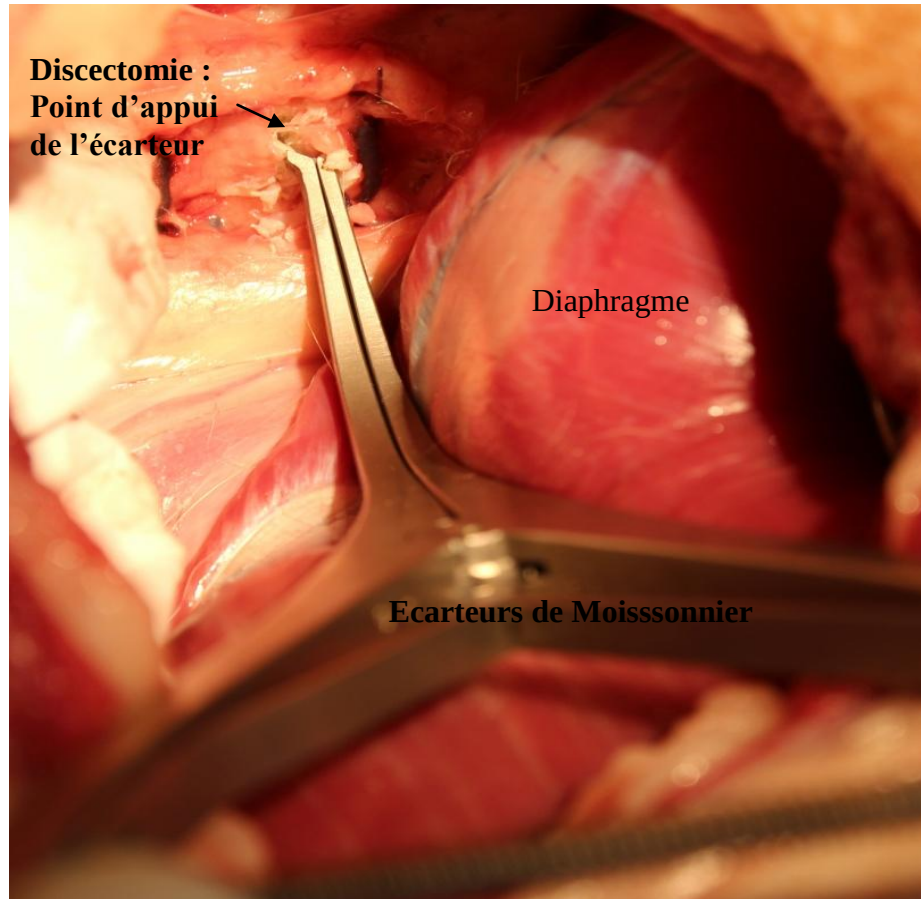
*Figure 17: Photographie du rachis thoracique d'un chien de dissection ENVA après discectomie.
[Ni la cyphose ni les implants ne sont visibles sur cette photographie car il s'agit d'une pièce de dissection saine]*



°Selon l'aspect de la déformation vertébrale deux possibilités s'offrent au chirurgien :

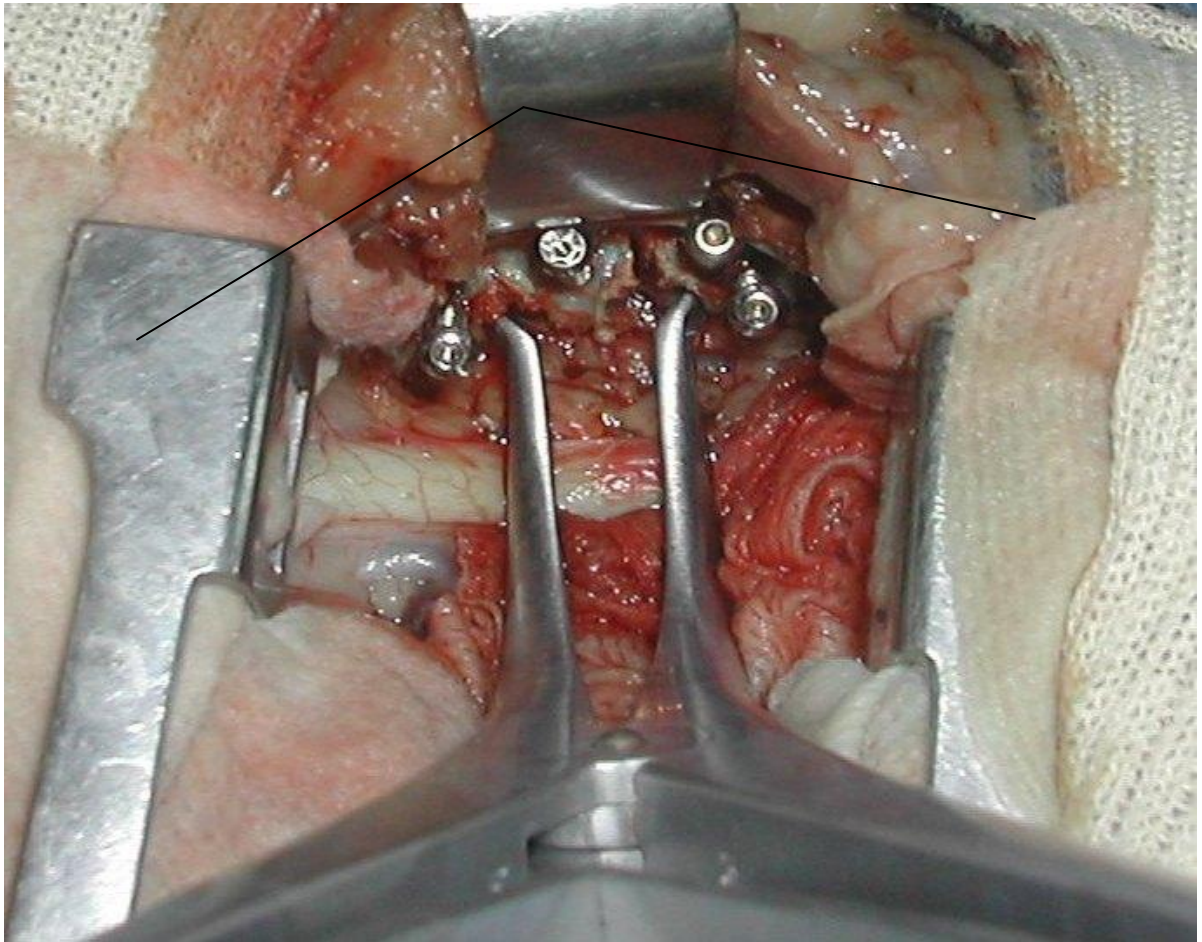
- on pourra prendre appui sur un seul espace intervertébral avec l'écarteur : on introduit l'écarteur de Moissonnier à l'emplacement de l'unique discectomie effectuée (sur l'angle de déformation maximal) et on le met en tension par son système de vis sans fin jusqu'au redressement à l'angle désiré (ou possible). La figure 18 montre la position d'insertion de l'écarteur.

Figure 18 : Photographie du rachis thoracique d'un chien de dissection ENVA, après insertion de l'écarteur de Moissonnier et avant traction, dans le cas d'une traction sur un unique espace intercostal. [Ni la cyphose ni les implants ne sont visibles sur cette photographie car il s'agit d'une pièce de dissection saine].



- on pourra également prendre appui sur deux espaces intervertébraux avec l'écarteur : on introduit dans ce cas l'écarteur dans les discectomies entourant la vertèbre anormale. Ici, on prend donc appui d'une part sur le plateau vertébral de la vertèbre crâniale à la vertèbre cunéiforme, et d'autre part sur la tête de la vertèbre caudale à la vertèbre cunéiforme. Là aussi la mise en tension aboutit au redressement de l'axe jusqu'à l'angle désiré, et place en tension le disque potentiellement anormal (traction sur le disque générateur de décompression). On visualise cette opération dans la figure 19.

Figure 19 : Photographie per-opératoire de la zone chirurgicale d'un RTF sur un chien ENVA. L'écarteur de Moissonnier est inséré (sur deux espaces intervertébraux) et la traction est en cours. On visualise subjectivement la diminution de l'angle de cyphose (représenté par les deux droites au dessus du rachis), et l'alignement de l'anomalie vertébrale.



°Si les appuis diffèrent selon ces deux situations, la méthode de redressement et les enjeux restent les mêmes. L'appui de l'écarteur de Moissonnier est garanti par des dents s'appuyant sur chacun des plateaux vertébraux. La mise en tension, elle, est obtenue grâce à une tige fileté (vis sans fin) qui permet de maintenir l'angle obtenu, et ce jusqu'à la stabilisation. La figure 20 nous permet de visualiser l'écarteur.

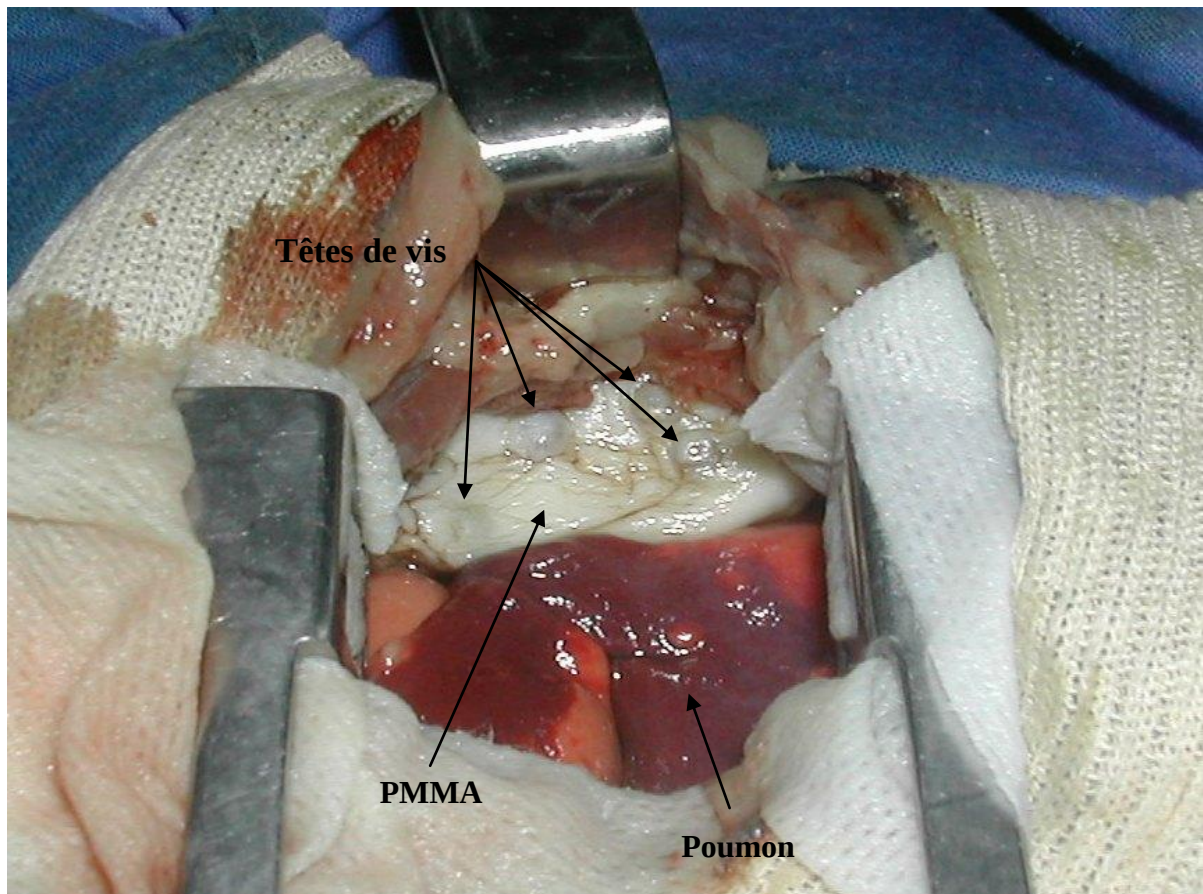


Figure 20 : Photographie de l'écarteur de Moissonnier. Pr Moissonnier.

°Si cette mise en tension est techniquement rendue aisée par ce matériel, l'appréciation de l'angle à adopter l'est beaucoup moins. Il s'agit de trouver l'angle de cyphose idéal entre celui, trop faible, qui n'assurerait pas de récupération de la fonction neurologique. Et celui, trop important, qui mettrait en danger le montage en le sollicitant de manière trop poussée, jusqu'à une éventuelle rupture.

°Lorsque l'angle idéal est trouvé par le chirurgien, on place le ciment de PMMA sur les vis vertébrales, afin de garantir la stabilité du montage, comme le montre la figure 21.

Figure 21 : Photographie per-opératoire de la zone chirurgicale d'un RTF sur un chien ENVA. Le montage vient d'être stabilisé par la pose de ciment PMMA (flèche désignant la pâte blanche), sur les têtes de vis. Le poumon a été libéré et il retrouve progressivement une forme normale.



Lorsque la stabilisation est obtenue, les écarteurs vertébraux sont retirés, ce qui permet de vérifier la stabilité du montage obtenu.

La fin de chirurgie est similaire à toute autre chirurgie thoracique, avec pose d'un drain thoracique pendant les 48H suivant la chirurgie, et fermeture des différents plans.

TROISIEME PARTIE : ETUDE RETROSPECTIVE DES CAS TRAITES

I. Matériels animal et méthode chirurgicale

1. Matériels animal

A. Sujets

La présente étude a porté sur un échantillon de 14 chiens de races diverses qui ont été opéré par le professeur Moissonnier entre 2005 et 2015 soit une période de 11 ans (annexe n°1). L'analyse rétrospective des cas a eu lieu à partir des dossiers provenant des archives des cas chirurgicaux de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (archives physiques et informatiques), mais aussi dans les cahiers de cas présents dans le service de chirurgie ou suivis par le Pr. Moissonnier.

A l'exception d'un cas, ces opérations ont toutes eu lieu à l'école vétérinaire d'Alfort. Pour tous les cas de l'étude, le chirurgien première main était le professeur Moissonnier (ECVS), et les secondes voire troisième mains étaient tous docteur vétérinaire *a minima*. La procédure chirurgicale suivie a été celle que nous avons décrite dans la 2^{ème} partie de cette étude.

B. Recrutement

Concernant leur répartition, 3 des 14 cas concernent des chiens référés de Belgique, dont le suivi a été effectué principalement à l'hôpital vétérinaire de Gand. Les autres cas sont soit des référés de confrères Français, exerçant principalement en Ile De France, soit des cas suivis à l'école par l'équipe de neurologie.

Une enquête téléphonique, par courrier, et par les réseaux sociaux a également été réalisée auprès des propriétaires à l'aide d'un questionnaire de suivi répertorié en annexe n° 2. Cette enquête visait d'une part à compléter des informations contenues dans les dossiers des recrutés. Elle avait aussi pour but d'établir un suivi à long terme et de recueillir les sentiments des propriétaires en vue d'améliorations potentielles.

C. Critères d'inclusion

Les chiens n'ont été inclus dans l'étude que sous réserve du respect des conditions suivantes :

- l'animal devait avoir bénéficié d'une technique d'imagerie appropriée à la mise en évidence de la compression médullaire ;

- l'animal devait lors de ses examens d'imagerie pré-opératoire, présenter un angle de cyphose dit « pathologique » (inférieur à 168°) ;
- l'animal devait avoir bénéficié au minimum d'une évaluation neurologique pré-opératoire et post-opératoire par une personne compétente dans le domaine ;
- le chirurgien première main devait être le professeur Moissonnier, et il devait avoir traité la cyphose et sa compression à l'aide de la technique de RTF ;
- l'animal devait avoir bénéficié d'au moins un examen d'imagerie post-opératoire permettant de mesurer le nouvel angle de cyphose, mais aussi de visualiser le montage et en permettre la critique ;
- le remplissage du questionnaire n'est pas une condition nécessaire à l'inclusion dans l'étude.

D. Dossiers des animaux traités

Le dossier de chaque cas répertorie les informations suivantes :

- nom, prénom et adresse du propriétaire ;
- nom, sexe, âge du chien lors de la première consultation avec le professeur Moissonnier ;
- types d'examens d'imagerie ;
- types et localisations de l'anomalie vertébrale et de la cyphose ;
- types et localisations des autres anomalies médullaires et vertébrales ;
- description technique de l'opération, des complications associées ;
- pour tous les chiens, angle rachidien mesuré avant et après l'opération sur la cyphose. Pour la plupart des chiens angle de Cobb (figure 22) sur la cyphose avant l'opération ;
- classement dans un stade neurologique avant et après l'opération ;
- suivi des chiens opérés (d'une durée variable, selon le lieu de résidence, l'âge des chiens..) ;
- durée de survie ;
- avis des propriétaires si obtenu.

L'obtention des informations technique est développée dans le chapitre suivant.

2. Méthode d'évaluation de la chirurgie

A. Compte rendu opératoire

Les comptes rendus opératoires contiennent les informations précisant le geste opératoire et l'intervention. La technique opératoire décrite dans la 2^{ème} partie de cette étude est respectée et les comptes rendus nous permettent d'affiner les informations. La structure, la taille et la position des implants sont spécifiés, ainsi que l'état de souffrance ou de protrusion discale. Les interventions parallèles au RTF telles que les corpectomies adjacentes sont consignées. Un avis chirurgical est enfin donné sur le degré de réduction obtenu au redressement.

B. Imagerie médicale

La décision opératoire a toujours été prise après un diagnostic fondé sur les données issues de techniques d'imagerie.

Comme nous l'avons déjà évoqué dans la première partie, seule une image montrant une compression médullaire sur la zone d'intérêt permet de lier les signes cliniques à l'anomalie vertébrale.

i. Types d'imagerie médicale utilisés

Trois types d'examens ont pu permettre dans notre étude l'évaluation de la compression : L'IRM, la myélographie, et le myéloscanner.

Sur les 14 chiens opérés tous ont eu des radiographies standards en pré et post-opératoire. De plus :

- neuf chiens, souvent opérés récemment, ont bénéficié au moins d'une IRM. Parmi eux, 5 ont également été examinés par scanner, et 2 autres par myéloscanner, de la zone de cyphose.
- cinq chiens, parmi les plus anciens traités, n'ont bénéficié en plus des radiographies, que d'une myélographie.

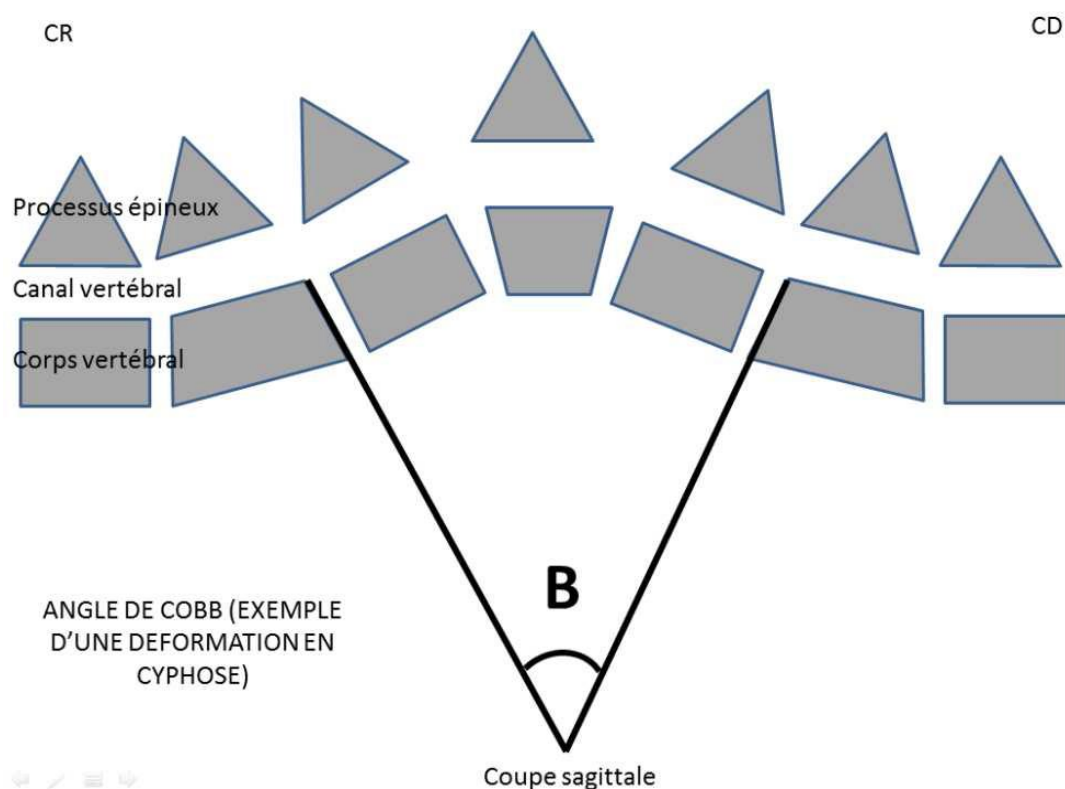
Ces examens d'imagerie ont tous été analysés, afin de caractériser l'anomalie vertébrale et la compression médullaire, mais aussi de noter toute autre anomalie vertébrale ou médullaire visible.

Ces autres anomalies vertébrales ont été relevées et incorporées aux données de l'étude. Il est évidemment notable que la sensibilité de détection d'une anomalie varie en fonction de la technique d'imagerie utilisée. L'utilisation d'une myélographie seule par exemple ne permettra pas d'exclure la présence d'une hydromyélie que l'on aurait pu voir à l'IRM. Cette liste d'anomalie « supplémentaire » est donc à pondérer avec le type d'examen d'imagerie effectué pour les rechercher.

ii. Méthode de mesure de la cyphose

La sévérité de la cyphose du rachis a systématiquement été mesurée par la méthode de l'angle rachidien en pré et post-opératoire, comme vu précédemment avec la figure 6. Mais elle l'a aussi été, la plupart du temps, par la mesure de l'angle de Cobb sur la cyphose, comme le montre la figure 22.

Figure 22: Méthode de mesure de l'angle de Cobb sur la cyphose. Adapté de Krumeich (2011). CR : crânial. CD : caudal. B : angle de Cobb.



L'angle de Cobb mesure l'angle formé par 2 lignes passant par le plateau crânial de la vertèbre la plus crâniale et par le plateau caudal de la vertèbre la plus caudale du segment présentant la déformation angulaire sur le cliché de profil. La vertèbre la plus crâniale et la vertèbre la plus caudale sont définies de sorte que l'angle de Cobb mesuré soit maximal.

Compte tenu de gêne radiographique que constituent les implants (diminution du contraste), cette mesure est peu accessible en post-opératoire et empêche donc parfois l'évaluation de la technique. Mais elle est plus précise pour quantifier l'anomalie angulaire car, contrairement à l'angle rachidien, sa mesure n'est pas compliquée lorsque l'hémivertèbre est subluxée.

Les mesures consignées dans le tableau 3 (p. 47) ont été prises par deux opérateurs différents. Quelque soit la méthode utilisée et l'opérateur, on n'observe jamais de variation angulaire supérieure à 8°. Les mesures rapportées sont celles prises par l'auteur et effectuées au rapporteur.

C. Evaluation clinique

i. Conditions d'évaluation

Pour évaluer leur statut neurologique avant et après les opérations, tous les chiens ont bénéficié d'une ou plusieurs consultations par un membre de l'équipe de neurologie de l'hôpital vétérinaire d'Alfort et par le Pr. Moissonnier. Un seul chien, celui qui a été opéré à l'extérieur de l'hôpital vétérinaire d'Alfort, n'a pas bénéficié de ces consultations à l'ENVA. Il a par contre été évalué en clinique vétérinaire à plusieurs reprises, en pré et post-opératoire, par le professeur Moissonnier (qui assure les consultations de neurochirurgie à l'école vétérinaire également).

C'est à partir des données de ces examens cliniques, qu'ont été attribué des grades concernant les troubles neurologiques de ces chiens, avant et après l'opération.

Nous avons réparti ces évaluation sur trois périodes :

- court terme (inférieur à 3 semaines): cela permet de connaître les événements en relation avec le post-opératoire immédiat durant la période de cicatrisation des tissus mous (infection du foyer, débricolage précoce du montage,...) .
- moyen terme (entre 3 semaines et 3 mois): cela permet de connaître les événements en relation avec le post-opératoire durant la période de cicatrisation des tissus durs. Les infections du foyeux osseux et les débricolages de montage (rupture en fatigue) peuvent intervenir dans l'année suivant la pose des implants..
- long terme (au delà de 3 mois) : après la fusion osseuse, il est important de connaître le devenir des animaux avec un tel montage en place (rupture en fatigue à long terme, tolérance du ciment). Notons que la fusion osseuse chez un adulte n'est acquise définitivement qu'après 1 an. Un point particulier peut donc être retenu pour les chiens dépassant cette durée

ii. Echelle d'évaluation

Il existe différentes échelles qui permettent de définir le stade neurologique d'un animal. La plupart vont de la simple dorsalgie, à la paraplégie avec perte de nociception des postérieurs. Si elles évaluent les mêmes fonctions, les échelles diffèrent par la finesse de la description des symptômes qu'elles quantifient, et par leur classification des stades cliniques.

L'échelle que nous avons utilisée comme référence est l'échelle classique d'évaluation des troubles nerveux suite à une myélopathie compressive, qu'on emploie pour les hernies discales notamment.

Cependant, notre étude nous le permettant nous avons tenu, comme l'ont fait Aikawa *et al.* (2014), ou Charalambous *et al.* (2014), à détailler le stade 2 correspondant à un animal ataxique ambulateur.

En effet dans leur publication de 2014 Aikawa *et al.* dissocient le stade 2 en 3 étapes évaluables : l'ataxie faible, l'ataxie modérée, et l'ataxie forte. Quant à Charalambous *et al.* (2014), ils utilisent dans leur publication une subdivision plus fine encore, en considérant que les troubles neurologiques d'ataxie ambulateur peuvent être subdivisés en 4 grades distincts. Afin de suivre au mieux l'évolution neurologique des cas traités dans notre étude, nous nous appuierons donc sur cette possibilité de différencier les stades d'ataxie ambulateur. Compte tenu de la finesse de nos évaluations neurologiques, nous pouvons affirmer que l'on peut subdiviser l'ataxie ambulateur en au moins deux stades dans notre étude. On classera d'une part l'ataxie ambulateur inconstante à constante modérée, et d'autre part l'ataxie ambulateur constante forte jusqu'à l'ataxie forte qui entraîne des chutes nombreuses.

En conclusion on utilisera donc l'échelle du tableau 2.

Tableau 2 : Echelle symptomatologique d'une myélopathie compressive

Stade 0	Aucune anomalie
Stade I	Douleur rachidienne sans déficit neurologique
Stade IIa	Ataxie faible : l'animal peut courir et marcher mais présente une ataxie légère ou un déficit proprioceptif
Stade IIb	Ataxie marquée, à très importante. L'animal est capable de marcher sans support mais sa démarche est marquée par de potentielles chutes, d'occasionnelles à très fréquentes.
Stade III	Parésie non ambulatoire (mouvements volontaire présents, mais ils ne permettent pas de marcher). Persistance de la sensibilité douloureuse.
Stade IV	Paraplégie avec conservation de la sensibilité douloureuse profonde sur les membres postérieurs et la queue.
Stade V	Paraplégie avec perte de la sensibilité douloureuse profonde sur les membres postérieurs et la queue.

Pour la suite de cette étude, et toutes les figures qui suivront nous établiront la correspondance suivante :

Stade 0 = 0

Stade I = 1

Stade IIa = 2

Stade IIb = 3

Stade III = 4

Stade IV = 5

Stade V = 6

Cette correspondance permet d'utiliser un système numérique plus approprié par la suite pour quantifier nos évolutions.

II. Résultats de l'étude

1. Population ciblée par l'opération

A. Races et sexe

Parmi les 14 cas traités, on trouve la répartition suivante :

- 6 bouledogues français
- 3 carlins
- 2 bouledogues anglais
- 2 yorkshire terrier
- 1 fox terrier

Parmi les chiens opérés on dénombre 8 mâles et 6 femelles, soit un sex ratio de 1.33 pour les mâles.

Le tableau 3 présente les chiens en fonction de leur âge, sexe et race lors de l'opération.

Tableau 3 : Informations sur les chiens opérés comprenant le sexe, l'âge et la race.

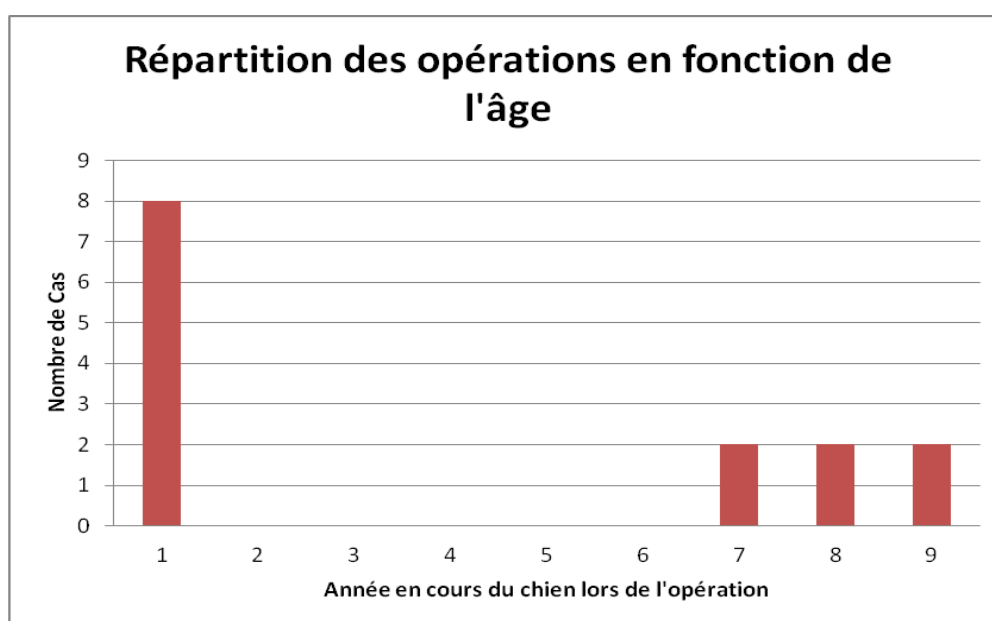
Numéro du chien	Race	Sexe	Age
1	BDF	Mâle	6 ans
2	Carlin	Femelle	6 mois
3	BDF	Mâle	6 ans
4	Carlin	Mâle	5 mois
5	BDF	Mâle	7 ans
6	BDA	Mâle	7 mois
7	Yorkshire Terrier	Femelle	11 mois
8	Carlin	Femelle	5 mois
9	Yorkshire Terrier	Mâle	6 mois
10	BDF	Femelle	8 ans
11	BDF	Mâle	8 ans
12	BDF	Femelle	6 mois
13	BDA	Mâle	7 ans
14	fox terrier	Femelle	6 mois

B. Répartition en fonction de l'âge

D'après les données recueillies sur l'âge des chiens lors de l'opération on obtient une moyenne de 3,7 ans (minimum = 5 mois, maximum = 9 ans).

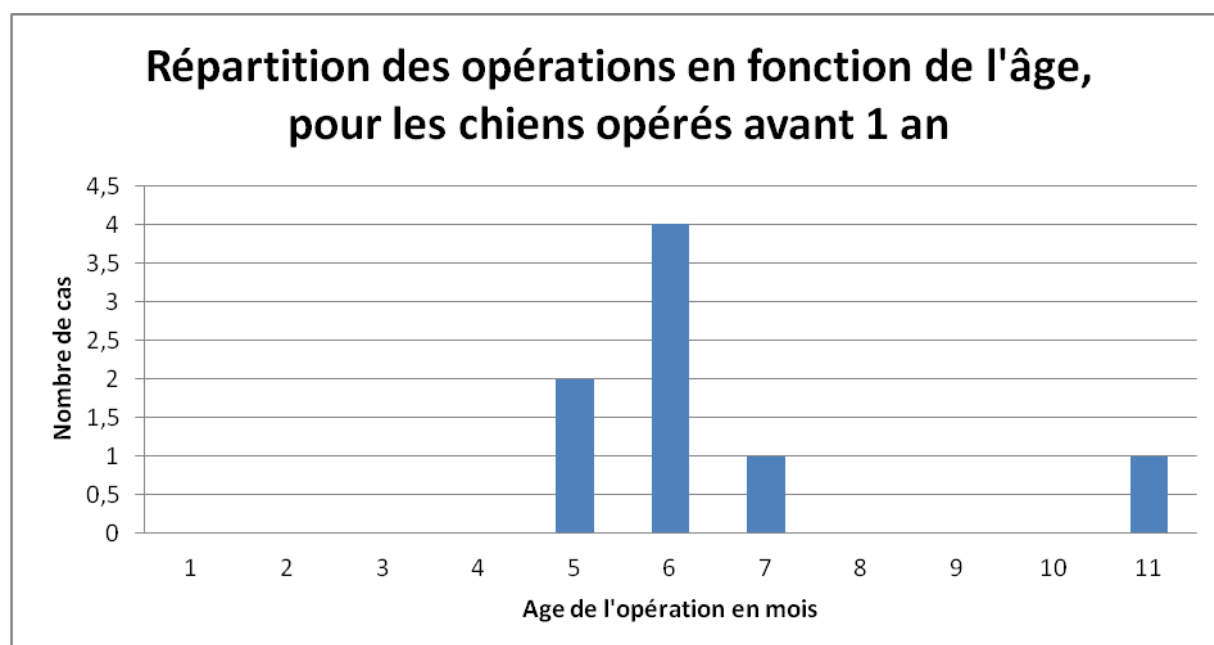
Pour évaluer cette répartition, nous avons représenté le nombre de chiens opérés en fonction de leur âge au moment de l'opération grâce à la figure 23.

Figure 23 : Répartition des chiens opérés en fonction de leur âge, compté en année en cours, au moment de l'opération.



Dans notre population 8/14 chiens sont « écrasés » dans une des cases de notre histogramme car ils ont moins de 1 an. Pour ceux-là nous avons voulu représenter leur répartition en fonction de leur âge (en mois) au moment de l'opération. C'est le cas de la figure 24 suivante :

Figure 24 : Répartition des chiens opérés de moins d'un an en fonction de leur âge, en mois, au moment de l'opération.



Cette figure montre que la plupart des opérations ont lieu sur des chiens âgé de 6 mois, qui sont donc d'après Grandjean 1996 , en pleine croissance.

2. Imagerie pré-opératoire et anomalies vertébrales

A. Répartition des techniques d'imagerie

Comme nous l'avons vu précédemment, tous les animaux opérés ont subi des radiographies de leur rachis thoracique avant et après l'opération. Le reste des examens se répartit de la façon suivante sur les 14 animaux :

- IRM pour 9/14 chiens. Parmi ceux-ci, certains ont bénéficié en complément:
 - d'un scanner (CT dans le tableau) pour 5/9 d'entre eux ;
 - d'un myéloscanner pour 2/9 d'entre eux ;
- Myélographie pour 5/14 des chiens.

B. Compression médullaire et autres anomalies médullaires dans l'étude

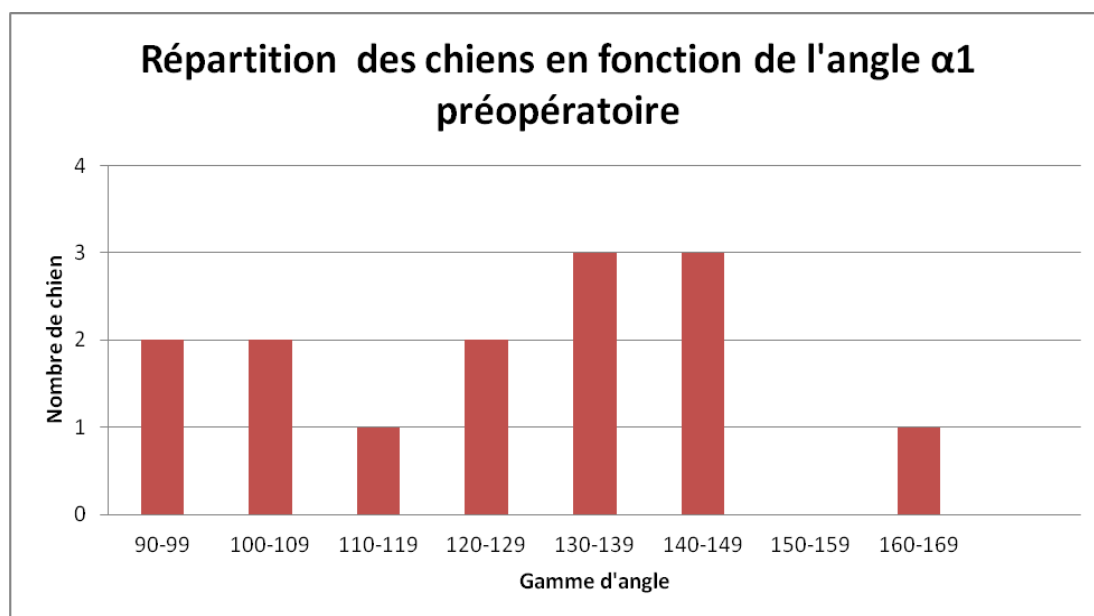
Sous la réserve importante de la sensibilité de détection qui dépend de la technique utilisée, on peut recenser les différentes anomalies qui touchent les chiens de l'étude :

- **hernie discale** : concerne 6/14 des chiens. Elles sont très majoritairement localisées sur l'espace intervertébral précédent ou suivant l'hémivertèbre d'intérêt. Ces hernies sont exclusivement protrusives. Leur nombre varie de 1 à 3 par chien touché, et leur protrusion de 1,8 à 4,6 mm.
- **subluxation** : Concerne 2/14 des chiens. Elles sont en moyenne de 2.1 mm
- **diverticule arachnoïdien** : 1 seul chien recensé sur 14.

C. Angle rachidien initial (α_1)

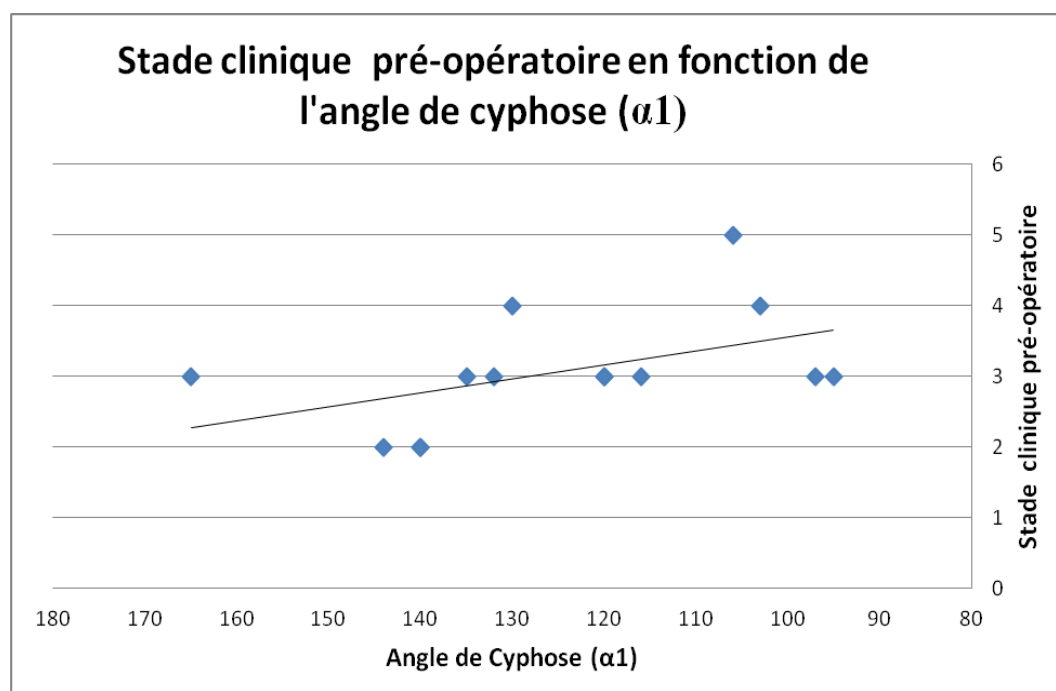
La moyenne des angles rachidiens pré-opératoire (α_1) de nos cas est de 122°, l'angle de cyphose le plus fort étant de 95° et le plus faible de 165°, avec un médiane de 120°. Notons également que le second angle de cyphose le plus faible est de 144°, l'angle de 165° est donc très éloigné des autres valeurs du groupe. La figure 25 est un histogramme permettant de regrouper les chiens par intervalle d'angle α_1 de 10°.

Figure 25: Répartition des chiens opérés en fonction de leur angle α_1 . On dénombre les chiens dans les différentes classes d'angle α_1 . Les classes d'angles α_1 ont des intervalles de 10° .



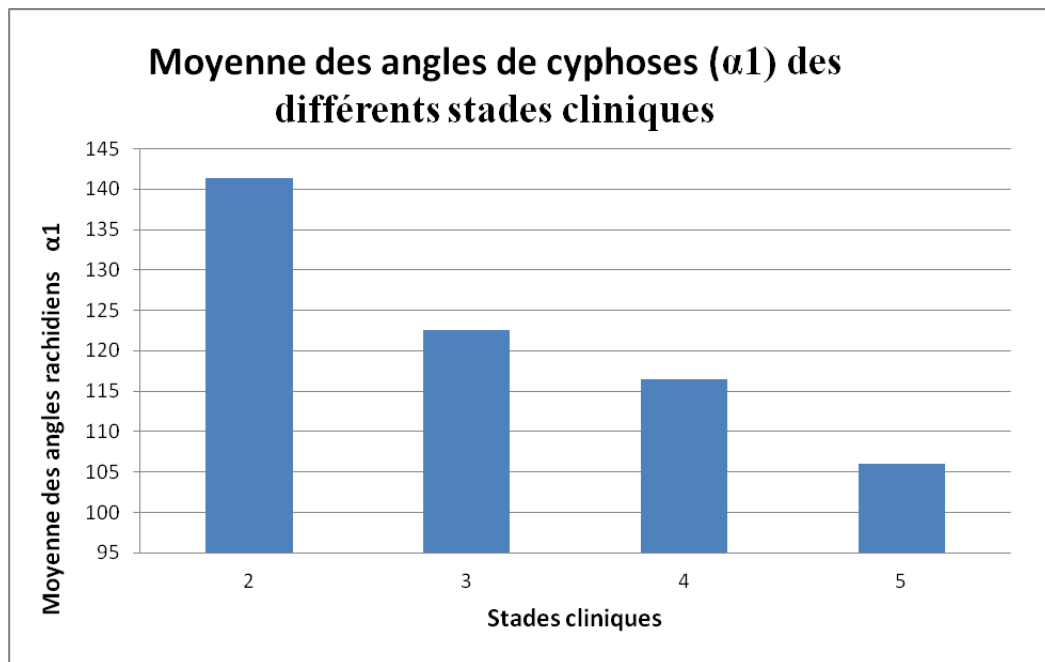
Nous avons voulu savoir si l'angle de la cyphose pouvait être corrélé à l'importance des symptômes, avec la figure 26.

Figure 26 : Distribution des stades cliniques des chiens en pré-opératoire, en fonction des angles de cyphose mesurés (α_1).



Toujours dans le but de corrélérer l'importance de la cyphose et la présentation clinique, nous avons fait la moyenne des angles α_1 , en ayant regroupé les chiens par stade clinique pré-opératoire sur la figure 27.

Figure 27: Moyenne des angles de cyphose pré-opératoires (α_1), des chiens de l'étude regroupés selon leur stade clinique pré-opératoire. Seuls les stades 2 à 5 sont représentés (les autres sont vides).



Ce graphique semble également nous montrer une tendance à l'augmentation conjointe de la cyphose et du stade clinique. Cependant notons là-encore que la puissance statistique est très faible, puisque les effectifs de stade 4 et 5 comptent 2 et 1 cas respectivement.

3. Technique chirurgicale

A. Matériel

i. Montage

A partir d'un schéma identique, plusieurs variantes techniques ont été adaptées à l'anatomie individuelle de la malformation:

-Montage sur 3 vertèbres : 9 chiens sur 14 (64%) ont un montage de fixation monté sur 3 vertèbres et centré sur la vertèbre anormale. Sur ces 9 montages :

- 5 chiens présentent deux vis par corps vertébral adjacent et une vis (ou une broche) dans l'hémivertèbre (ou VAP) car celle-ci est plus petite. C'est donc le montage le plus utilisé ici. Un

des chiens présente la particularité d'avoir un cerclage associé à sa broche et à l'hémivertèbre cyphotique ;

- 2 chiens ont deux vis dans les corps vertébraux adjacents, et deux vis pour l'un d'entre eux (une vis et une broche pour l'autre) également dans le corps de l'hémivertèbre ;

- 2 chiens ont une seule vis dans les corps vertébraux adjacents et une vis dans la vertèbre anormale.

-Montage sur 4 vertèbres : 2 des 14 chiens ont bénéficié de ce type de montage (14 %)

- 1 chien présente deux vis dans le corps vertébral précédent, une broche dans la vertèbre anormale, et une vis dans chacune des deux vertèbres suivantes ;

- 1 chien présente deux vis dans le corps vertébral suivant, une vis dans l'hémivertèbre, une vis dans la vertèbre précédente, et deux vis dans la vertèbre encore précédente.

-Montage sur 5 vertèbres : 3 des 14 chiens ont eu un montage de ce type (21%) :

- 1 chien présente une vis dans chacune des deux vertèbres précédentes, une vis spongieuse dans la vertèbre anormale, pas de vis dans la suivante, et deux vis dans celle d'après ;

- 1 chien présente une vis dans chacune des deux vertèbres précédentes, pas de vis dans la vertèbre anormale (dont le corps n'est pas assez large), une vis dans la vertèbre suivante, puis deux vis dans la vertèbre suivante (vertèbre caudale).

ii. *Implants*

Les vis et broches utilisées ont toutes un diamètre compris entre 1,5 et 2,7 mm de, et une longueur variant de 18 à 24 mm. Le cas du chien 11 fait exception puisque les vis utilisées sur lui sont de beaucoup plus gros diamètre (3,5mm spongieux pour la vertèbre anormale, et 4 mm pour les vertèbres adjacentes).

B. Type du montage, complications

i. *Type du montage*

La vertèbre anormale a été fixée soit par une broche soit par une vis dont les diamètres varient. Il y a un cas de l'étude pour lequel la vertèbre présentant l'anomalie n'a pas pu être fixée (et où seules les vertèbres adjacentes ont pu l'être).

On remarque que lorsque le nombre de vertèbres fixées diminue, les implants augmentent en taille. Ainsi le montage du chien 11, qui fait exception par la taille importante de ses implants, ne possède que 3 vis.

Enfin il n'y a pas en moyenne plus de vis incluses dans les montages à 5 vertèbres que dans les montages à 4 vertèbres.

ii. Complications en fonction du montage

Notre suivi à moyen et long termes rend compte des complications de montage suivantes :

- une rupture franche de montage à 4 mois post-opératoire pour le chien 1 : 2 vis rompues sur les 5. Il s'agissait d'un montage sur 3 vertèbres avec 5 vis. L'animal conserve malgré cela le bénéfice de l'amélioration clinique conféré par la chirurgie (évolution du stade III au stade IIa) ;
- une fistule au bout de 3 ans nécessitant un retrait du montage. Il s'agit du montage du chien 9, sur 3 vertèbres avec 3 vis de tailles importantes ;
- une infection du montage avec des hyperthermies récidivantes rétrocedant aux antibiotiques pour le chien 10, et une lyse osseuse vue au scanner. Cette complication a donc touché un montage sur 5 vertèbres avec 5 implants ;
- une rupture potentielle des vis : la cyphose s'est ré-aggravée jusqu'à atteindre son angle α_1 de départ au bout de 4 mois post-opératoires pour le chien 4. Les radiographies et le scanner ne confirment pas cette rupture, mais la clinique le laisse penser. Il s'agit d'un montage sur 3 vertèbres avec 3 vis.

4. Résultat post-opératoires

Tous nos résultats post-opératoires ont été relevés au minimum dans les 2 semaines suivant la chirurgie de l'animal, et au maximum après 9 années. On estime une durée de 3 semaines pour les tissus mous et 3 mois pour l'os (jusqu'à 1 an pour la fusion) pour permettre la cicatrisation complète du site opéré. Rappelons qu'en présence d'implants, une année est nécessaire pour estimer la survenue d'une infection « post-opératoire ».

C'est avec cette échéance de 3 mois que nous avons analysé la récupération clinique des animaux, car ils sont considérés comme ayant atteint leur stade définitif d'amélioration clinique. Les évolutions plus tardives, bonnes ou mauvaises, seront bien sûr mentionnées mais n'apparaîtront pas dans les figures suivantes. On ne retrouve pas de trace de l'évolution du chien numéro 7 après qu'il soit rentré à son domicile. Dans son cas on prendra alors en compte la dernière des évaluations post-opératoire.

A. Diminution moyenne de l'angle de cyphose

Tout comme la mesure de l'angle rachidien pré-opératoire, nous avons systématiquement mesuré l'angle rachidien post-opératoire. Pour tous les animaux dont nous avons un suivi radiographique, cet angle post-opératoire n'a pas été modifié dans les 3 mois suivant la chirurgie. Nous avons donc utilisé l'angle de cyphose post-opératoire (α_2) pour les 14 animaux de notre étude. Nous l'avons comparé à l'angle de cyphose pré-opératoire (α_1) en établissant la différence ($\alpha_2 - \alpha_1$) pour tous nos animaux. Les résultats sont regroupés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Augmentation de l'angle rachidien pour les 14 chiens opérés. (L'augmentation de l'angle rachidien correspond à une diminution de la cyphose).

Chien	Angle rachidien $\alpha 1$	Angle rachidien $\alpha 2$	$\alpha 2 - \alpha 1$
1	130	150	20
2	97	145	48
3	144	160	16
4	95	150	55
5	135	140	5
6	140	160	20
7	103	145	42
8	106	150	44
9	140	160	20
10	120	145	25
11	165	170	5
12	132	165	33
13	120	140	20
14	116	162	46
Moyenne			28,5
Médiane			22,5

On constate donc que l'augmentation de l'angle rachidien est de plus de 28° en moyenne, la médiane se situant à 22,5° (minimum=5° ; maximum=55°). Notons que pour un des deux chiens ayant bénéficié de l'augmentation minimale de 5°, l'angle pré-opératoire était élevé, proche de la valeur basse de normalité.

Nous n'avons pas représenté l'augmentation des angles de Cobb car nous ne pouvons noter que la moitié des sujets en post-opératoire. Nous pouvons malgré tout signaler que sur cette moitié de sujet, la diminution moyenne de l'angle de Cobb est de 14,5°.

B. Amélioration clinique

Nous avons évalué l'amélioration clinique à l'aide de l'échelle mise en place dans la partie I, 2, C, ii.

Les stades cliniques retenus sont les stades les plus tardifs évalués par un neurologue, ou le professeur Moissonnier, dans les 3 mois suivant la chirurgie. On qualifie ces stades de « stade post-opératoire » et on les compare au stade pré-opératoire en évaluant le gain de stade après la chirurgie. Rappelons ici que le gain de stade est calculé en attribuant la valeur « 1 » à chacun des stades du tableau 1 y compris IIa et IIb. De fait un animal qui passe du stade IIb au stade IIa est considéré comme ayant gagné « 1 » stade. Les valeurs sont répertoriées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Stades cliniques pré et post-opératoires, et « gain de stade » pour les chiens opérés :

Chien	stade préopératoire	Stade postopératoire	Stade préopératoire- Stade postopératoire
1	4	2	2
2	3	2	1
3	2	mort en anesthésie	Sans objet
4	3	2	1
5	3	2	1
6	2	1	1
7	4	3	1
8	5	5 au réveil, puis mort à 4 jours	Sans objet
9	2	0	2
10	3	2	1
11	3	2	1
12	3	2	1
13	3	0	3
14	3	0	3
Moyenne			1,5
Médiane			1

La moyenne de diminution de stade est donc de 1,5. La médiane se situe à 1 stade.

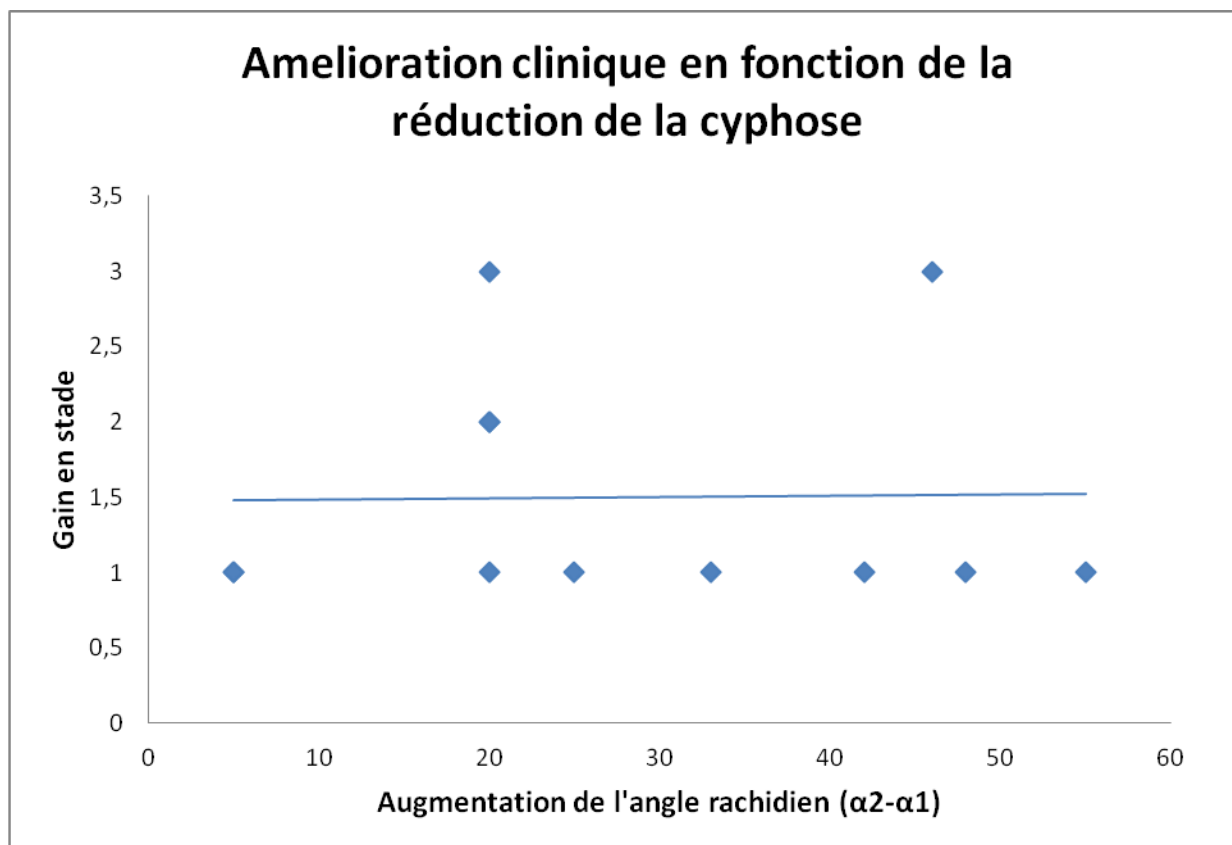
100% des chiens non décédés montrent une amélioration en phase post-opératoire immédiate.

Notons que deux des sujets sont morts en phase post-opératoire immédiate. Le chien 3 est mort après la fin de la chirurgie sans qu'une cause chirurgicale ait pu être identifiée. L'anesthésie semble être la cause du décès. Le chien 8 est mort à 4 jours post-opératoires malgré une récupération organique qui semblait bonne. Là aussi une sédation pour réfection de pansement semble en cause chez ce chien brachycéphale. Des radiographies effectuées *post-mortem* montrent une absence d'épanchement ou de toute autre anomalie pour lesquelles la chirurgie aurait pu être en cause.

C. Amélioration clinique et courbure cyphotique

Tout comme nous nous sommes demandé précédemment si le degré de cyphose était lié à la sévérité de l'atteinte clinique, nous avons voulu comparer le degré de réduction de l'angle de la cyphose avec le gain apporté en stade clinique. Nous avons donc représenté le gain de stade en fonction de l'augmentation de l'angle rachidien ($\alpha_2 - \alpha_1$) sur la figure 28 :

Figure 28: Gain de stade clinique en fonction de l'augmentation de l'angle rachidien ($\alpha_2 - \alpha_1$) chez les chiens opérés de RTF.



Cette représentation graphique semble souligner une absence de corrélation entre le degré de récupération clinique et le redressement de la cyphose. Cependant notons que la courbe de tendance représentée ici est statistiquement d'une très faible valeur (coefficient de détermination très faible). On ne peut ni conclure à une corrélation, ni à son absence.

D. Analyse de survie

Nous avons relevé, autant que faire se peut, le suivi clinique de tous les animaux de l'étude jusqu'à la date de leur mort. Nous avons choisi d'exclure de notre analyse de survie les deux chiens morts en per et post-opératoire immédiat. Ils rentrent dans la catégorie du risque chirurgical.

Pour les 12 autres chiens 3 n'ont pu être suivis sur le long terme, mais on sait que l'un d'entre eux a présenté une récurrence de myélopathie compressive au bout de 28 mois sans qu'il soit possible d'en connaître la nature exacte, un autre était toujours au stade 2 (même stade que post-opératoire immédiat) après 19 mois post-opératoire, et le dernier n'a pas de suivi hormis le post-opératoire à 1 mois.

Pour les 10 chiens opérés et suivis à long terme, la durée de survie varie entre 329 (date de point de l'étude au 10/09/2015) pour le chien 1 qui est toujours vivant, et 3150 jours pour le chien 8 également toujours en vie (soit 8 ans et 8 mois). A la date de point de l'étude (10/09/2015) :

- 5 chiens (soit 35% de l'étude) qui sont toujours vivants de façon certaine ;
- 5 chiens (soit 35% de l'étude) qui sont décédés à la suite d'euthanasies dont les causes étaient :
 - o convulsions (5 ans post-chirurgie) ;
 - o glaucome (5,5 ans post-chirurgie) ;
 - o incontinence (1 an post-chirurgie) ;
 - o hernies discales multiples (18 mois post-chirurgie) ;
 - o lymphome (3.5 ans post-chirurgie).

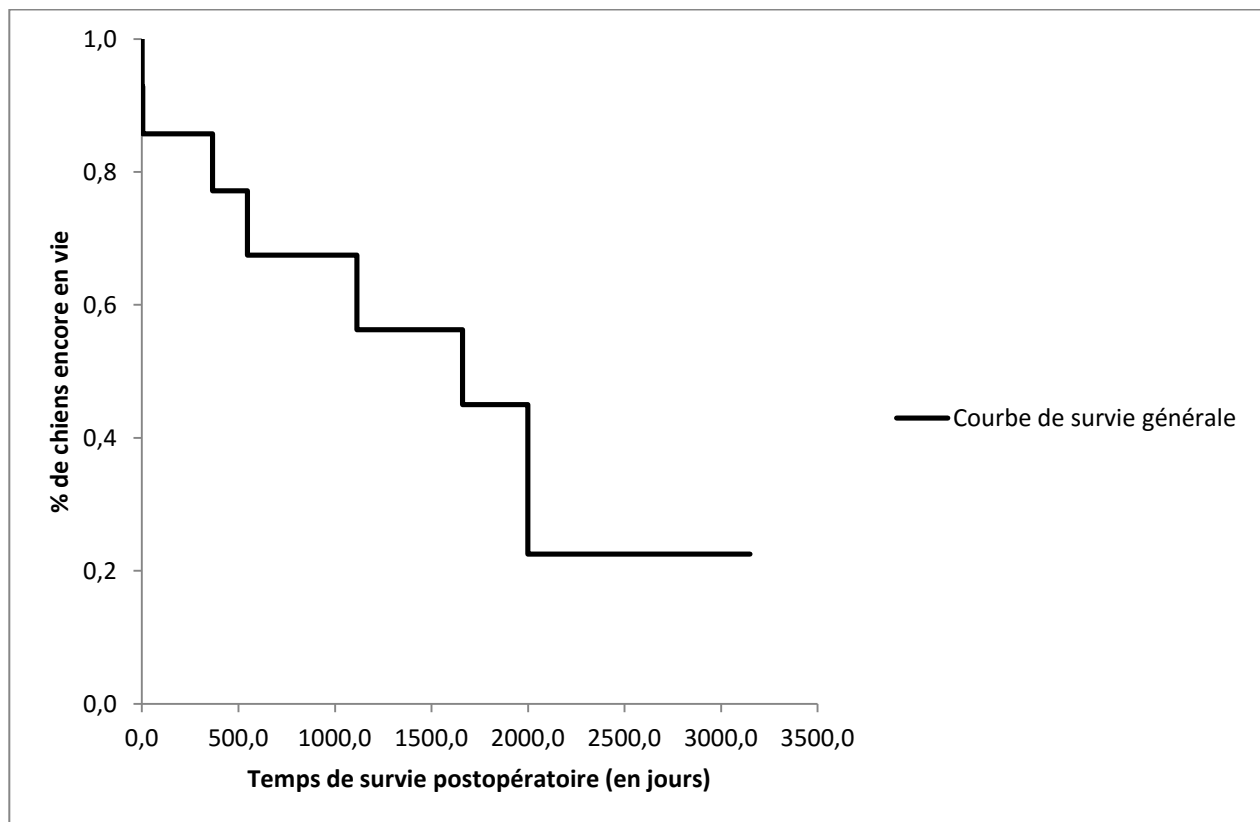
La durée de survie moyenne est de 1001 jours, soit près de 3 ans, comme nous le montre le tableau 6.

Tableau 6 : Survie générale des chiens participant à l'étude

	Date de chirurgie	statut	Date de mort (ou de fin d'étude)	Durée de survie en jour
Dario Moreno BA. A14-10809. BF M 6 ans	16/10/2014	En cours	10/09/2015	329
Claude A. A14-1455. Carlin F 6 mois	15/05/2014	En cours	10/09/2015	483
Benzo M. A12-8161. BF mâle 6 ans	07/06/2012	mort sur la table après opération réussie.	08/06/2012	1
Jester V. A10-18147. Carlin mâle 5 mois	31/12/2010	En cours	10/09/2015	1714
Umphrey bogart V. A10-17928. BF mâle 7 ans	27/01/2011	Euthanasié pour convulsions	15/08/2015	1661
Enzo M. A10-10332. BA 7 mois	14/10/2010	En cours	10/09/2015	1792
Lotte DG. A10-6922. york F 1 an	20/05/2010	Au moins 15 jours	06/06/2010	15
Marie W. A08-1445. Carlin F 5 mois	07/02/2008	4 jours post-opération	11/02/2008	4
Benjy Z. A07-262. York M 6 mois	25/01/2007	En cours	10/09/2015	3150
Lola D. A05-10105. BF F 8 ans	17/11/2005	Euthanasie suite à un glaucome	09/05/2011	1999
Whisky D. A05-11020. BF M 8 ans	14/11/2005	Euthanasie pour incontinence à 1 an post-opération	15/11/2006	366
Vahine M. A05-6315. BF F 6 mois	02/06/2005	Euthanasie pour récidives HD	01/12/2006	547
Morice D. BDA M 7 ans	15/10/2008	Euthanasie suite à un lymphome	03/11/2011	1114
Fox terrier F de 5,5 mois	janv-05	Récidives à 28 mois	mai-07	840

La courbe de survie générale post-opératoire a été calculée à l'aide de la méthode de Kaplan Meir. Elle est représentée en figure 29.

Figure 29 : Courbe de survie post-opératoire des chiens opérés de RTF



On remarque le « décrochage » de la courbe dès les premiers jours. Il correspond aux deux chiens morts en post-opératoire immédiat.

Cette courbe donne une médiane de survie de 1714 jours, soit plus de 4 ans et 8 mois.

E. Les complications relevées à moyen et long terme

- Le chien 1 a présenté une dégradation de son état à partir de 4 mois post-chirurgie. Un diverticule arachnoïdien (ou adhérences lepto-méningées) a été mis en évidence et le chien réopéré pour cette affection. Ses signes cliniques se sont améliorés malgré la rupture de 2 des 5 vis du montage le mois suivant.

- Le chien 4, a présenté une possible fragilité de montage comme nous l'avons précédemment évoqué. Sa cyphose a augmenté jusqu'à atteindre son niveau pré-opératoire, et ce malgré l'absence d'image de rupture en radiographie ou au scanner. Il s'est dégradé cliniquement jusqu'à atteindre un stade III ; un scanner a montré une luxation T10-T11 qui a été opérée par hémilaminectomie (le site de stabilisation était T8-T9-T10). Son état s'est dégradé jusqu'à stagner au stade III. Après 3 mois en

charriot, il est repassé sur un stade IIb. Son état s'est ensuite amélioré dans les 2 ans, sans repasser au stade IIa pour autant.

- Le chien 5, (passé du stade IIb à IIa grâce à la chirurgie), a commencé à présenter une dégradation clinique progressive à partir de 4 mois jusqu'à stagner à un stade IIb. L'amélioration est restée nette malgré tout, car avant la chirurgie il était ambulateur en positionnant son poids sur les membres antérieurs presque exclusivement et il ne présentait que des mouvements résiduels des postérieurs. Malgré la dégradation le chien se servait de son postérieur et ne chutait que peu de fois par jour.

- Le chien 10 a présenté une infection sur les implants. Le chien traitement antibiotique a été prolongé, ce qui lui a permis de conserver une démarche normale. A l'arrêt des antibiotiques, une paraparésie progressive apparaissait.

- Le chien 11 est devenu incontinent dans l'année suivant la chirurgie. Il a conservé son stade 2 mais les propriétaires ont souhaité le faire euthanasier.

- Le chien 12 a présenté de multiples hernies discales dans les 18 mois post-chirurgie, (sans qu'on ait connaissance de leur localisation), ce qui a motivé son euthanasie.

- Le chien 14 a présenté une myélopathie à 28 mois, sans que l'on ait connaissance du lieu ou de la nature de celle-ci.

F. Avis des propriétaires

Nous n'avons pas mis en place de système de notation précis compte tenu des différents moyens de communications utilisés pour contacter les propriétaires. Leurs critiques et appréciations ont été recueillies verbalement ou par écrit. Le questionnaire qui a servi de guide à cette évaluation et qui leur a été envoyé est disponible dans l'annexe 2.

Tous les propriétaires que nous avons réussi à joindre sont satisfaits des effets de l'opération, et la renouvellerait, sur un autre animal, si c'était nécessaire.

La plupart ont cependant fait part de la difficulté de contenir leur chien au repos en période post-opératoire, et de la lourdeur des soins faisant suite à une telle intervention.

III. Discussion

1. Critique des matériels et méthodes

A. Etude rétrospective sur une longue période

Face à une affection touchant un nombre de vertèbres différent, avec une atteinte neurologique chronique et une cyphose variable, il est difficile d'appliquer une technique identique à tous les patients opérés. Cette étude rétrospective montre donc des points de variation (âge des animaux opérés, poids, type d'anomalie, etc.). Néanmoins, la technique RTF a été respectée dans son principe et, le nombre ou la taille des implants ne sont qu'une adaptation à l'anomalie constatée lors de la chirurgie.

La maladie étant rare, nous ne pouvons ici que dénombrer un faible nombre de cas qui limite la portée statistique de nos résultats. Cette limite de l'étude étant affichée, nous pouvons néanmoins donner une orientation grâce aux résultats en comparant à une évolution clinique connue sans cette opération (dégradation systématique des chiens avec ou sans traitement médical).

i. Variations individuelles des relevés d'imagerie

Notre étude intègre une série de cas collectés sur une période de 11 années. Les cas opérés sont en majorité des cas référés dont les examens d'imagerie les plus précoces n'ont pas tous été faits, ni à l'ENVA, ni sous format numérique aisément récupérable. Pour trois d'entre eux, les propriétaires sont étrangers, ce qui a pour conséquence un suivi plus aléatoire. De plus, il y a 11 ans, l'IRM était une technique d'imagerie bien moins développée en médecine animale qu'elle ne l'est aujourd'hui. Ainsi l'évaluation de l'état pré-opératoire intrinsèque de la moelle épinière n'a pas pu être réalisée et seule sa compression extrinsèque a pu être identifiée. Cela nous prive d'un critère d'appréciation d'une éventuelle hydro-syringomyélie pré-opératoire, de même que d'une myélomalacie (nécrose ischémique de la moelle épinière), dont le pronostic modifie considérablement le devenir de l'animal.

Tous ces éléments font que les données d'imagerie varient de façon importante d'un animal à l'autre. Les opérés plus récents ont bénéficié en général d'un suivi important et ont été examinés par l'IRM et au scanner, une à plusieurs fois. Au contraire les plus anciens ont eu moins d'examens d'imagerie, parfois limités à des myélographies.

Notons de plus que certaines archives d'imagerie numérique de l'ENVA ont été détruites ou perdues avec le temps. Ce qui là encore, défavorisait la récupération d'informations sur les opérations les plus anciennes.

ii. Variations individuelles des relevés cliniques

Les examens cliniques et les techniques d'évaluation neurologique des animaux n'ont pas changé dans l'intervalle de l'étude.

Par contre la conservation des informations pour les suivis cliniques a pu être lacunaire. Plusieurs causes peuvent être imputées :

- trois des propriétaires sont étrangers, et ont effectué des suivis à priori dans leur pays d'origine (sans qu'on puisse en récupérer toutes les informations) ;
- le logiciel Clovis, base de récupération des données des animaux de l'ENVA était complété de manière bien plus succincte il y a 10 ans qu'il ne l'est aujourd'hui ;
- les opérations les plus anciennes provenant de cas référés, ou le cas opéré à l'extérieur de l'école, ont parfois bénéficié d'un suivi clinique externe, qu'il n'a pas toujours été possible d'inclure à l'étude.

iii. Questionnaire et réponses propriétaires

La durée étendue de recrutement des cas inclus dans cette étude constitue une difficulté pour le questionnaire et le contact des propriétaires. Beaucoup de propriétaires sont devenus injoignables, et nous n'avons pas réussi à les recontacter. Malgré des recherches insistantes, le taux de réponse, tout moyen de communication confondu (avec relances), est de 10/14 propriétaires.

Seuls 4 propriétaires ont répondu spontanément à la lettre envoyée avec le questionnaire visible en annexe II. Les 6 autres réponses ont été obtenues par contact téléphonique afin de remplir le dit questionnaire.

B. Critiques méthodes

La mesure des angles a été effectuée au rapporteur (ce qui est une norme acceptée pour les clichés argentiques). Dans la plupart des études récentes portant sur des images numériques, ces mesures sont effectuées à l'aide d'un logiciel (comme par exemple OsiriX®). Compte tenu de la présence de plusieurs formats (papier et numérique), nous avons choisi de mesurer tous les angles avec la même méthode (rapporteur). Notons que pour certains des chiens ayant des examens d'imagerie compatible avec une lecture avec OsiriX®, nous avons effectué des mesures de contrôle et trouvé les mêmes angles qu'au rapporteur. De même, les angles ont été mesurés par deux opérateurs différents, dont le professeur Moissonnier, et les différences de mesures n'excédaient pas 8°.

2. Analyse des résultats

A. Sex ratio

Rappelons que le sex ratio est de 1.33 pour les mâles (8 mâles et 6 femelles). Si on ne peut conclure sur un si petit échantillon, précisons tout de même que ce résultat est concordant avec la littérature qui montre les mâles comme étant plus fréquemment atteints par des myélopathies que les femelles (4 fois plus atteints d'après Moreno (2014)).

B. Répartition des cas

L'histogramme de la répartition des cas (figure 23) montre que les jeunes avant la fin de leur croissance sont les plus fréquemment touchés. Face à un trouble s'aggravant très rapidement avec la croissance, notre hypothèse est que ces chiens nécessitent un traitement chirurgical, avant la fin de leur croissance, pour en limiter l'effet sur la moelle épinière. En effet près de 60% des animaux sont dans leur première année de vie. Ces résultats sont concordants avec ceux publiés par de nombreux auteurs (Aikawa *et al.*, 2007 ; et Jeffery *et al.*, 2007 ; Meheust and Robert, 2010).

Les autres chiens opérés sont plus âgés. Ils ont donc subi des compressions chroniques. L'amélioration clinique après une chirurgie décompressive est plus lente dans le cas de phénomène compressif chronique.

La figure 24 représentant la répartition de l'âge des opérés de moins d'un an montre que la plupart d'entre eux ont entre 5 et 7 mois, donc en pleine croissance osseuse. Selon les commémoratifs, on peut dire que ce sont des chiens qui subissent une dégradation constante au cours de leur croissance, obligeant à envisager une opération chirurgicale le plus tôt possible (dès que la maturité osseuse permet l'ancrage des implants). Même si l'arrêt de la croissance marque parfois une stabilisation des troubles nerveux, et même si la difficulté opératoire sur le jeune se trouve accrue du fait que les implants tiennent moins bien sur un os immature et de plus petite taille, il nous paraît important de limiter la durée et la gravité de la compression médullaire.

C. Anomalies vertébrales

On note une prévalence importante des hernies discales parmi les « autres anomalies vertébrales », ce qui est cohérent avec les résultats de la littérature (Moreno, 2014). L'association entre vertèbres en aile de papillon et hernie discale est avérée (Sonel *et al.*, 2001), tout comme celle entre hémivertèbre et hernie discale (Moreno, 2014).

On ne recense qu'un diverticule arachnoïdien sur le chien 1. Cette affection est pourtant décrite comme étant associée à ces anomalies vertébrales (Bailey, 1975 ; Bailey et Morgan, 1992). Notons qu'à notre connaissance, aucune étude épidémiologique ne démontre un lien réel entre ces deux affections, ni n'en donne une fréquence observée sur un échantillon de chien conséquent.

Si on pouvait également suspecter des hydro-syringomyélies dans ces contextes, les IRM des chiens opérés n'en ont pas montré de signe.

Les chiffres concernant les autres anomalies, à l'exception des hernies discales, montrent une incidence relativement faible dans notre étude. Ceci conforte l'idée d'un phénomène compressif entretenu principalement par la courbure cyphotique.

D. Association entre le stade clinique et le degré de cyphose pré-opératoire

La distribution des points de la figure 26 peut laisser penser à une aggravation de la clinique avec l'augmentation de l'angle de la cyphose. Autrement dit, plus la cyphose serait importante, plus les symptômes neurologiques le seraient également. Notons que le coefficient de détermination de la courbe de régression linéaire est trop faible pour lui conférer une valeur statistique mais que, compte tenu du nombre de cas présenté, cette orientation est intéressante pour justifier le RTF. La figure 27 classe les moyennes des angles de cyphoses pour les différents stades clinique. Là aussi il semblerait que les stades cliniques soient plus sévères lorsque la cyphose est plus sévère également. Mais cette figure aussi n'a pas force de preuve, en effet un des stades cliniques (le stade 5) ne comporte par exemple qu'un individu.

On peut envisager qu'avec plus de cas et une puissance statistique adaptée on réussisse à démontrer une relation entre le stade clinique et la cyphose, mais ce n'est pas le cas dans notre étude, qui ne nous donne qu'une tendance.

E. Gain de stade et association avec la réduction cyphotique

Il n'existe aucune étude de grande ampleur sur ce type d'opération, mais les résultats semblent comparables avec ceux d'Aikawa *et al.* (2007) ou Charalambous *et al.* (2014). Rappelons que dans ces deux études, la stabilisation était obtenue par voie dorsale (associée ou non à une décompression), mais sans réalignement. Le RTF permet donc d'obtenir, sans exposer la moelle par décompression (laminectomie ou hémilaminectomie), un résultat au moins équivalent. Le gain de stade moyen est en effet conséquent (tableau 5), surtout si on considère que la plupart des opérés devenaient progressivement non ambulatoire, et pour lesquels ce gain de stade permet finalement de conserver une certaine autonomie.

Le graphique 28 qui compare la réduction de la cyphose et l'amélioration clinique présente des limites importantes. Il compare un élément facilement quantifiable (redressement en degré) et un élément qui l'est beaucoup plus difficilement. En effet si les échelles donnent une idée concrète de l'état clinique d'un animal, elles ne possèdent pas assez de stades et ne sont pas assez linéaires pour être facilement comparées à un angle. Quoiqu'il en soit, le graphique 28 (et sa courbe de tendance) ne semble pas montrer une association entre l'importance de réduction de la cyphose, et l'importance de la récupération fonctionnelle. Mais le manque de puissance statistique peut masquer cette association.

Ajoutons à cela que notre étude ne possède pas assez de cas pour différencier l'évolution des cyphoses chroniques des vieux chiens, de celles des cyphoses relativement récentes des jeunes en fin de croissance.

En effet on sait parfaitement qu'une compression relativement récente possède des probabilités de récupération plus importantes que celle d'une pathologie chronique, dans laquelle l'axonopathie rendra les résultats plus hasardeux.

F. Analyse du montage et de ses complications

i. Pose des implants

Concernant la mise en place des implants, nous n'avons pas repéré de vis excédentaire en taille, ni de vis mal positionnée lors des radiographies post-opératoires. De même toutes les têtes de vis semblent être recouvertes par le méthacrylate. Ces affirmations sont à nuancer du fait de la complexité d'interprétation des radiographies post-opératoires. En effet, en radiographie le PMMA présente une densité forte (due à l'incorporation de sulfate de Baryum pour le rendre radio-opaque), qui diminue fortement le contraste de la zone chirurgicale. Il est donc plus difficile en post-opératoire d'évaluer le montage par rapport à son implantation osseuse que ce soit en radiographie ou au scanner. L'IRM quant à elle est non utilisable compte tenu de la nature métallique des implants.

Nous avons remarqué qu'il n'y a pas en moyenne plus de vis incluses dans les montages à 5 vertèbres que dans les montages à 4 vertèbres. Cela est la conséquence essentielle des anomalies vertébrales elles-mêmes, la présence d'une seule vertèbre anormale permet de s'appuyer sur des vertèbres normales adjacentes, la présence de vertèbres modifiées autour de la (ou des) vertèbre(s) anormale(s) réclame l'extension de la stabilisation sur les vertèbres en amont et en aval.

ii. Complications

La rupture de montage et la seconde rupture potentielle sont intervenues sur des animaux d'âge, de poids et de montages complètement différents. Il n'est pas possible d'affirmer qu'une tendance se dégage quand à la résistance d'un type de montage par rapport aux autres. Il en est de même pour les complications infectieuses. Il est par contre certain que les implants subissent dès la phase post-opératoire immédiate des contraintes mécaniques très fortes, et que la rigidité du montage doit être une préoccupation majeure pour le chirurgien. Une évolution de la technique est à envisager dans cette optique.

3. Durée de survie et complications

A. A court terme

Le taux de mortalité à court terme est donc de 2/14 chiens. Ce chiffre élevé doit être rapporté à la complexité de l'opération (chirurgie intra-thoracique), et au risque anesthésique qu'elle comporte sur les animaux de cette étude qui sont essentiellement brachycéphales. Chez ces animaux, le risque anesthésique lors de thoracotomie est en effet très important (Clarke et Trim, 2013 ; Pamela, 2014). On sait en effet que les brachycéphales forment une population à risque pour tout type de chirurgie, et que la respiration est un point critique de leur anesthésie (Pamela, 2014). De plus les chirurgies intra-thoraciques, quelle que soit l'espèce sont elles-mêmes des chirurgies à risque car elles mettent en jeu l'intégrité respiratoire de l'organisme (Clarke et Trim, 2013).

Il n'existe pas à notre connaissance de statistique officielle de décès anesthésique pour les chirurgies intra-thoraciques des brachycéphales, et nous ne pouvons donc pas faire comparaison avec nos résultats. Mais compte tenu de ces paramètres, nous savons que cette chirurgie appliquée à cette population précise est très risquée.

B. A moyen et long terme

Seul le chien 5 a présenté une complication à moyen terme, avec une infection précoce puis prolongée du montage. Ce chien a dû rester sous traitement antibiotique pour le reste de sa vie, car son état se dégradait lors de leur arrêt.

A long terme, le site chirurgical d'intérêt a plutôt rarement été victime d'une récurrence de cyphose (2 cas sur 14 montrant une dégradation par rapport au post-opératoire à notre connaissance), par contre d'autres phénomènes de myélopathie sont relativement plus fréquents (4 cas sur 14 si on n'y inclut pas l'incontinence comme conséquence d'une myélopathie possible). Notons que la rupture avérée des implants du chien 1 a eu lieu plus de 5 mois après le RTF. Dans

ce cas il s'agit d'une rupture en fatigue du montage, qui n'est pas du à son implantation, mais qui peut survenir car la fusion n'est pas encore complète avant 1 an post-opératoire.

L'effet domino est un phénomène qui, lors de la stabilisation d'une région vertébrale comme c'est le cas pour notre chirurgie, pourrait impacter les vertèbres plus caudales. L'instabilité mécanique serait en effet reportée sur ces vertèbres, ce qui les augmenterait le risque qu'elles subissent aussi un phénomène compressif.

Il est strictement impossible de prouver cet effet compte tenu des effectifs de notre étude. De plus les chiens opérés sont par leur morphologie, particulièrement à risque pour ce genre de lésion. Cet effet peut donc être envisagé, mais on ne peut lui attribuer avec certitude les conséquences à long terme sur les chiens de notre étude.

C. Durée de survie

Si on peut éventuellement suspecter les hernies discales et l'incontinence d'être en lien avec notre opération, rien ne permet de le prouver non plus compte tenu de la forte incidence de ces affections chez ces races. Celles-ci représentent la cause de 3 des euthanasies des participants à l'étude.

Par contre on peut signaler que 2 autres euthanasies sont sans lien possible avec notre chirurgie.

On dénombre ainsi 5 euthanasies, partiellement, voire pas du tout, imputable aux conséquences de la chirurgie. La survie n'est donc pas complètement représentative de la qualité de l'évolution post-chirurgicale de nos animaux. Malgré tout la durée de survie générale des chiens de notre étude est bonne puisque la médiane de survie des animaux opérés est de plus de 4ans et 8 mois, alors que près de la moitié de nos opérés sont âgés. Il s'agit donc d'un paramètre rassurant sur la sécurité du RTF.

CONCLUSION

Nous voulions dans cette étude, présenter et évaluer les bénéfices de la chirurgie de réalignement-traction-fusion (RTF), après avoir réalisé un état de la question concernant la cyphose chez le chien et ses conséquences sur la moelle épinière.

Le premier point à remarquer est la rareté d'une telle chirurgie. Elle est en effet réservée à un nombre restreint d'animaux, atteints par une cyphose qui justifie un recours à la chirurgie. Les propriétaires doivent être d'une motivation très importante car c'est une chirurgie lourde, tout autant dans les soins à prodiguer que dans les frais inhérent à sa réalisation. Elle concerne une majorité d'animaux jeunes (qui ont moins de 1 an) et qui voient leur état se dégrader en quelques semaines jusqu'à ne plus être ambulateur. Pour les propriétaires il s'agit alors d'un traitement « de dernière chance » ou la décision chirurgicale est complexe compte tenu du fait qu'ils ne possèdent leur chien que depuis quelques semaines, et qu'il soit encore très jeune. Dans le cas des animaux âgés, il s'agit plutôt de l'évolution d'une myélopathie chronique avec laquelle le chien (et le maître) ont vécu. Le recrutement de ces animaux est limité par leur âge et l'habitude des propriétaires à cette affection.

Le second point notable est sa complexité technique et les risques de réalisation de cette chirurgie. Malgré le fait que l'opération se déroule à l'ENVA avec un service d'anesthésie et de réanimation dédié, 2 des 14 chiens sont morts en phase post-opératoire immédiate. Ces chirurgies sont à risque à cause de la complexité de la chirurgie (intra-thoracique), de la sensibilité des races opérées, et pour certains animaux de la chronicité de l'affection. C'est une chirurgie complexe, sur des races de petit format, dont les animaux sont majoritairement jeunes. Il existe donc un risque d'erreur dans la pose des implants, mais aussi un risque de rupture quand l'ossification n'est pas terminée.

Malgré cela nos résultats montrent que cette chirurgie de RTF présente une valeur thérapeutique au moins équivalente à des techniques par voie dorsale où une décompression est nécessaire. La stabilisation est effective sur la plupart des animaux opérés, et on observe une amélioration clinique notable sur l'ensemble de l'étude. La médiane de survie en post-opératoire est de plus de 4 ans, ce qui est un bon résultat compte tenu de nos 2 morts post-opératoires immédiats.

Du fait de l'effectif restreint, nous n'avons pas pu confirmer nos hypothèses qu'il existe un lien entre sévérité de la cyphose et des signes cliniques, ni qu'il existe un seuil cyphotique qui justifie l'emploi de la chirurgie. Cependant les animaux opérés ont tous, à une exception près, un angle rachidien inférieur à 145° (donc une cyphose grave). L'éclaircissement de ces points mériterait des études dédiées, avec des effectifs plus importants.

Dans une prospective de plus long terme, l'objectif serait d'augmenter le nombre de cas traités par cette technique de RTF, afin de pouvoir comparer aux autres techniques chirurgicales employées.

BIBLIOGRAPHIE

- Aikawa, T., Kanazono, S., Yoshigae, Y., Sharp, N.J.H., Muñana, K.R., 2007. Vertebral Stabilization Using Positively Threaded Profile Pins and Polymethylmethacrylate, with or Without Laminectomy, for Spinal Canal Stenosis and Vertebral Instability Caused by Congenital Thoracic Vertebral Anomalies. *Veterinary Surgery* 36, 432–441. doi:10.1111/j.1532-950X.2007.00289.x
- Aikawa, T., Shibata, M., Asano, M., Hara, Y., Tagawa, M., Orima, H., 2014. A Comparison of Thoracolumbar Intervertebral Disc Extrusion in French Bulldogs and Dachshunds and Association With Congenital Vertebral Anomalies. *Veterinary Surgery* 43, 301–307. doi:10.1111/j.1532-950X.2014.12102.x
- Akbarnia, B.A., Marks, D.S., Boachie-Adjei, O., Thompson, A.G., Asher, M.A., 2005. Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study. *Spine* 30, S46–57.
- Bailey, C.S., 1975. An embryological approach to the clinical significance of congenital vertebral and spinal cord abnormalities [Dogs]. *Journal American Animal Hospital Association*.
- Bailey, C.S., Morgan, J.P., 1992. Congenital spinal malformations. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 22, 985–1015.
- Barone, R., 1986. *Anatomie comparée des mammifères domestiques: Ostéologie*. Vigot.
- Breznock, G., 1995. Small Animal Thoracic Surgery By E.C. Orton. *Veterinary Surgery* 24, 520–521. doi:10.1111/j.1532-950X.1995.tb01365.x
- Caudal, V., 2012. Malformations vertébrales et hernies discales chez le bouledogue français: étude tomodensitométrique sur 54 cas.
- Charalambous, M., Jeffery, N.D., Smith, P.M., Goncalves, R., Barker, A., Hayes, G., Ives, E., Vanhaesebrouck, A.E., 2014. Surgical treatment of dorsal hemivertebrae associated with kyphosis by spinal segmental stabilisation, with or without decompression. *The Veterinary Journal* 202, 267–273. doi:10.1016/j.tvjl.2014.08.011
- Clarke, K.W., Trim, C.M., 2013. *Veterinary Anaesthesia*. Elsevier Health Sciences.
- Dickson, R.A., 2004. (i) Spinal deformity—basic principles. *Current Orthopaedics* 18, 411–425. doi:10.1016/j.cuor.2004.12.001
- Done, S.H., Drew, R.A., Robins, G.M., Lane, J.G., 1975. Hemivertebra in the dog: clinical and pathological observations. *Vet. Rec.* 96, 313–317.

- Grandjean, D., Paragon, B.M., 1996. Pathologie liée à l'alimentation chez le chiot. *Recueil de médecine vétérinaire* 172, 519–530.
- Jeffery, N.D., Smith, P.M., Talbot, C.E., 2007. Imaging findings and surgical treatment of hemivertebrae in three dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 230, 532–536. doi:10.2460/javma.230.4.532
- Kaplan, K.M., Spivak, J.M., Bendo, J.A., 2005. Embryology of the spine and associated congenital abnormalities. *The Spine Journal* 5, 564–576. doi:10.1016/j.spinee.2004.10.044
- Krumeich, N., 2011. Etude épidémiologique des anomalies radiographiques des vertèbres thoraciques du bouledogue français (Thèse Méd. Vét). ENVA.
- Lavelly, J.A., 2006. Pediatric neurology of the dog and cat. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 36, 475–501.
- Meheust, P., Robert, R., 2010. Surgical treatment of a hemivertebra by partial ventral corpectomy and fusion in a Labrador puppy: *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 23, 262–265. doi:10.3415/VCOT-09-04-0053
- Moissonnier, P., Gossot, P., Scotti, S., 2011. Thoracic Kyphosis Associated with Hemivertebra. *Veterinary Surgery* 40, 1029–1032. doi:10.1111/j.1532-950X.2011.00876.x
- Moreno, T., 2014. Détermination d'associations entre la survenue de troubles nerveux médullaires et la présence d'anomalies vertébrales thoraciques ou de certains paramètres de leur environnement, dans une cohorte de bouledogues français. Thèse Méd. Vét.
- Pamela, hugo, 2014. Etude rétrospective sur le classement des candidats à une anesthésie en espèce canine : comparaison du classement asa-ps avec les principales populations à risque. (Thèse Méd. Vét). ENVL.
- Philips, M.F., Dormans, J., Drummond, D., Schut, L., Sutton, L.N., 1997. Progressive congenital kyphosis: report of five cases and review of the literature. *Pediatric neurosurgery* 26, 130–143.
- Sonel, B., Yalçın, P., Öztürk, E.A., Bökesoy, I., 2001. Butterfly vertebra: a case report. *Clinical imaging* 25, 206–208.
- Westworth, D.R., Sturges, B.K., 2010. Congenital Spinal Malformations in Small Animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, Spinal Diseases* 40, 951–981. doi:10.1016/j.cvsm.2010.05.009
- White, A.A., Panjabi, M.M., others, 1990. *Clinical biomechanics of the spine*. Lippincott Philadelphia.

Annexe 1 : Identité des animaux

Numéro de chien	Identité/ dossier	Date de chirurgie	Description
1	Dario Moreno B. A14-10809. Bouledogue Français mâle de 6 ans	16/10/2014	BDF 6 ans difficultés loco modérées depuis ses 5 mois. A l'âge de 3 ans douleur au rachis cervical suite chute avec bonne réponse au AI. Difficultés locomoteurs pattes arrières depuis 02/2014. Aggravation progressive, et rechute à l'arrêt des AI systématique.
2	Claude A. A14-1455.Carlin Femelle de 9 mois	15/05/2014	A 5 mois, ataxie des 4 membres, mais plus particulièrement des membres pelviens. Consultation à 6 mois.
3	Benzo M. A12-8161. Bouledogue Français mâle de 6 ans	07/06/2012	Démarche chaloupée depuis 3 ans (et ses 3 ans), myélographie-> hernie discales. Dégradation lente malgré corticoïdes et traitement conservateur jusqu'à ses 6 ans (incontinence fécale émotionnelle) et démarche très chaloupée (sans chute ni besoin d'aide pour se déplacer)
4	Jester V. A10-18147. Carlin mâle de 5 mois	31/12/2010	Carlin de 5 mois lors de la première consultation. Début des symptômes à 3-4 mois, ataxie quelques chutes.
5	Umphrey bogart V. A10-17928. Bouledogue Français mâle de 7 ans	27/01/2011	BF de 8 ans ayant commencé à présenter des symptômes à 5 ans. Lors des consultations pré-op: chutes 10 fois/jour
6	Enzo M. A10-10332. Bouledogue Anglais mâle de 7 mois	14/10/2010	Référé pour Lombalgie (à 7 mois), et apparition d'une ataxie la semaine précédente
7	Lotte D. A10-6922. Yorkshire terrier femelle de 1 an	20/05/2010	York de 1 an, non ambulateur
8	Marie W. A08-1445. Carlin Femelle de 5 mois	07/02/2008	Présentée à 5 mois pour paraparésie d'apparition progressive depuis 2 semaines. Paraplégie depuis 2 jours. Chienne suivie à Gant.
9	Benjy Z. A07-262.Yorkshire terrier mâle de 6 mois	25/01/2007	Présenté à 6 mois pour dorsalgie et dos voussé depuis un mois.
10	Lola D. A05-10105.Bouledogue Français femelle de 8 ans	17/11/2005	BF de 8 ans présentée pour boiterie postérieur droit depuis traumatisme datant de 5 mois.

11	Whisky D. A05-11020. Bouledogue Français mâle de 8 ans	14/11/2005	2 ans de paraparésie progressive. Perte 2 kg en 3 mois.
12	Vahine M. A05-6315. Bouledogue Français femelle de 6 mois	02/06/2005	Difficultés de déplacements depuis la naissance, aggravation depuis 3 jours, absence d'effet des corticoïdes. (1ere consultation à 5 mois)
13	Morice D. . Bouledogue Anglais mâle de 7 ans	15/10/2008	Bouledogue Anglais mâle adulte, ataxie forte mais animal ambulateur.
14	Fox terrier Femelle de 6 mois	2005	Fox terrier de 5 mois ataxie depuis naissance

Annexe 2: Questionnaire de suivi (Les deux premières pages ne sont pas envoyées aux propriétaires) :

QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DU TRAITEMENT DE LA CYPHOSE PAR REALIGNEMENT-FUSION

Partie thésard

Renseignements pré-opératoires

1. IDENTITE DU PROPRIETAIRE

Nom : _____ Prénom : _____ Téléphone : _ _ _ _ _
E-mail : _____

2. IDENTITE DE L'ANIMAL

Nom : _____ Date de naissance : _ / _ / _ _ _ _
Race : _____
Sexe : _____

3. DATE DE REMPLISSAGE DE CE QUESTIONNAIRE : _ / _ / 2015

4. CLINIQUE

- a. Date d'apparition des symptômes
- b. Examen neurologique

Fiche neuro ENVA

Stade clinique (1 à 5) :

- c. Imagerie

RX, CT, IRM :

Description de l'anomalie

Anomalies vertébrales en région cyphotique

Angle de Cobb, angle rachidien, dénivelé (subluxation)

5. CHIRURGIE

- a. Type de montage
 - i. Diamètre des vis et broches :
 - ii. Localisation des vis (corps vertébrale- nombre de vertébres) :
- b. Evaluation radiographique post-opératoire immédiate :

Angle de Cobb et angle vertébral post-opératoire (si connus) :

Critique du montage :

- **longueur des vis :**
- **position hors corps vertébral :**
- **proximité du cal :**

6. EVOLUTION

- Evolution clinique

Fiche neuro ENVA :

Stade clinique (1 à 5) :

- suivi par imagerie (nombre de suivi et date)
 - stabilité du montage(vis cassés, vis déplacées, ciment cassé) :
 - fusion osseuse observée :
- la chirurgie a-t-elle présenté des complications ? oui – non
 - infection
 - migration d'implant
 - rupture d'implants
 - débricolage total du montage

Professeur Pierre MOISSONNIER

DMV, MS, Ph.D.

Diplômé de l'European College of Veterinary Surgeons

Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

7, Avenue du Général De Gaulle

94704 Maisons Alfort Cedex

Maisons Alfort le 01/08/2015

Madame, Monsieur,

Vous faites partie des propriétaires ayant fait opérer leur chien au CHUVA (Centre Hospitalier Vétérinaire d'Alfort), afin de traiter une maladie de la colonne vertébrale due à une cyphose. Nous réalisons une étude concernant cette opération, afin d'en objectiver le résultat. A terme, cette étude vise à améliorer la qualité de prise en charge de cette pathologie en médecine vétérinaire, et votre avis est tout à fait indispensable.

Nous vous demandons de nous accorder un peu de votre temps sur deux points. Le premier consiste à nous faire parvenir tous les examens d'imagerie ou éventuellement copie(radiographie/scanner/myélographie/IRM) ayant été effectué sur votre animal concernant sa pathologie au moyen de l'enveloppe timbrée incluse dans cet envoi.

Le second point consiste à nous retourner le présent questionnaire complété, au moyen de cette même enveloppe.

Nous vous informons que nous serons probablement amené à vous joindre, notamment par téléphone, dans les semaines qui viennent, afin de compléter votre questionnaire si celui-ci comporte des points à éclaircir.

En vous remerciant par avance de votre collaboration, veuillez recevoir nos meilleures salutations.

Pr. Pierre Moissonnier

PS : En cas de limite à la transmission des examens d'imagerie (taille/poids des documents trop importants), n'hésitez pas à nous contacter afin que nous vous fassions parvenir le nécessaire.

Contacts : pmoissonnier@vet-alfort.fr Tel : 0143967116

mlebreton@vet-alfort.fr Tel : 06 76 63 66 34

QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION PAR LES PROPRIETAIRES DU TRAITEMENT DE LA CYPHOSE PAR REALIGNEMENT-FUSION

Renseignements pré-opératoires :

- Quels étaient, à votre domicile, les symptômes que vous observiez avant la chirurgie?

- Impossibilité de se lever sans assistance
- Impossibilité de marcher sans assistance
- Douleur. Précisez les circonstances.....
- Chutes. Précisez la fréquence.....
- Croisement des postérieurs lors de la marche
- Pattes trainant parfois derrière lui
- Pattes trainant tout le temps derrière lui
- Plaies sur les pattes arrières (sur le dessus des pattes)
- Incontinence fécale et/ou urinaire. Si oui précisez la fréquence :

.....

Autres signes que vous avez observés :

Complétez si besoin :

.....

- A quelle date (ou quel âge pour votre animal), avez-vous commencé à observer ces troubles :

___ / ___ / ____

Suivi clinique de l'animal après l'opération

- Y a-t-il eu une dégradation après l'opération ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, combien de temps a-t-il fallu pour que votre animal retrouve son état pré-opératoire?

- Votre animal a-t-il nécessité une prolongation du traitement médical post-opératoire ou d'autres traitements ? ☐ Oui ☐ Non

• Comment se porte votre animal à l'heure actuelle ?

☐ Aggravation ☐ Etat stationnaire ☐ Amélioré

☐ Décédé : précisez la date__ / __ / ____

Si décédé : ☐ En lien avec la chirurgie ☐ Sans lien avec la chirurgie

Précisez :
.....
.....

Que votre animal soit décédé ou vivant veuillez remplir la suite du questionnaire par rapport à la fin de sa période de récupération chirurgicale (environ trois mois post-chirurgie) et renseigner sur l'évolution :

• Absence de douleur ? ☐ Oui ☐ Non

IV. Se lève-t-il sans assistance ? ☐ Oui ☐ Non

V. Marche t-il sans assistance ? (a-t-il besoin de quelqu'un à ses cotés en permanence pour éviter les chutes) ☐ Oui ☐ Non

VI. Si oui, sa locomotion est-elle normale ? ☐ Oui ☐ Non

Si non précisez :

• Sa récupération est-elle totale ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, la récupération est intervenue dans quels délais (en jours en mois en année) :

Si non, présente-t-il encore certains des signes suivant, (si oui veuillez renseigner leur fréquence) :

- ☐ Croisement des pattes arrière lors de la marche.....
- ☐ Chutes.....
- ☐ Pattes arrières trainant derrière lui.....
- ☐ Plaies sur les pattes arrières(sur le dessus des pattes).....
- ☐ Faible usure des ongles en longueur.....

- Perte de la masse musculaire.....

Votre animal a-t-il présenté des épisodes d'incontinence après sa chirurgie ? (perte d'urines et de selles non volontaires) : ☐ Oui ☐ Non

Si oui quelle a été l'évolution de ces troubles :

.....

- Votre animal a-t-il présenté une récurrence des troubles liés à sa maladie ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, combien de temps après la chirurgie ?

Un diagnostic a-t-il été confirmé concernant ces nouveaux symptômes par un vétérinaire puis par une radiographie, une myélographie, un scanner ou une IRM ? ☐ Oui ☐ Non

Quelle a alors été la prise en charge effectuée sur votre animal ?

.....

- **Evolution.** Vous pouvez renseigner ici toute remarque complémentaire concernant votre appréciation de l'évolution de votre animal :

.....

Période post-opératoire à domicile (quel est votre ressenti)

- La prise en charge de votre animal convalescent à domicile vous a-t-elle parue :

Très difficile/ difficile/ acceptable/ facile ?

- Etes-vous satisfait du résultat obtenu sur votre animal grâce à cette chirurgie ? ☐ Oui ☐ Non

- Si la situation se représente, seriez-vous prêts à recommencer cette opération sur votre animal ?
☐ Oui ☐ Non

Si vous avez répondu « non » : veuillez nous indiquer les raisons de votre réticence :

.....
.....
.....
.....

Merci d'avoir répondu à ce questionnaire. Veuillez nous le transmettre complété à l'aide de l'enveloppe timbrée incluse dans cet envoi, accompagné de tous les examens d'imagerie à votre disposition.

En cas de question, n'hésitez pas à contacter LEBRETON Mathieu :

Mail : mlebreton@vet-alfort.fr

Tel : 06 76 63 66 34

LE TRAITEMENT CHIRURGICAL DES CYPHOSES ASSOCIEES AUX ANOMALIES VERTEBRALES CHEZ LE CHIEN PAR LA TECHNIQUE DE REALIGNEMENT – TRACTION-FUSION.

DESCRIPTION ET ETUDE RETROSPECTIVE DES CAS TRAITES.

NOM et Prénom : LEBRETON Mathieu

Résumé :

La présence d'anomalies vertébrales est associée à des déformations de la colonne vertébrale chez le chien, parmi lesquelles la cyphose tient une place prépondérante. C'est le cas pour les animaux de notre étude qui présentent des hémivertèbres ou vertèbres en aile de papillon, et une cyphose thoracique importante.

En dessous d'un certain angle rachidien, nous formulons l'hypothèse que la cyphose thoracique produit un étirement du ruban médullaire et une compression ventrale de la moelle épinière. La myélopathie qui en résulte réclame un traitement chirurgical. Cette étude décrit et analyse les résultats de la technique de Réalignement-Traction-Fusion mise au point par le Pr. Moissonnier. Elle consiste à réaligner la colonne vertébrale (redresser la cyphose), la placer en traction, puis la stabiliser par voie intra-thoracique, dans le but d'obtenir ainsi la décompression de la moelle épinière.

Après avoir décrit la technique, notre étude porte sur 14 chiens de races, d'âges et de sexes divers, opérés sur une période de 11ans.

Cette opération est complexe et montre un risque opératoire élevé puisque 2/14 des chiens sont morts en post-opératoire immédiat. On relève aussi des complications inhérentes à ce type de chirurgie (rupture d'implants, infection).

Mais cette technique présente une valeur thérapeutique prometteuse, puisque 12/14 chiens ont survécu à l'opération, qu'ils se sont améliorés sur le plan clinique en moyenne d'un stade et demi, et que la médiane de survie est de 4 ans et 8 mois.

Mots clés : COLONNE VERTEBRALE / RACHIS / ANOMALIE VERTEBRALE / CYPHOSE / TECHNIQUE CHIRURGICALE / MYELOPATHIE / TROUBLE NEUROLOGIQUE / ETUDE RETROSPECTIVE / CHIEN

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Pierre Moissonnier

Assesseur : Pascal Arné

KYPHOSIS SURGICAL TREATMENT ON DOGS, ASSOCIATED TO VERTEBRAL ABNORMALITIES, USING THE TECHNIC OF REALIGNEMENT- TRACTION-FUSION.

TECHNIC DESCRIPTION AND RETROSPECTIVE STUDY.

SURNAME : LEBRETON

Given name : Mathieu

Summary:

The presence of vertebral anomalies on dogs can be associated to deformation of the spine, of which kyphosis takes an overriding place. In the case of our study, the animals are having indeed hemivertebrae or butterfly vertebrae and a significant kyphosis.

Below a certain angle of the spine, the fact that the dog thoracic kyphosis produce a stretching and a ventral compression of the spinal cord can be supposed. The induced myelopathy needs a surgical treatment. This study describes and analyzes the surgical technique of Realignment-Traction-Fusion developed by the Pr Moissonnier. That technique is to realign the spine (and straighten the kyphosis), to put it on traction, and then stabilize by extra-thoracic approach in order to get decompression of the spinal cord.

After the description of the technique, this study examined 14 dogs of different races, ages and sexes that had been operated over 11 years.

As 2 dogs on the 14 operated died during the postoperative cares, it is a complicated and risky surgery. There are also inherent complications to this type of surgery (implant rupture, infection).

Nevertheless this surgery has a promising therapeutic value because 12 of the 14 dogs survived the surgery and got clinically better of one grade and a half on average and the survival median is 4 years and 8 months.

Keywords: SPINE / SPINAL ABNORMALITIES / KYPHOSIS/ SURGICAL PROCEDURE / MYELOPATHY / NEUROLOGICAL DISORDER / RETROSPECTIVE STUDY / DOG

Jury :

President : Pr.

Director : Pierre Moissonnier

Assessor : Pascal Arné