



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

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/21844>

To cite this version:

Poulain, Claire . *Etude bibliographique : Arthropathies des vertèbres cervicales du cheval*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2018, 99 p.

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

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE : ARTHROPATHIES DES VERTEBRES CERVICALES DU CHEVAL

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

POULAIN, Claire

Née, le 04 Février 1992 à AIX-EN-PROVENCE (13)

Directeur de thèse : M. Gabriel CUEVAS-RAMOS

JURY

PRESIDENT :

M. Pierre PAYOUX

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

M. Gabriel CUEVAS-RAMOS

M. Claude PETIT

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

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

Directrice : **Madame Isabelle CHMITELIN**

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

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

PROFESSEURS 1° CLASSE

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

PROFESSEURS 2° CLASSE

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

PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

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

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

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

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

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

Remerciements

A monsieur le Professeur Pierre Payoux,

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse,

Médecine nucléaire,

pour avoir accepté et nous avoir fait l'honneur de présider ce jury,

Mes hommages respectueux.

A monsieur le Docteur Gabriel Cuevas-Ramos,

Maitre de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Chirurgie-orthopédie équine,

pour m'avoir fait l'honneur et le plaisir de diriger cette thèse,

Toute ma reconnaissance.

A monsieur le Docteur Claude Petit,

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Pharmacie, Pharmacologie, Toxicologie,

pour m'avoir fait l'honneur de faire parti de ce jury et pour l'intérêt porté à ce travail,

Toute ma gratitude.

Table des matières

Table des matières	1
Table des figures	5
Table des tableaux	8
Introduction	9
Première partie : Anatomie fonctionnelle des cervicales	11
I. Ostéologie des vertèbres cervicales	11
A. Vertèbres III, IV et V	12
B. Vertèbres VI et VII	13
C. Les deux premières vertèbres cervicales : atlas et axis	14
1. Atlas	14
2. Axis	15
II. Arthrologie des vertèbres cervicales	16
A. Anatomie générale de l'articulation	16
B. Surfaces articulaires	16
C. Articulations des corps vertébraux	16
1. Le disque intervertébral	17
2. Le ligament longitudinal dorsal	17
3. Le ligament longitudinal ventral	17
D. Articulations des arcs vertébraux	18
1. Les surfaces articulaires	18
2. Les synoviales	18
3. Les moyens d'unions	18
a) Les ligaments inter-lamellaires	18
b) Les ligaments inter-épineux	19
c) Le ligament nuchal	19
E. Particularité de l'articulation atlanto-axiale	21
1. Les surfaces articulaires	21
2. Les moyens d'unions	21
a) Les ligaments périphériques	21
(1) La membrane atlanto-axiale dorsale	21
(2) Le ligament atlanto-axial dorsal	21
(3) Le ligament atlanto-axial ventral	21
b) Les ligaments de la dent de l'axis	22
(1) La membrana tectoria	22
(2) Le ligament transverse et formations associées	22
3. La synoviale	22
4. Les mouvements de l'articulation atlanto-axiale	22
III. Muscles de l'encolure	24

A. Les muscles dorsaux de l'encolure : muscles extenseurs	24
1. M. trapèze	24
2. M. omotransverse	25
3. M. rhomboïde	25
4. M. dentelé du cou	27
5. M. splenius	28
6. M. semi-épineux	30
7. M. longissimus de l'atlas et de la tête	30
8. M. semi-épineux de la tête	30
B. Les muscles ventraux de l'encolure : muscles fléchisseurs	33
1. M. longs du cou	33
2. M. scalènes	33
3. M. sterno-céphalique	35
4. M. brachio-céphalique	35
C. Les muscles profonds peri-vertébrales : rôle de stabilité posturale	37
1. Muscle multifide	37
2. Muscle épineux du cou	38
3. Muscles interépineux du cou	38
4. Muscles intertransversaires du cou	38
D. Le fascia cervical	40
1. La lame superficielle	40
2. La lame prétrachéale	40
3. La lame prévertébrale	40
IV. Neurologie du rachis cervical du cheval	41
A. La jonction atlanto-occipitale	41
B. Les nerfs cervicaux	41
1. Les deux premiers nerfs cervicaux	41
2. Les nerfs cervicaux suivants	41
C. Rapports anatomiques	43
V. Biomécanique du segment cervicale	44
A. Mouvements de l'encolure par les muscles	44
1. Les trois types musculaires responsables du mouvement de l'encolure	44
2. Les muscles dans les mouvements de l'encolure	45
a) Les flexions cervicales	45
b) Les extensions cervicales	46
c) Les mouvements de latéoflexion et de rotation	47
B. Mouvements du rachis cervicale du cheval	47
1. Mobilité des articulations intervertébrales cervicales	48
2. Les vertèbres cervicales dans les mouvements de l'encolure	49
3. L'effet de l'âge sur les mouvements des vertèbres cervicales	49
C. Biomécanique des cervicales lors de la locomotion	49
1. Aux 3 allures	50
a) Au pas	50
b) Au trot	51
c) Au galop	52
2. Influence du port de l'encolure sur la locomotion	52

a)	Abaissement de l'encolure _____	53
b)	Elévation de l'encolure _____	53
3.	Effets d'un enrênement sur le mouvement de l'encolure et de la tête _____	54
4.	Effets du cavalier sur activité musculaire de l'encolure _____	54
D.	Biomécanique des cervicales lors d'une boiterie _____	55
Partie 2 : Pathologies des articulations des vertèbres cervicales _____		56
I.	Les principales pathologies _____	56
A.	L'arthrose des cervicales _____	56
1.	Contraintes anormales sur un cartilage normal : exemple des chevaux de dressage _____	57
2.	Contraintes normales sur un cartilage anormal _____	60
a)	Influence de l'âge _____	60
b)	Influence du poids _____	60
c)	Influence des hormones _____	60
d)	Cause génétique _____	61
B.	Le syndrome wobblers _____	61
II.	Diagnostic des pathologies cervicales _____	62
A.	Examen clinique et commémoratifs _____	62
B.	Imagerie _____	63
1.	Radiographie _____	63
a)	Technique radiographique _____	63
b)	Anatomie radiographique normale des cervicales : images de référence _____	65
c)	Anomalies radiographiques du segment cervical _____	67
(1)	Anomalies du canal vertébral _____	67
(2)	Anomalies des articulations synoviales intervertébrales épi-axiales _____	69
(3)	Anomalies des disques intervertébraux _____	71
(4)	Anomalies en région nuchale _____	71
d)	Intérêt de la radiographie _____	72
2.	Echographie _____	73
a)	Matériels _____	73
b)	Temps de préparation _____	73
c)	Techniques _____	73
d)	Visualisation des vertèbres cervicales _____	73
e)	Images anormales _____	78
3.	Myelographie _____	79
4.	Scintigraphie _____	80
a)	Déroulement d'un examen scintigraphique _____	80
b)	Images normales des cervicales _____	80
c)	Intérêt de la scintigraphie _____	81
5.	Scanner et IRM (imagerie par résonance magnétique) _____	82
III.	Traitement et physiothérapie _____	83
A.	Traitement de l'arthrose _____	83
1.	Traitement par voie générale _____	83
a)	Traitement allopathique _____	83
b)	Le tiludronate _____	84
c)	Phytothérapie et aromathérapie _____	84
(1)	Plantes anti-inflammatoires et analgésiques _____	84

(2) Plantes dites réparatrices	84
(3) Huiles essentielles	85
2. Traitement local : infiltrations régionales	85
B. Traitements lors d'un syndrome de Wobbler	89
1. Traitement conservateur	89
2. Traitement médical	89
3. Traitement chirurgical	89
a) Indications chirurgicales	89
b) Choix de la technique	90
C. Physiothérapie et rééducation	91
1. Le travail à pied	91
2. Le travail à cheval	92
a) Travail aux 3 allures	92
b) Enrênements	92
c) Exercices de décontraction	93
D. Pronostic	93
Conclusion	95
Bibliographie	97

Table des figures

Figure 1 : Segment latéral du cheval (vue latéral gauche) (modifié à partir de (Barone 2010))	11
Figure 2 : Segment et courbure cervicale (modifié d'après (Denoix, 1997))	11
Figure 3 : Représentations schématiques d'une vertèbre de cheval (modifié d'après (Jeffcott, Dalin, 1980)).	12
Figure 4 : Troisième vertèbre cervicale du cheval (vue crâniale) (d'après Raffaelli, Unité pédagogique d'Anatomie de l'E.N.V.A (2011)).	12
Figure 5 : Sixième vertèbre cervicale du cheval (vue crâniale) (d'après (Raffaelli, Unité pédagogique d'Anatomie de l'E.N.V.A (2011))).	13
Figure 6 : Septième vertèbre cervicale du cheval (vue crâniale) (d'après (Raffaelli, Unité pédagogique d'Anatomie de l'E.N.V.A (2011))).	13
Figure 7 : Atlas du cheval (vue dorsale) (d'après (Raffaelli, Unité pédagogique d'Anatomie de l'E.N.V.A (2011))).	14
Figure 8 : Axis du cheval (vue latérale) (d'après (Raffaelli, Unité pédagogique d'Anatomie de l'E.N.V.A (2011))).	15
Figure 9 : Articulations intervertébrales (d'après (Denoix 1997))	19
Figure 10: Le ligament nuchal du cheval (d'après (Boulocher, Sawaya, 2008)).	20
Figure 11 : Articulations atlanto-axiale et intervertébrales d'une cheval. Vue dorsale, après ablation des arcs vertébraux, de la moelle épinière et des méninges. La membrana tectoria a été enlevée du côté droit (d'après (Barone, 1989)).	23
Figure 12 : Muscles superficiels du cou du cheval. Vue latérale gauche après ablation des muscles cutanés (d'après Barone, 1989).	26
Figure 13 : Muscles dorsaux du cou du cheval : deuxième plan. Vue latérale gauche (d'après Barone, 1989).	27
Figure 14 : Muscles dorsaux du cou du cheval : plan du muscle splénus. Vue latérale gauche (d'après Barone, 1989).	29
Figure 15 : Muscles du cou du cheval : plan profond. Vue latérale gauche (d'après Barone).	32
Figure 16 : Muscles scalènes et long du cou du cheval (d'après Barone, 1989).	34
Figure 17 : Muscles de la région cervicale ventrale du cheval. Vue ventrale, tête étendue (d'après Barone, 1989).	36
Figure 18 : Illustrations du muscle multifide cervical d'un cheval : vue oblique dorsolatérale	38
Figure 19 : Muscles juxtavertébraux du cou de l'âne. Vue latérale gauche (d'après Barone, 1989).	39
Figure 20 : Racines des nerfs destinés aux muscles d'attache du membre thoracique (d'après (Boulocher, Sawaya, 2008)).	42
Figure 21 : Racines des nerfs destinés à l'épaule (d'après (Boulocher, Sawaya, 2008)).	42
Figure 22 : Racines des nerfs destinés aux bras, avant-bras et main (d'après (Boulocher, Sawaya, 2008)).	43
Figure 23 : Muscles cervicaux juxtavertébraux (modifié d'après (Boulocher, Sawaya, 2008)).	44
Figure 24 : Muscles actifs lors de flexion cervicale haute (d'après (Denoix 1997)).	45
Figure 25 : Muscles actifs lors de flexion cervicale basse (d'après (Denoix 1997)).	45
Figure 26 : Muscles actifs lors d'extension cervicale haute (d'après (Denoix, 1997)).	46
Figure 27 : Muscles actifs lors d'extension cervicale basse (d'après (Denoix 1997)).	46
Figure 28 : Muscles actifs lors de la latéroflexion cervicale basse (d'après (Denoix 1997)).	47
Figure 29 : Flexion et extension vertébrales (d'après (Boulocher, Sawaya, 2008)).	48

Figure 30 : Activité électromyographique des muscles splenius et sternomandibulaire au trot sans cavalier. R=côté droit, L=côté gauche. Le point le plus bas de la courbe des sabots, indique que le pied correspondant vient de quitter le sol (d'après Tokuriki, Aoki, 1991).	51
Figure 31: Influence de la position de l'encolure sur le pont thoraco-lombaire (d'après (Boulocher, Sawaya, 2008))	53
Figure 32 : Les trois enrênements étudiés (d'après (Biau, Couve, Lemaire, Barrey, 2002)).	54
Figure 33 : Le rollkur (d'après (Borstel, Duncan, Shoveller, Merckies, Keeling, Millman, 2009)).	57
Figure 34: nombre des comportements de mécontentement par 3 minutes dans la carrière d'échauffement. Blanc : cheval ayant la tête au dessus de la verticale Gris : cheval ayant la tête à la verticale Noir : cheval en hyperflexion (modifié d'après (Kienapfel et al., 2014)).	58
Figure 35: Proportions des chevaux échauffés avec la tête au dessus de la verticale (blanc), avec la tête à la verticale (gris) ou avec la tête en dessous de la verticale (gris foncé) (modifié à partir de (Kienapfel et al., 2014)).	58
Figure 36: Positions de la tête (modifié depuis (Clayton et al, 2014)).	59
Figure 37: Photographie montrant l'examen des cervicales d'un cheval à l'aide d'un bol d'aliment (d'après (Henson, Kidd, 2009)).	63
Figure 38: Position des cassettes pour les trois clichés latéro-latérales des vertèbres cervicales (d'après (ONIRIS)).	64
Figure 39: radiographies et schéma de l'incidence latérale de C5 incluant C4 et C6 (modifié d'après (Dyson, Whitwell, 1987))	65
Figure 40: Radiographie d'incidence latérale des vertèbres cervicales crânielles d'un poulain de 6 semaines. Les épiphyses crâniale et caudale ne sont pas fusionnées. Le centre d'ossification de C2 (flèche) est ouvert.	66
Figure 41: Vue latérale de C6 d'un cheval adulte. La configuration particulière du processus ventral en carène de bateau est visible (d'après (Dyson, Whitwell, 1987)).	67
Figure 42: Ratio sagittal intervertébral : diamètre sagittal minimal (A) et hauteur maximale de la tête vertébrale (B) (d'après (Moore, 1994)).	68
Figure 43 : Prolifération osseuse sur la marge dorsale des processus articulaires (d'après (Down, Henson, 2009)).	69
Figure 44 : Prolifération osseuse sur la marge dorsale des processus articulaires (d'après (Down, Henson, 2009)).	70
Figure 45: Prolifération osseuse sur les marges ventrale et dorsale des processus articulaires (d'après (Down, Henson, 2009)).	70
Figure 46: Malformation axial-atlanto-occipitale chez un poulain Arabe présentant de l'ataxie. Vue latérale des vertèbres cervicales crânielles. L'atlas est fusionné avec l'os occipital et C2 est malformé (d'après (Dyson, Whitwell, 1987)).	72
Figure 47 : Position de la sonde pour l'examen échographique des vertèbres cervicales (vue transverses) (modifié d'après (Berg, Nielsen, Thoefner, Thomsenl, 2002)). A : milieu de l'axis ; B : articulation intervertébrale ; C : milieu de C3 ; 1 : vue dorsale ; 2 : vue médiane ; 3 : vue ventrale	74
Figure 48: Images échographiques en coupes transversales et coupe anatomique de C2 (modifié d'après (Berg, Nielsen, Thoefner, Thomsenl, 2002)).	75
Figure 49: Images échographiques en coupes transversales et coupe anatomique de C3-C4 (modifié d'après (Berg, Nielsen, Thoefner, Thomsenl, 2002)).	76
Figure 50: Images échographiques en coupes transversales et coupe anatomique de C4-C5 (modifié d'après (Berg, Nielsen, Thoefner, Thomsenl, 2002)).	77
Figure 51: Image échographique normale de C5-C6. L'image a été obtenue avec une sonde curviligne à 5.5 MHz avec une profondeur de 7.4 cm (d'après (Chope, 2008)).	78

Figure 52: Image échographique d'une articulation C4-C5 anormale secondaire à un traumatisme et présentant comme conséquence une sévère ostéoarthrose. Il faut noter la large marge articulaire, l'irrégularité des marges osseuses et l'hypogénéicité de la synoviale. Image obtenue avec une sonde curviligne à 8.5 MHz et à une profondeur de 6.4 cm.	78
Figure 53: Site d'insertion du produit de contraste (d'après (Pujol, Mathon, 2003)).	79
Figure 54: rétrécissement des colonnes de contraste de plus de 50% en deux points opposés. Ce cliché de myélographie permet de conclure à une compression médullaire (d'après (Pujol, Mathon, 2003)).	79
Figure 55: Mesures des variables nécessaires au calcul du rapport de sténose. $S_m = (1-2b/(a+a'))$. a et a' représentent le diamètre sagittal dural maximum au niveau des vertèbres crâniale et caudale. B représente le diamètre sagittal dural minimum au niveau de l'articulation, entre les deux vertèbres. Pour réaliser cette myélographie, l'encolure doit être en flexion (d'après (Pujol, Mathon, 2003)).	80
Figure 56: Images scintigraphiques des régions cervicales moyenne (A) et craniale (B) en vue latéro-médiale droite sur un cheval sain (modifié d'après (Didierlaurent, Contremoulins, Denoix, Audigie, 2009). A : on observe une régularité d'hyperfixation au niveau des facettes articulaires (petite flèche) et des corps vertébraux (grande flèche) ; B : on note une hyperfixation plus marquée au niveau de la dent de l'axis .	81
Figure 57: Images transversales de cervicales montrant l'absence et la présence d'une compression médullaire obtenue à l'IRM. Image de gauche : Au niveau de C4-C5, la moelle épinière est ronde avec une circonférence fluide. Image de droite : même cheval au niveau de C5-C6, on observe un rétrécissement du canal de la moelle épinière avec une compression ventrale, la circonférence est moins nette, il y a un empiétement des processus articulaires (flèches jaunes).	83
Figure 58: Images échographiques de facettes articulaires. (a) Facette articulaire avec un espace articulaire visible et net. (b) Une autre facette articulaire avec un reflexion de l'aiguille située dans le coin haut à droite de l'image (modifié à partir de (Nielsen, Berg, Thoefner, Thomsen, 2003)).	86
Figure 59: Photographie du sonde curvilinéaire 5.5-8.5 MHz recouverte d'un gant stérile avec un guide aiguille attachée. L'aiguille est introduite dans le guide (d'après (Chope, 2008)).	87
Figure 60: Dessin représentant une infiltration intra-articulaire de C5-C6 avec un guide aiguille, vue transversale (d'après (Chope, 2008)).	87
Figure 61: Photographie montrant l'orientation de l'aiguille pour la technique sans guide aiguille (d'après (Chope, 2008)).	88
Figure 62: Sites d'injection intra-articulaires des cervicales. (A) avec guide aiguille (B) sans guide aiguille (modifié à partir de (Nielsen, Berg, Thoefner, Thomsen, 2003)).	88
Figure 63: Arthrodèse des vertèbres cervicales par la méthode de Cloward modifiée. Une mèche de 25 mm est utilisée pour forer un trou au travers de l'espace intervertébral (d'après (Pujol, Mathon, 2003)).	90
Figure 64: (A) Radiographie de la colonne cervicale d'un cheval sept jours après une arthrodèse C3-C4 et C4-C5. Les cylindres sont maintenus par une plaque rachidienne type plaque de LUBRA. (B) Radiographie post-opératoire de la colonne cervicale sur un cheval debout après une arthrodèse C3-C4 et C4-C5. Les cylindres sont maintenus par des vis et des rondelles (d'après (Pujol, Mathon, 2003)).	90
Figure 65: Physiothérapie des cervicales. De gauche à droite : position neutre, menton au poitrail, menton entre les carpes, menton entre les pieds (modifié d'après (Clayton, Kaiser, Lavagnino, Stubbs, 2010)).	91

Table des tableaux

Tableau 1: Mobilité du segment cervical aux trois allures (modifié à partir de (WESSUM, 2009)).	50
Tableau 2 : Scoring de l'ataxie lors d'une compression médullaire (d'après (Adam, Arnold, Ehlers, Grane, Uhlig, Recknagel, Gerlach, Schusser, 2016)).	62
Tableau 3: Facteurs possibles d'exposition pour les clichés radiographiques des cervicales d'un cheval adulte de 500kg à une distance entre le générateur et la cassette de 60 cm (d'après Clinique equine de l'ENVT).	65
Tableau 4: Molécules utilisables pour les infiltrations (d'après (Baxter, 2011) et Med'Vet).	85

Introduction

L'utilisation du cheval par l'homme a évolué au fil des années. D'abord utilisé pour le travail et le transport, il est devenu par la suite un animal de compagnie pour être aujourd'hui un compagnon de sport ce qui en fait un athlète à part entière. De nombreuses disciplines de sport équestre se sont développées.

Certains chevaux appartiennent au monde des courses hippiques. Ils participent à des courses de vitesse au trot monté ou attelé, ou à des courses au galop au plat ou avec obstacles. D'autres disciples s'intéressent aux différentes facettes de ce sportif. Ces chevaux sont entraînés tous les jours pour les mener et les maintenir au meilleur niveau.

Au niveau santé, les dorsalgies représentent une part importante dans la baisse des performances d'un cheval et dans l'apparition d'une boiterie. Différents segments peuvent être touchés, les cervicales, le bloc thoraco-lombaires ou encore les vertèbres lombo-sacrées et sacro-iliaques. Ces problèmes dorsaux sont insidieux et souvent difficiles à détecter car ils présentent une expression clinique très variée et parfois peu spécifique. De plus, le traitement ne peut être mis en place qu'une fois le diagnostic posé avec précision.

Le cheval est un ongulé adapté à la course. Il présente une encolure longue, très développée et mobile. La région cervicale forme avec la tête un important balancier d'équilibre, le "balancier cervico-céphalique", qui représente près de 10% du poids du cheval. Comprendre l'anatomie et le fonctionnement de ce segment est capital pour diagnostiquer et traiter des pathologies des cervicales.

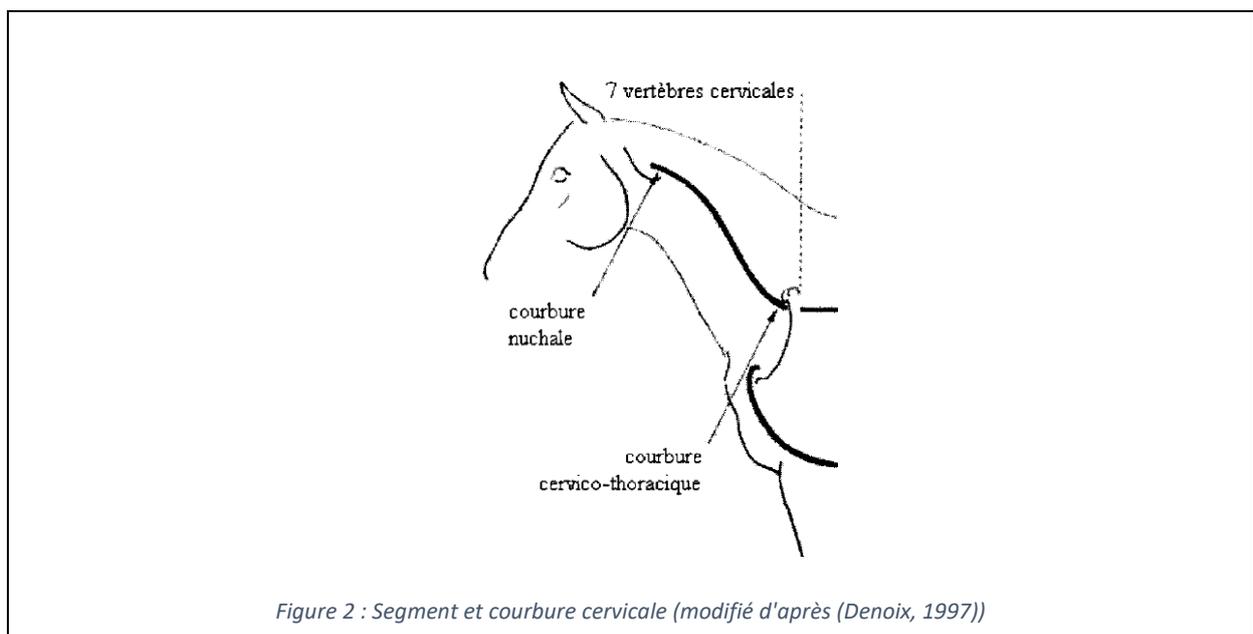
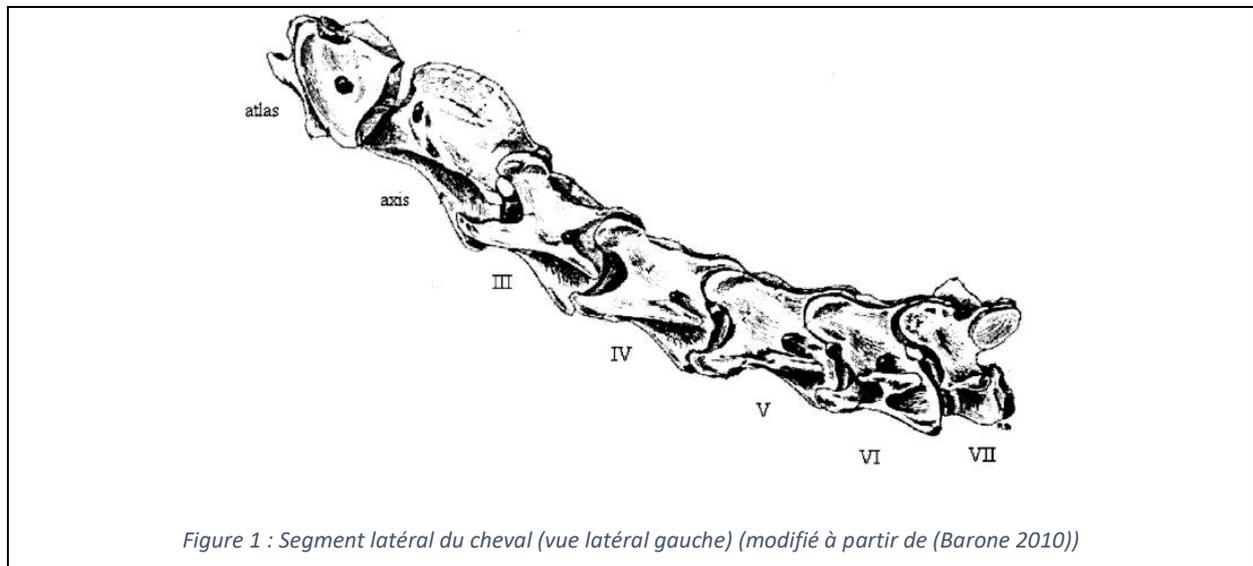
Les différentes disciplines équestres ne sollicitent pas de la même manière le segment cervical. Connaître les pathologies associées à une discipline permet d'orienter les examens complémentaires. L'imagerie est un outil indispensable dans le diagnostic des pathologies des cervicales. L'identification de la zone atteinte et de la pathologie permet ainsi une meilleure prise en charge à la fois thérapeutique et de rééducation physiologique.

Première partie : Anatomie fonctionnelle des cervicales

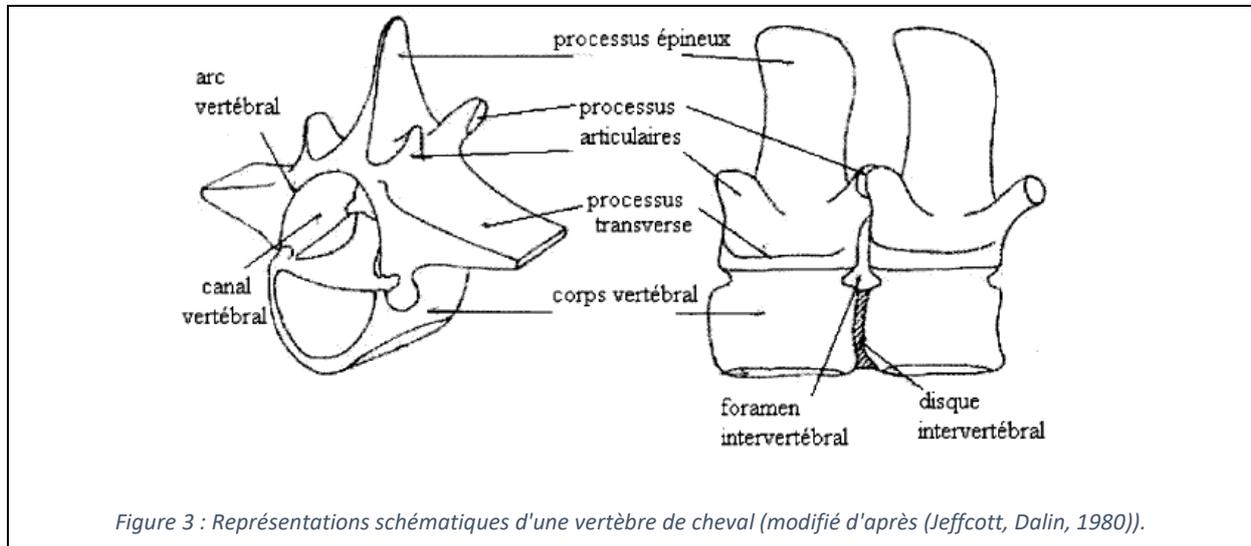
I. Ostéologie des vertèbres cervicales

(Boulocher, Sawaya 2008; Barone 2010 ; Budras, Sack, Röck 2001 ; Raffaelli, Unité pédagogique d'Anatomie de l'E.N.V.A 2011)

Le cheval possède 7 vertèbres cervicales organisées en deux courbures, la courbure cervicale haute (ou courbure nuchale) et la courbure cervicale basse (ou courbure cervico-thoracique).

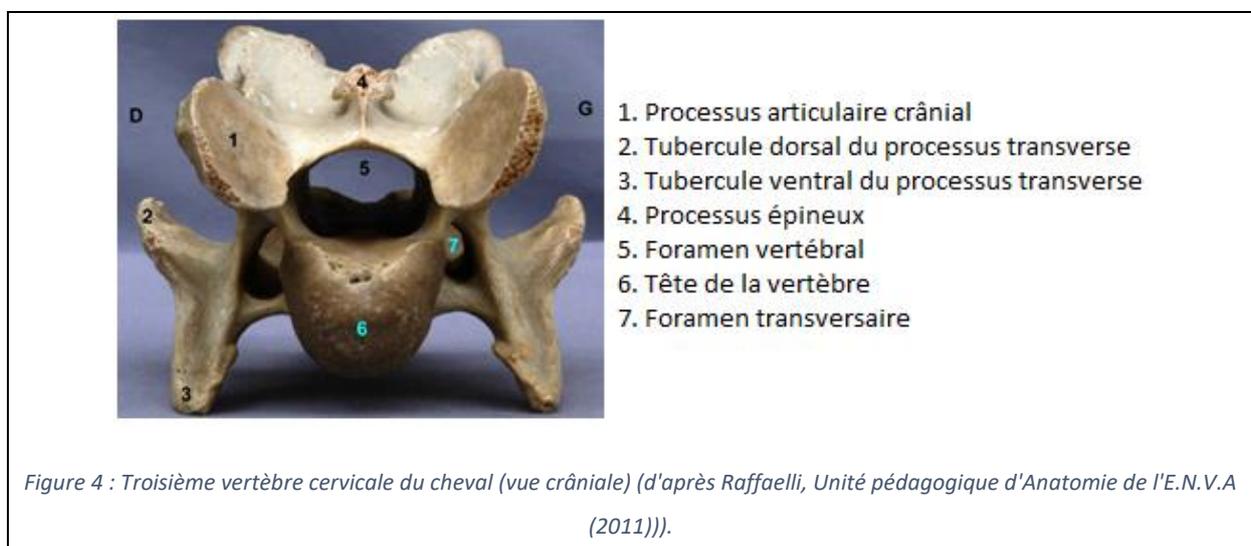


Chaque vertèbre cervicale est formée d'un corps vertébral situé sous le canal vertébral et surmontée d'un arc vertébral qui porte les processus épineux, transverses et articulaires. Les processus épineux sont réduits sur ces vertèbres et les processus transverses sont peu saillants.



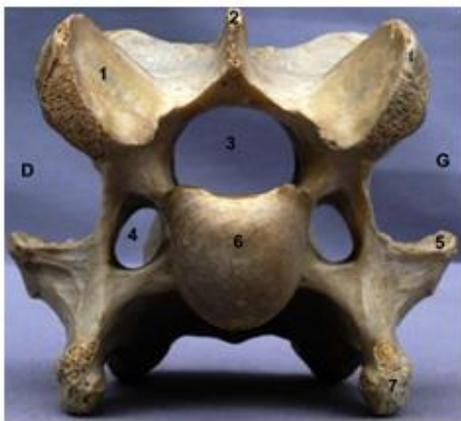
A. Vertèbres III, IV et V

Les vertèbres III, IV et V répondent au schéma général (figure 3). Leur corps est pourvu d'une crête ventrale tranchante terminée par un tubercule de plus en plus volumineux de la troisième à la cinquième. L'arc porte une apophyse épineuse particulièrement courte, réduite à une simple crête longitudinale plus ou moins tranchante.



B. Vertèbres VI et VII

Les vertèbres cervicales VI et VII sont les deux dernières vertèbres cervicales. Elles possèdent un corps vertébral plus court que celui des vertèbres précédentes, en forme de carène de bateau. Le processus transverse de la sixième vertèbre cervicale présente trois tubercules alors que la septième vertèbre cervicale n'en présente qu'une. Elle est dépourvue de foramen transversaire, et possède un processus épineux proéminent. De part et d'autre de la fosse vertébrale, elle porte des facettes articulaires répondant à la tête de la première côte.



1. Processus articulaire crânial
2. Processus épineux
3. Foramen vertébral
4. Foramen transversaire
5. Tubercule dorsal du processus transverse
6. Tête de la vertèbre
7. Lame ventrale du processus transverse

Figure 5 : Sixième vertèbre cervicale du cheval (vue crâniale) (d'après (Raffaelli, Unité pédagogique d'Anatomie de l'E.N.V.A (2011))).



1. Processus articulaire crânial
2. Processus épineux
3. Foramen vertébral
4. Processus transverse
5. Tête de la vertèbre
6. Fovea costalis (processus articulaire)

Figure 6 : Septième vertèbre cervicale du cheval (vue crâniale) (d'après (Raffaelli, Unité pédagogique d'Anatomie de l'E.N.V.A (2011))).

C. Les deux premières vertèbres cervicales : atlas et axis

Les deux premières vertèbres, l'atlas et l'axis sont très modifiées en adaptation au soutien et aux mouvements de la tête.

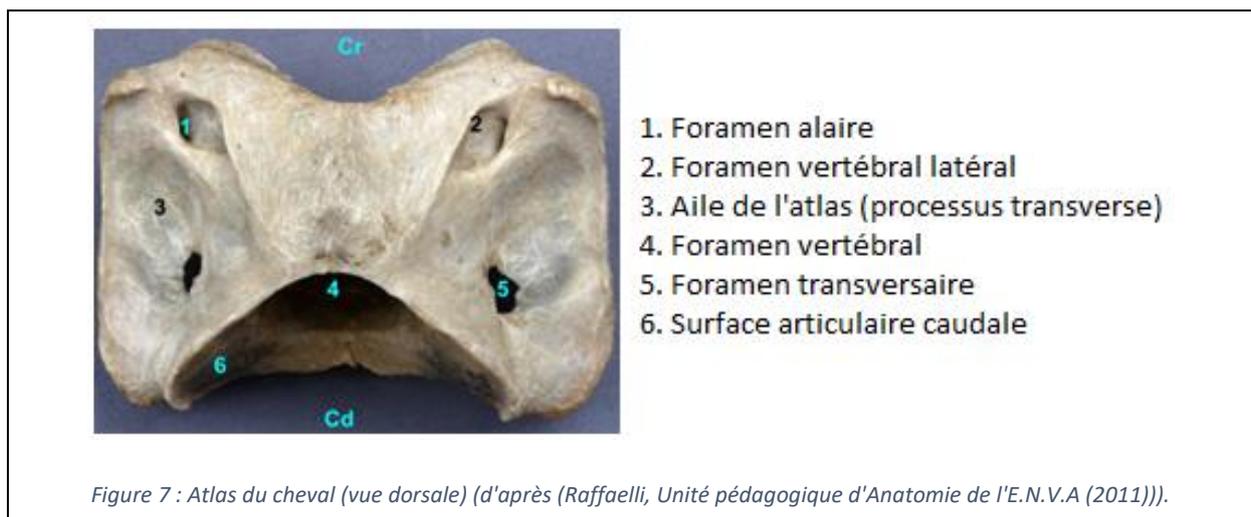
1. Atlas

L'Atlas est la première vertèbre cervicale. L'Atlas s'articule à l'os occipital, os du crâne, et permet les mouvements de flexion et d'extension de la tête. Elle a la particularité de ne pas présenter de corps, mais elle possède deux arcs, un arc dorsal et un arc ventral (figure7).

L'arc ventral comporte la fosse de la dent (*fovea dentis*), fossette articulaire taillée sur la face dorsale de l'arc pour répondre à la dent de la deuxième vertèbre cervicale, l'axis. Elle possède également le tubercule ventral qui est le lieu d'insertion du muscle long du cou.

L'arc dorsal est plus mince que l'arc ventral. Il possède le tubercule dorsal qui est un vestige de l'apophyse épineuse des autres vertèbres. Il est perforé près de son bord crânial par un orifice donnant accès au trou vertébral.

Les processus transverses sont bien développés et étalés : ils portent le nom d'ailes de l'atlas. Ils sont percés d'un trou, le trou transverse par où passent les vaisseaux et les nerfs vertébraux.



2. Axis

L'axis est la deuxième vertèbre cervicale, elle se caractérise par un processus épineux très développé et par la présence d'un processus articulaire caractéristique : la dent de l'Axis, anciennement "processus odontoïde". Cette dent, qui n'est autre que le corps de l'atlas qui s'est soudé à l'axis, repose sur le plancher de l'atlas (plus précisément sur la fosse de la dent, revêtue de cartilage articulaire) et permet les mouvements de rotation de l'ensemble tête-atlas. Par ailleurs, l'axis ne porte pas de processus articulaires crâniens : ils sont remplacés par des surfaces articulaires (Facies articularis) portées par le corps.



1. Processus épineux
2. Foramen vertébral latéral
3. Dent de l'axis
4. Foramen transversaire
5. Processus articulaire caudal
6. Processus transverse
7. Crête ventral du corps
8. Tubercule de la crête ventrale

Figure 8 : Axis du cheval (vue latérale) (d'après (Raffaelli, Unité pédagogique d'Anatomie de l'E.N.V.A (2011))).

II. Arthrologie des vertèbres cervicales

(Barone, 1989)

A. Anatomie générale de l'articulation

L'axe vertébral permet d'assurer deux principales fonctions : le maintien de l'encolure et la locomotion grâce à sa rigidité et sa flexibilité. Les articulations entre les vertèbres cervicales sont les mêmes de la deuxième vertèbre jusqu'à la septième. Elles sont unies par leur corps et par leur arc, le tout renforcé par une contention musculaire.

L'articulation entre les deux premières vertèbres cervicales a une organisation particulière.

B. Surfaces articulaires

Les surfaces articulaires occupent les extrémités crâniale et caudale des corps vertébraux. Chaque surface crâniale (tête de la vertèbre) est convexe. Elle correspond à la fosse vertébrale de la vertèbre qui précède.

C. Articulations des corps vertébraux

La tête vertébrale très convexe de chaque vertèbre répond à la fosse vertébrale concave de la vertèbre précédente. L'union se fait par le disque intervertébral, le ligament longitudinal dorsal et le ligament longitudinal ventral.

Toutes ces surfaces sont revêtues d'une couche de cartilage, qui est toujours beaucoup plus épais chez le jeune cheval.

1. Le disque intervertébral

Un disque intervertébral est une sorte de ménisque épais, circulaire, moulé entre deux surfaces articulaires des corps vertébraux adjacents. Le disque intervertébral est épais dans la région cervicale.

Sa face crâniale est convexe et sa face caudale concave. Les deux parties adhèrent aux cartilages articulaires des corps vertébraux. Chaque disque est composé de deux parties : une partie fibro-cartilagineuse qui est périphérique et une partie pulpeuse centrale.

La partie périphérique forme l'anulus fibrosus. Il s'agit de faisceaux parallèles et longitudinaux de fibres de collagène plongés dans un tissu cartilagineux hyalin mêlé de fibres élastiques. Ces fibres sont disposées par couches concentriques d'autant plus denses qu'elles se rapprochent de la périphérie. L'orientation des faisceaux se fait en x pour croiser les fibres de la couche voisine. Ceci permet de conférer une grande souplesse et une grande solidité pour unir les corps vertébraux.

Le nucleus pulposus est le noyau du disque. Il possède une consistance gélatineuse. Il est composé d'un tissu conjonctif mucoïde. Chez les jeunes, cette substance pulpeuse est abondante alors qu'avec l'âge des fibres de collagène l'envahissent, sa consistance augmente.

2. Le ligament longitudinal dorsal

Le ligament longitudinal dorsal est un long et mince ruban fibreux qui s'insère sur la face dorsale du corps vertébral. Il couvre de manière incomplète le plancher du canal vertébral en y dessinant des festons successifs. Au niveau de chaque disque intervertébral, il s'élargit et s'attache par deux pointes latérales. Au niveau de l'axis, il forme un gros funicule appelé le ligament longitudinal de la dent de l'axis.

3. Le ligament longitudinal ventral

Le ligament longitudinal ventral est un long cordon fibreux, aplati dorso-ventralement. Il se situe sur la face ventrale des corps vertébraux. Il est présent dans la région cervicale entre l'atlas et l'axis puis est remplacé par le muscle long du cou.

D. Articulations des arcs vertébraux

Les articulations des arcs vertébraux sont permises par des doubles articulations synoviales entre les processus articulaires crâniens et caudaux et par des ligaments réunissant les reliefs vertébraux.

1. Les surfaces articulaires

Les surfaces articulaires sont portées par les processus articulaires de chaque bord des lames vertébrales. Ces processus articulaires sont larges, saillants et bien détachés dans la région cervicale. La face d'articulation est plate, étendue et dirigée obliquement ventro-médialement. Le processus crânien regarde dorsalement. Le processus caudal surplombe et chevauche le processus crânien de la vertèbre suivante.

Les surfaces articulaires des corps vertébraux ont un faible rayon de courbure dans le segment cervical.

2. Les synoviales

Chaque articulation possède une synoviale. La paroi est confondue avec une mince capsule articulaire. Dans la région cervicale, les capsules et les synoviales sont très développées pour pouvoir entourer les larges surfaces articulaires présentes. Elles sont de couleurs jaune et sont élastiques.

3. Les moyens d'unions

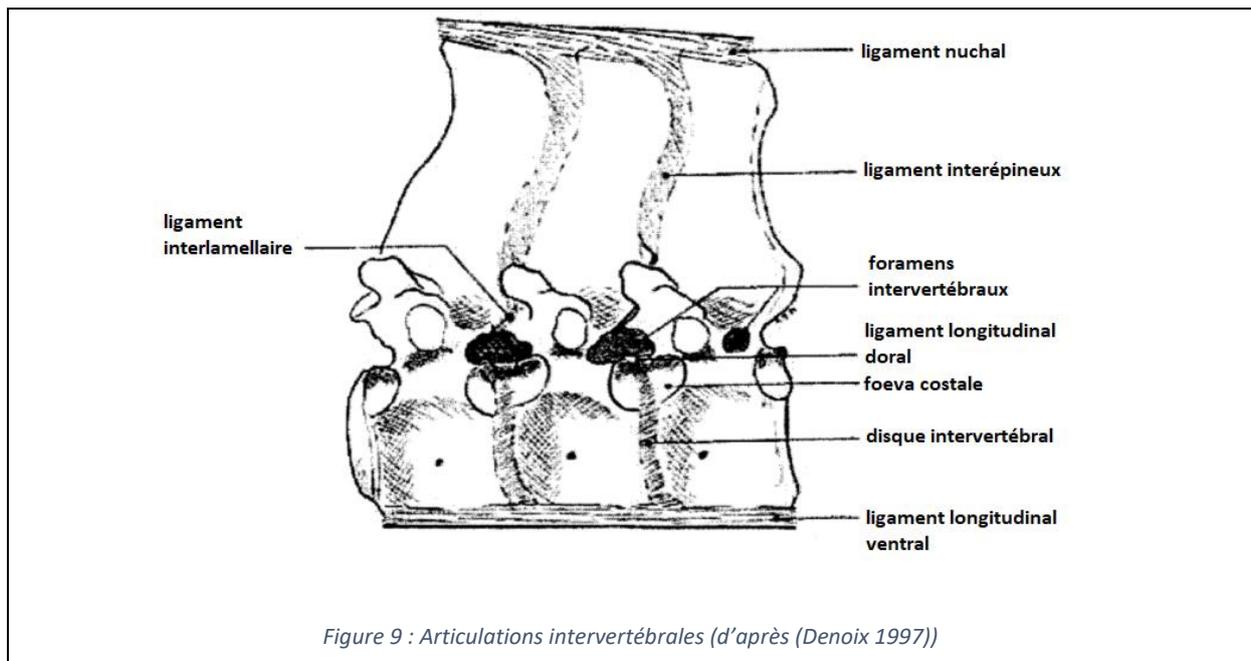
En plus de la capsule articulaire, d'importants ligaments permettent l'union des arcs vertébraux : les ligaments inter-lamellaires, les ligaments inter-épineux et le ligament nuchal.

a) *Les ligaments inter-lamellaires*

Les ligaments inter-lamellaires sont aussi appelés les ligaments jaunes car ils sont formés de tissu élastique. Ils sont disposés de telle manière que chaque espace inter-articulaire en possède une paire. Chaque ligament ferme l'espace entre deux lames vertébrales successives. Son bord crânien s'attache sur la lame vertébrale qui précède et son bord caudal à la lame vertébrale qui suit. Le bord latéral de chaque ligament se confond à la capsule articulaire. Son bord médial se termine par le ligament inter-épineux adjacent.

b) *Les ligaments inter-épineux*

Les ligaments inter-épineux sont situés dans les espaces qui séparent les processus épineux les uns des autres. Ils sont jaunes et élastiques dans la région cervicale. Ils sont constitués de trois plans de fibres à orientations croisées et permet ainsi l'écartement des processus épineux. Ils sont recouverts par le muscle multifide.



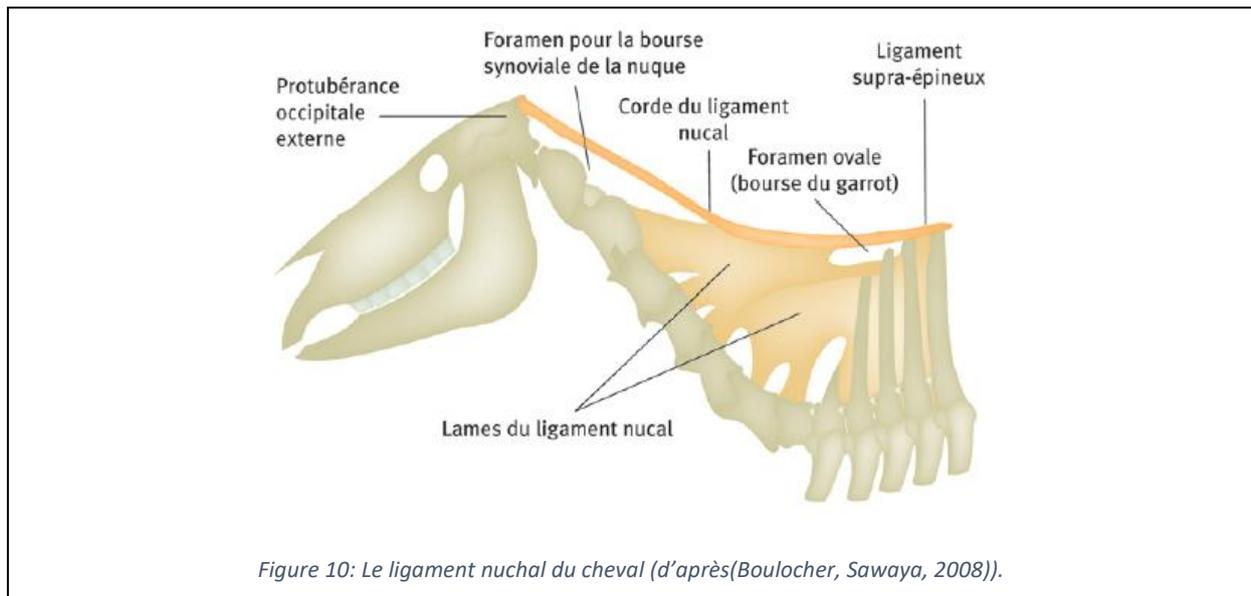
c) *Le ligament nuchal*

(Pilliner, Elmhurst, Davies, 2002 ; Barone, 1989)

Le ligament nuchal est un long ligament qui prolonge dans le cou le ligament supra-épineux qui parcourt tout le dos à partir du sacrum. Il joue un rôle dans le maintien et le soutien de la tête et de l'encolure. Il est particulièrement fort et élastique chez les chevaux. Il est constitué de deux parties, la corde et la lame :

- **la corde du ligament nuchal** maintient la tête et se situe sur la partie crâniale de l'encolure. Elle s'étend des processus épineux du sommet du garrot jusqu'à la protubérance occipitale externe. Deux parties la composent, séparées par un sillon médian comblé par du tissu conjonctivo-adipeux mêlé à des fibres élastiques. Ce sillon devient important au niveau du garrot où il laisse à nu les processus épineux. La corde du ligament nuchal s'insère de chaque côté aux aponévroses et aux faisceaux des muscles cervicaux dorsaux et ventralement à la lame qui la prolonge. Le glissement de la corde du ligament nuchal sur les vertèbres est permis par des bourses séreuses nucales et du garrot.

- la **lame du ligament nuchal** est une bande qui s'attache aux processus épineux des vertèbres cervicales par des languettes. Elle permet de restreindre le mouvement de la colonne dorsale et de supporter le poids de la tête. Elle vient ainsi en aide de façon passive aux muscles cervicaux dorsaux de l'encolure. La lame nuchal s'attache au deux premiers processus épineux thoraciques, elle délimite juste devant une fenestration dite foramen ovale.



Le ligament nuchal a un rôle primordial dans l'ensemble de la mécanique vertébrale. Son élasticité lui permet d'assurer la composante passive du soutien du balancier cervico-céphalique en association avec les muscles cervicaux dorsaux en statique et en dynamique. Il participe aussi à la coordination des mouvements de l'encolure et du pont vertébral en synergie avec le ligament supra-épineux. Ce ligament continue dans le reste du rachis sous le terme de ligament supra-épineux, et joint les processus épineux.

E. Particularité de l'articulation atlanto-axiale

L'articulation atlanto-axiale est une trochoïde qui unit l'atlas et l'axis.

1. Les surfaces articulaires

L'atlas s'appuie sur l'axis par ses deux surfaces articulaires. Ces surfaces articulaires sont séparées dorsalement par la largeur du foramen vertébral et rapprochées ventralement. L'axis présente sa dent qui possède à sa base deux extensions articulaires latérales. La dent de l'axis correspond à la fovea dentis de l'atlas par une surface convexe sur sa face ventrale.

2. Les moyens d'unions

L'articulation atlanto-axiale est affermie par de types de ligaments. Des ligaments périphériques qui se situent dans l'espace limité entre l'atlas et l'axis. Des ligaments profonds qui se situent sur le plancher du canal vertébral. Ils connectent la dent de l'axis à l'atlas ou l'os occipital.

Ils se rajoutent à ces ligaments de nombreux muscles dont les obliques caudaux et droits de la tête ainsi que les muscles longs.

a) *Les ligaments périphériques*

Les ligaments périphériques sont composés d'une membrane fibreuse qui forme un manchon et de deux ligaments (dorsal et ventral).

(1) La membrane atlanto-axiale dorsale

La membrane atlanto-axiale dorsale est un ligament interlamellaire modifié. C'est une lame fibreuse. Elle s'étend du bord caudal de l'arc dorsal de l'atlas au bord crânial de l'arc de l'axis. Le bord ventral se confond avec la capsule articulaire. Dans sa partie médiane, elle est renforcée par le ligament atlanto-axial dorsal.

(2) Le ligament atlanto-axial dorsal

Le ligament atlanto-axial dorsal est un ligament fibro-élastique jaune. Il représente un ligament interépineux. Il est formé par deux faisceaux qui s'étendent du tubercule dorsal de l'atlas à l'extrémité crâniale du processus épineux de l'axis où il se met en continuité avec le ligament nuchal.

(3) Le ligament atlanto-axial ventral

Le ligament atlanto-axial ventral est une bandelette qui s'insère sur le tubercule ventral de l'atlas et sur la crête ventral du corps de l'axis. Il est adhérent à la membrane articulaire.

b) *Les ligaments de la dent de l'axis*

(1) La membrana tectoria

La membrana tectoria est une large lame fibreuse. Elle s'étend de la face dorsale du corps de l'axis au plancher du foramen magnum. Son attache au niveau de l'axis est en continuité avec le ligament longitudinal dorsal et le ligament de la dent. Elle présente des extensions latérales qui s'attachent dans l'atlas.

(2) Le ligament transverse et formations associées

Le ligament transverse de l'atlas est une grande bande fibreuse indépendante de la dent de l'axis. Il s'attache d'un côté à l'autre de l'arc ventral de l'atlas formant ainsi un anneau dans lequel la dent de l'axis s'insère. Une synoviale s'étend entre la face dorsale de ce ligament et le ligament longitudinal de la dent.

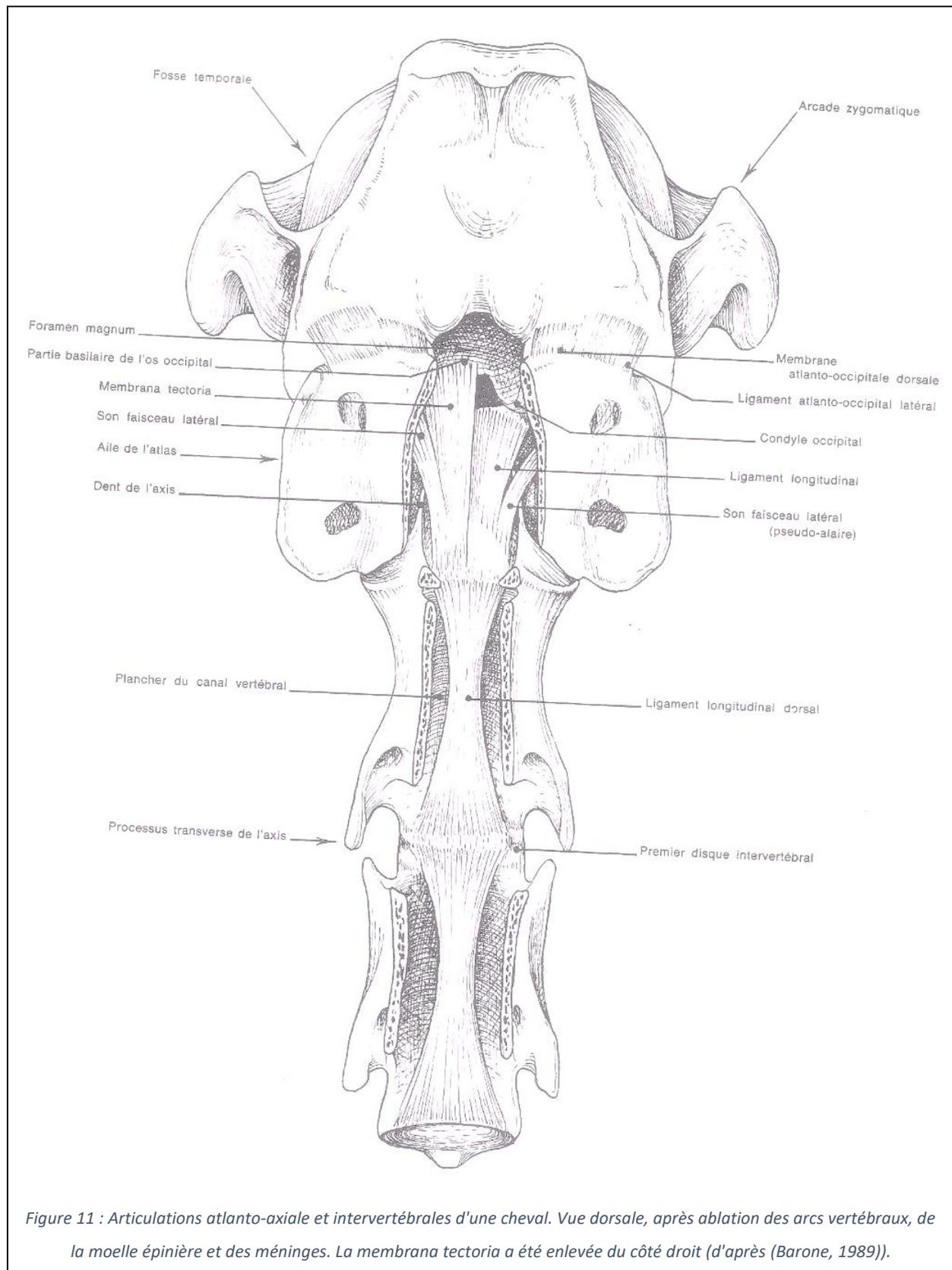
Le ligament longitudinal de la dent s'insère sur la face dorsale de la dent de l'axis et rayonne sur le plancher de l'atlas auquel il s'attache cranialement à la fovea dentis.

3. La synoviale

Il existe une seule et vaste synoviale. La capsule de la synoviale se confond avec la membrane atlanto-axiale dorsale.

4. Les mouvements de l'articulation atlanto-axiale

Le seul mouvement possible est un mouvement de rotation. L'axis forme un point fixe autour duquel l'anneau de l'atlas tourne, ce qui entraîne la tête.



III. Muscles de l'encolure

(Barone, 1989 ; Boulocher, Sawaya, 2008 ; Robert, Valette, Denoix, 1998 ; Tokuriki, 1996)

Une musculature très puissante assure la stabilité et la mobilisation du balancier cervico-céphalique. Les muscles cervicaux dorsaux sont principalement extenseurs de l'encolure, les muscles cervicaux ventraux sont essentiellement fléchisseurs de l'encolure tandis que les muscles profonds sont impliqués dans les mouvements de rotation. De plus, de nombreux muscles cervicaux servent également d'attache aux membres thoraciques.

Tous les muscles cervicaux sont pairs sauf le muscle long du cou. En effet, une contraction bilatérale permet un mouvement d'extension ou de flexion sagittales. Alors qu'une contraction unilatérale provoque un mouvement de latéflexion et de rotation.

A. Les muscles dorsaux de l'encolure : muscles extenseurs

(Tokuriki, 1996)

Les muscles dorsaux de l'encolure sont situés dorsalement aux vertèbres cervicales et séparés de ceux de l'autre côté par le ligament nuchal. La plupart d'entre eux sont communs à l'encolure et au dos.

Il a été montré par études électromyographiques que l'activité dominante des muscles extenseurs était bilatérale, aussi bien au repos qu'au cours de la locomotion.

1. M. trapèze

Le muscle trapèze est grand, plat, triangulaire et s'étale sur l'encolure, le dos et les épaules. Il s'adosse à sa base à celui du côté opposé. Au regard de l'épine scapulaire il est divisé par un aponévrose en deux parties charnues, une cervicale et une thoracique.

Le muscle trapèze permet l'extension et la latéro-flexion de l'encolure. Il permet également l'abduction de l'épaule.

La partie cervicale est peu développée. Elle est pratiquement uniquement constituée de faisceaux charnus parallèles et obliques en direction ventro-caudale. Elle prend son origine sur la corde du

ligament nuchal, sur la moitié caudale. Elle se termine par la lame aponévrotique sur la plus grande longueur de l'épine scapulaire crânialement au muscle deltoïde.

La partie thoracique est plus épaisse mais moins étendue. Elle déborde légèrement le garrot. Elle forme des faisceaux obliques en direction ventro-crâniale. Elle prend son origine sur le ligament supra-épineux du troisième au neuvième processus épineux thoraciques. L'aponévrose qui la termine est plus large que celle de la partie céphalique mais s'étend moins loin sur l'épine scapulaire.

2. M. omotransverse

Le muscle omo-transverse est large, en forme de triangle. Il est étendu de la surface de l'épaule à la région atloïdienne. Il est intimement uni au bord dorsal du muscle brachio-céphalique, il en est parfois considéré comme une partie supplémentaire. Leur séparation est marquée par le passage des branches ventrales des nerfs cervicaux.

Son origine se fait par un tendon qui se termine par trois languettes sur la partie caudale de l'aile de l'atlas, les processus transverses de l'axis et les deux vertèbres cervicales suivantes.

Sa terminaison est composée d'une aponévrose qui s'attache sur la moitié distale de l'épine scapulaire. Son bord dorsal s'unit à l'aponévrose terminale du muscle trapèze. Alors que son bord ventral atteint la crête humérale en s'unissant au muscle brachio-céphalique.

3. M. rhomboïde

Le muscle rhomboïde unit la colonne vertébrale au bord correspondant de la scapula. C'est un muscle plat, court et épais. Sa face superficielle est couverte par une très mince aponévrose et sa face profonde doublée d'une très épaisse lame élastique jaune, le ligament dorso-scapulaire. Cette lame adhère à l'aponévrose commune aux muscles splénius et dentelé dorsal crânial, ce qui permet la fixation de la scapula au tronc.

Son origine se fait sur la corde du ligament nuchal, sur le ligament supra-épineux et sur le sommet des processus épineux des six premières vertèbres thoraciques. Sa terminaison s'effectue sur le revers médial du bord dorsal de la scapula.

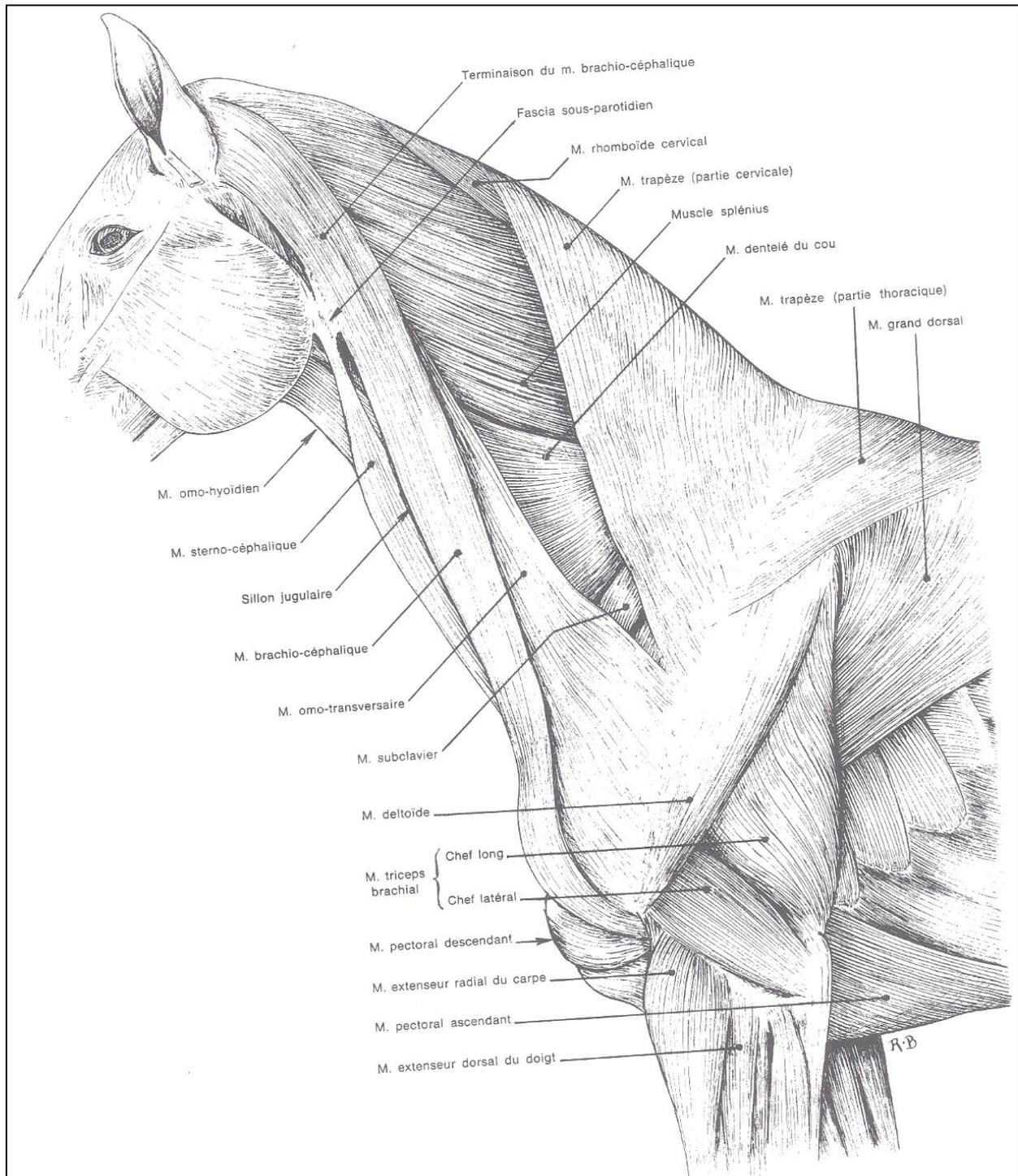


Figure 12 : Muscles superficiels du cou du cheval. Vue latérale gauche après ablation des muscles cutanés (d'après Barone, 1989).

4. M. dentelé du cou

Le muscle dentelé du cou est un muscle plat triangulaire. Il est mince sur son bord crânial, épaissi sur son bord caudal qui est en continuité avec le muscle dentelé ventral du thorax. Il unit l'angle crânial de la scapula aux vertèbres cervicales, les deux muscles sont indissociables. Le bord ventral est divisé en cinq digitations qui s'attachent sur les cinq derniers processus transverses cervicaux.

Il prend son origine sur les processus transverses des cinq dernières vertèbres cervicales. La terminaison non dissociable de celle du muscle dentelé du thorax se fait sur le revers médial de l'angle crânial de la scapula.

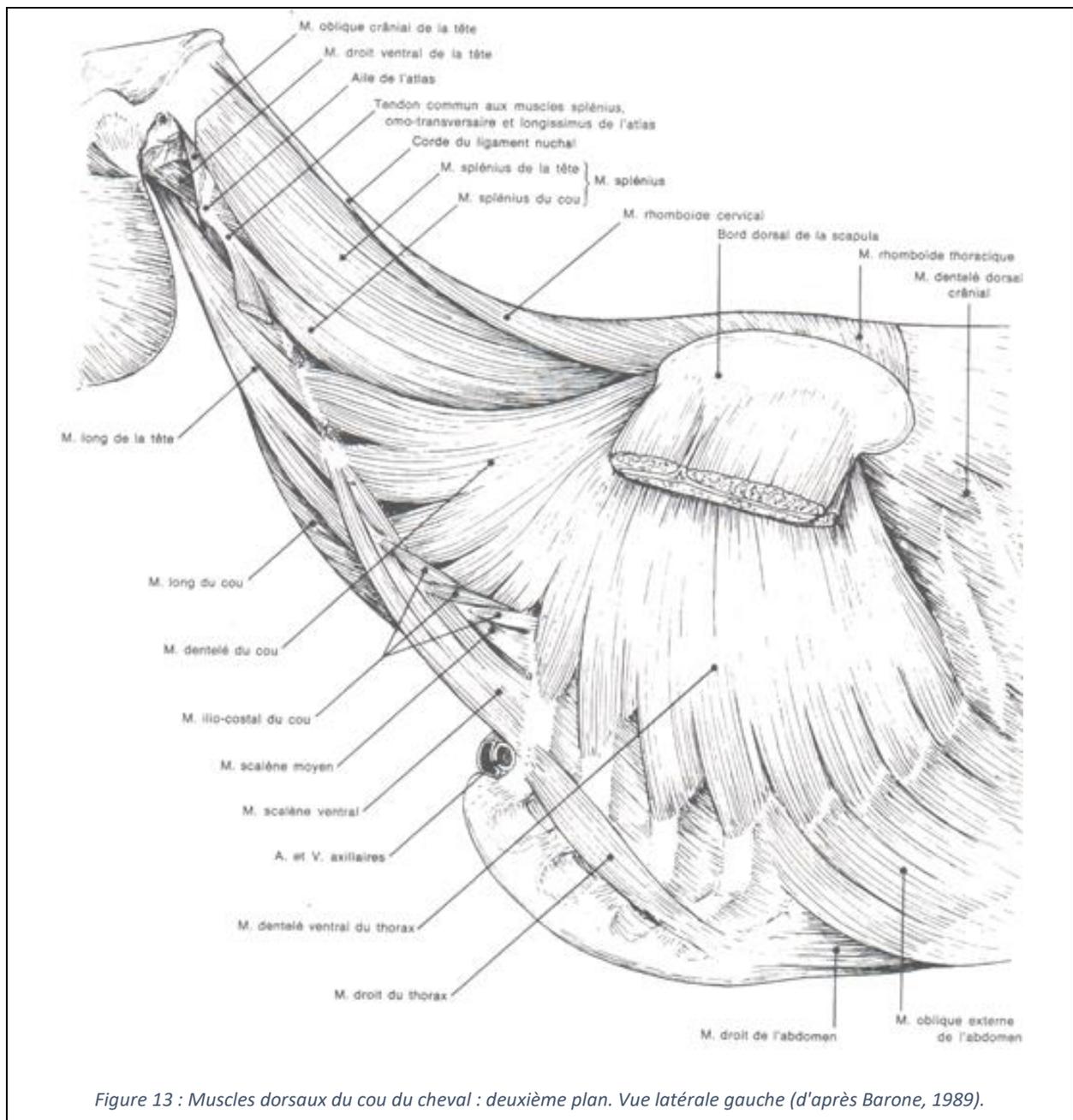


Figure 13 : Muscles dorsaux du cou du cheval : deuxième plan. Vue latérale gauche (d'après Barone, 1989).

5. M. splenius

Le muscle splenius est très large. Il permet en plus de l'extension de l'encolure, l'inclinaison latérale de la tête.

Sa partie céphalique, la plus large, rejoint le processus mastoïde et la crête mastoïdienne par une forte aponévrose qui s'unit au tendon correspondant du muscle longissimus de la tête. Sa partie cervicale, à peine distincte de la précédente, est formée par un fort tendon qui s'unit à celui des muscles longissimus de la tête et omotransversaire et se termine sur l'aile de l'atlas. Trois autres digitations rejoignent les processus transverses des troisième, quatrième et cinquième vertèbres cervicales.

Il présente une activité excentrique avant le poser et pendant la première moitié de la phase d'appuie de chaque membre thoracique, ce qui permet d'amortir et de contrôler l'amplitude de la flexion cervicale. Enfin il présente une activité concentrique dans la deuxième moitié de la phase d'appuie et pendant les phases de suspension permettant de relever le balancer céphalique.

A la base du cou, le fascia thoraco-lombaire se confond avec l'aponévrose du muscle splénus. Cela permet de coordonner les mouvements de l'encolure et du tronc. Ce qui aboutit à la transmission et à l'équilibrage des tensions myofasciales le long de l'axe vertébral.

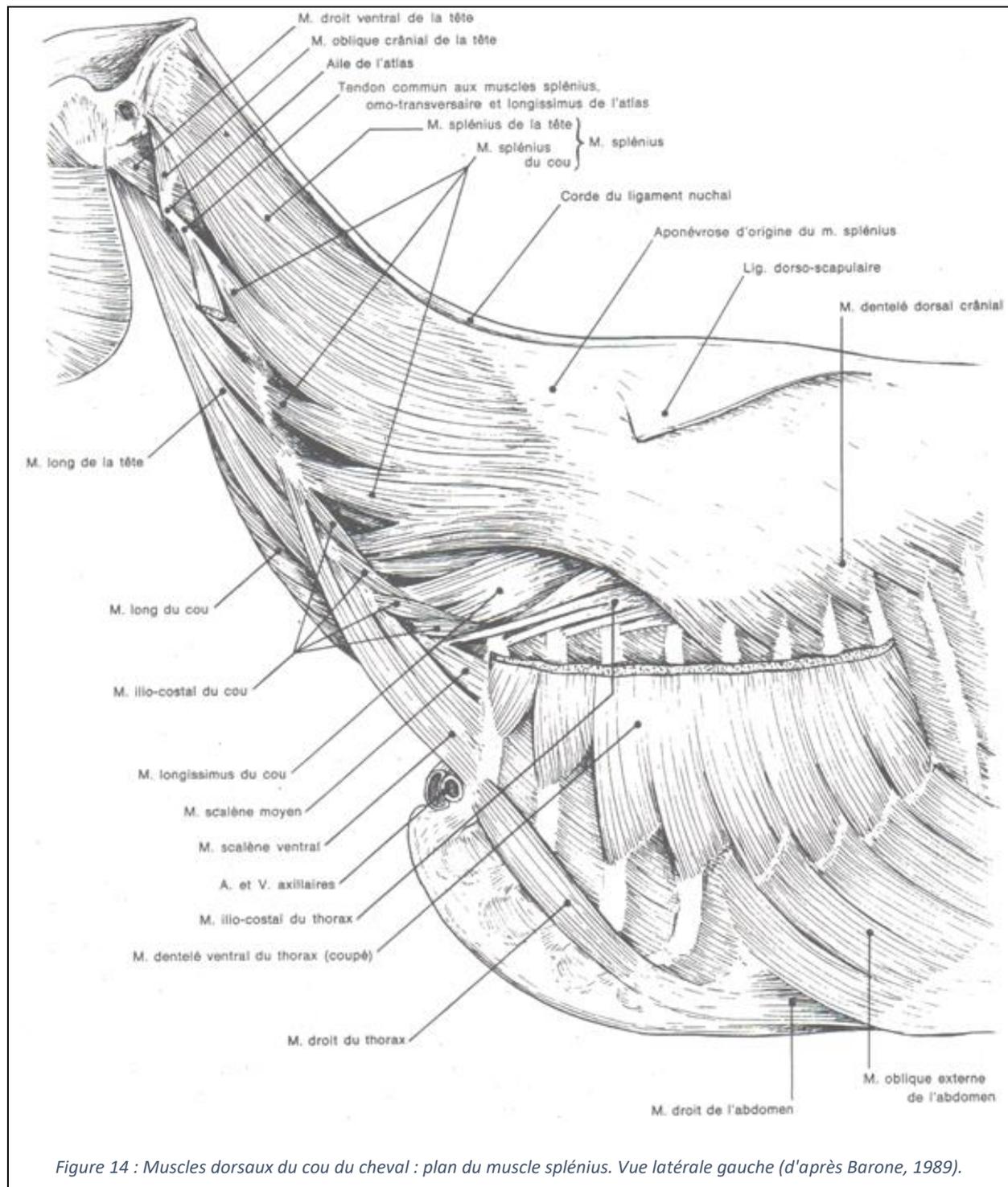


Figure 14 : Muscles dorsaux du cou du cheval : plan du muscle splénius. Vue latérale gauche (d'après Barone, 1989).

6. M. semi-épineux

Le muscle semi-épineux présente deux parties distinctes allant des vertèbres cervicales et des premières vertèbres thoraciques jusqu'à l'os occipital.

La partie dorsale présente quatre ou cinq insertions tendineuses très visibles, obliques en direction ventro-caudale. Elle prend origine par une aponévrose épaisse unie à celle du muscle splénius et à celle du muscle dentelé dorsal crânial sur les processus épineux du garrot et par quatre ou cinq languettes aponévrotiques sur les processus transverses de quatre ou cinq vertèbres thoraciques.

La partie ventrale, charnue, prend son origine par deux languettes aponévrotiques sur les processus transverses des deux premières vertèbres thoraciques et par des festons charnus sur les processus articulaires des six dernières vertèbres cervicales.

La terminaison se fait par un tendon très épais qui s'unit au niveau de l'insertion de la corde du ligament nuchal.

Il est un puissant extenseur de la nuque et de l'encolure et permet également l'inclinaison de la tête sur le côté lors d'action d'une seule de ses deux parties.

7. M. longissimus de l'atlas et de la tête

Les muscles longissimus de l'atlas et de la tête joignent les dernières vertèbres cervicales et les premières vertèbres thoraciques à l'atlas. Leur origine se fait sur les processus transverses de deux premières vertèbres thoraciques et sur les processus articulaires des six dernières cervicales. Leurs terminaisons se fait par deux tendons terminaux qui aboutissent à la partie caudale de l'aile de l'atlas et au processus mastoïde de l'os temporal. Ils adhèrent aux terminaisons du muscle splénius.

Il permettent également l'inclinaison latérale de la tête et du cou.

8. M. semi-épineux de la tête

Le muscle semi-épineux de la tête constitue le plan le plus profond de la région dorsale du cou. Il occupe tout l'espace entre les vertèbres cervicales et les premières thoraciques, ainsi que tout le bord dorsal du cou jusqu'à l'occiput. C'est l'extenseur de la tête le plus puissant.

Sa partie dorsale appelée muscle digastrique du cou constitue le muscle long épineux thoraco-occipital. Cette partie découpée par quatre ou cinq insertions fibreuses régulières lui donne un aspect métamérique. Elle prend son origine par le ligament nuchal ou par une lame aponévrotique qui s'unit

à celle du muscle splénius, sur le sommet des premiers processus épineux thoraciques. Elle prend également son origine par des languettes fibreuses sur les flancs de ces mêmes processus et par de fortes digitations sur les processus transverses de vertèbres thoraciques.

Sa partie la plus ventrale nommée muscle complexus possède des vertèbres cervicales et constitue un long transversaire épineux. Son origine se fait par de fortes digitations sur les processus transverses des premières vertèbres thoraciques et sur les processus articulaires des cinq ou six dernières cervicales.

La terminaison des deux parties se fait par un tendon commun qui s'attache à la protubérance occipitale externe, sur les empreintes qui bordent la tubérosité nuchale, latéralement à l'insertion de la corde du ligament nuchal.

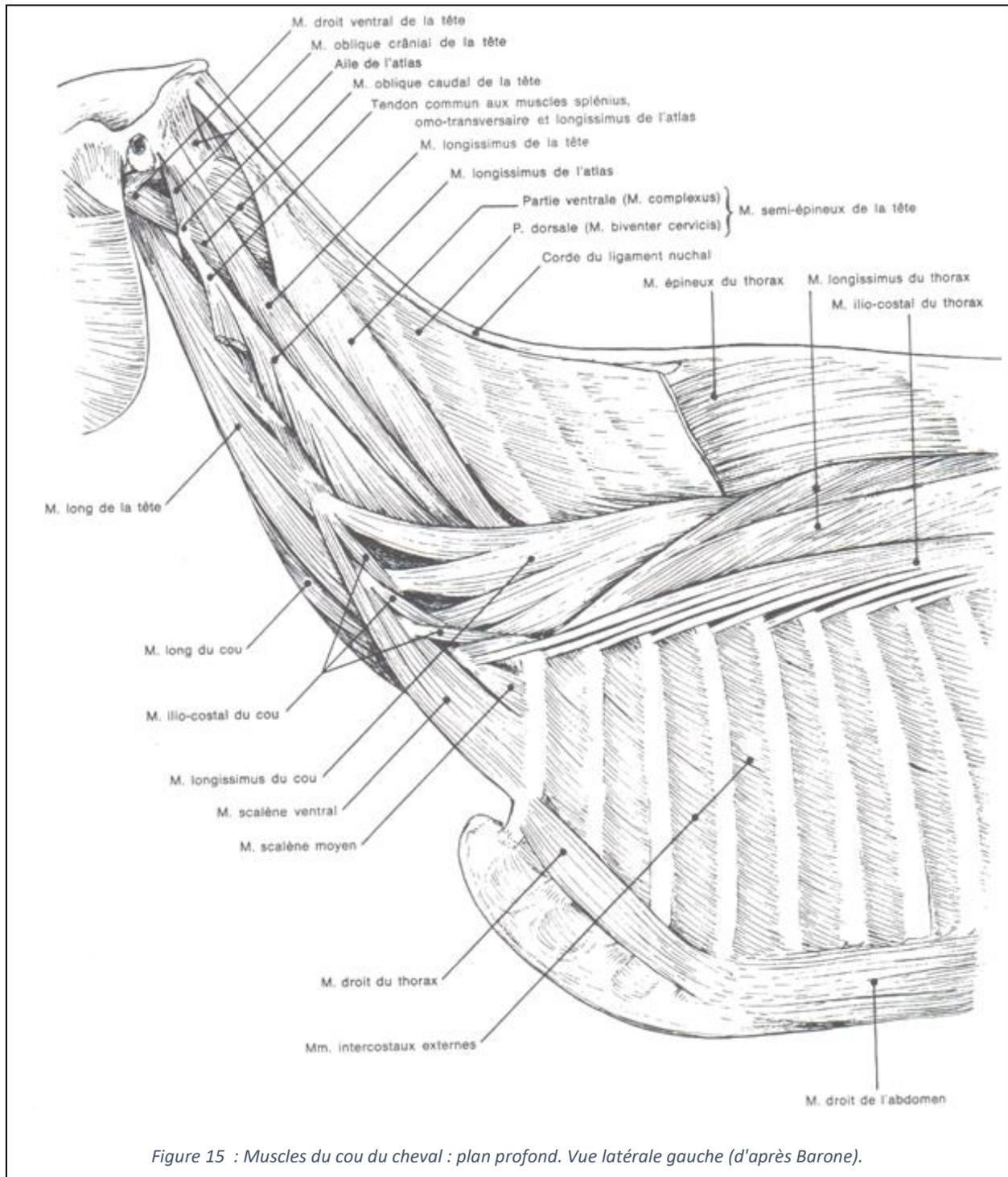


Figure 15 : Muscles du cou du cheval : plan profond. Vue latérale gauche (d'après Barone).

B. Les muscles ventraux de l'encolure : muscles fléchisseurs

1. M. longs du cou

Les muscles longs du cou sont volumineux, situés à la face ventrale des vertèbres cervicales et des premières thoraciques. Chaque muscle long est composé de faisceaux obliques tendineux et est divisé en deux parties, l'une thoracique et l'autre cervicale.

La partie thoracique présente des faisceaux dirigés crânio-latéralement, des corps vertébraux thoraciques à partir de la deuxième vertèbre thoracique jusqu'à la sixième. Elle se termine par un fort tendon sur le tubercule caudale du sixième processus transverse cervical.

La partie cervicale a des faisceaux longitudinaux, multisegmentaires et attachés seulement aux corps vertébraux. Elle prend son origine à la face ventrale des processus transverses des six dernières vertèbres cervicales et sa terminaison se fait à la face ventrale des vertèbres plus crânielles, les faisceaux ultimes convergeant sur le tubercule ventral de l'atlas.

Ce sont des muscles juxta-vertébraux qui permettent la flexion du segment cervical.

2. M. scalènes

Les muscles scalènes s'étendent des processus transverses cervicaux à la première côte et à la face externe des côtes suivantes.

Avec les muscles du côté opposé et le muscle long du cou, ils forment une sorte de gouttière profonde ouverte ventralement, dans laquelle se place la trachée et l'œsophage.

Les muscles scalènes ont un rôle initiateur des mouvements inspiratoires. Ils permettent également la flexion et la latéroflexion de l'encolure.

Le muscle scalène ventral est le plus épais. Il prend origine sur le tubercule ventral des troisième, quatrième, cinquième et sixième processus transverses cervicaux. Il se termine au bords crânial et à la face latérale de la première côte, sur le tiers moyen.

Le muscle scalène moyen est situé dorsalement, et médialement au muscle scalène ventral. Il prend son origine sur le tubercule ventral transverse de la septième cervicale, dorsalement au muscle scalène ventral. Sa terminaison se fait au bord crânial et à la face latérale de la première côte, dans le tiers dorsal de cet os.

Il n'existe pas de muscle scalène dorsal chez les chevaux.

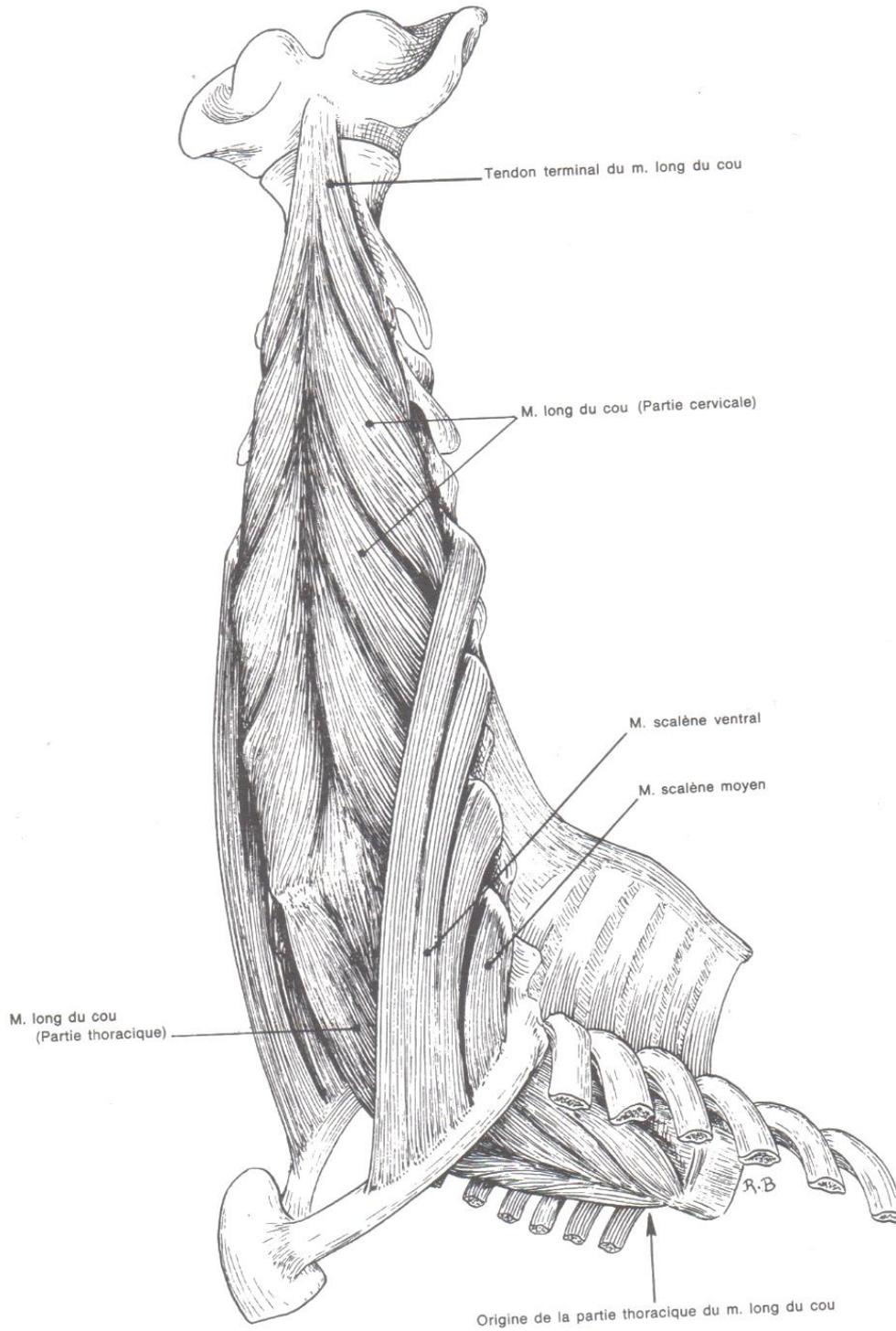


Figure 16 : Muscles scalènes et long du cou du cheval (d'après Barone, 1989).

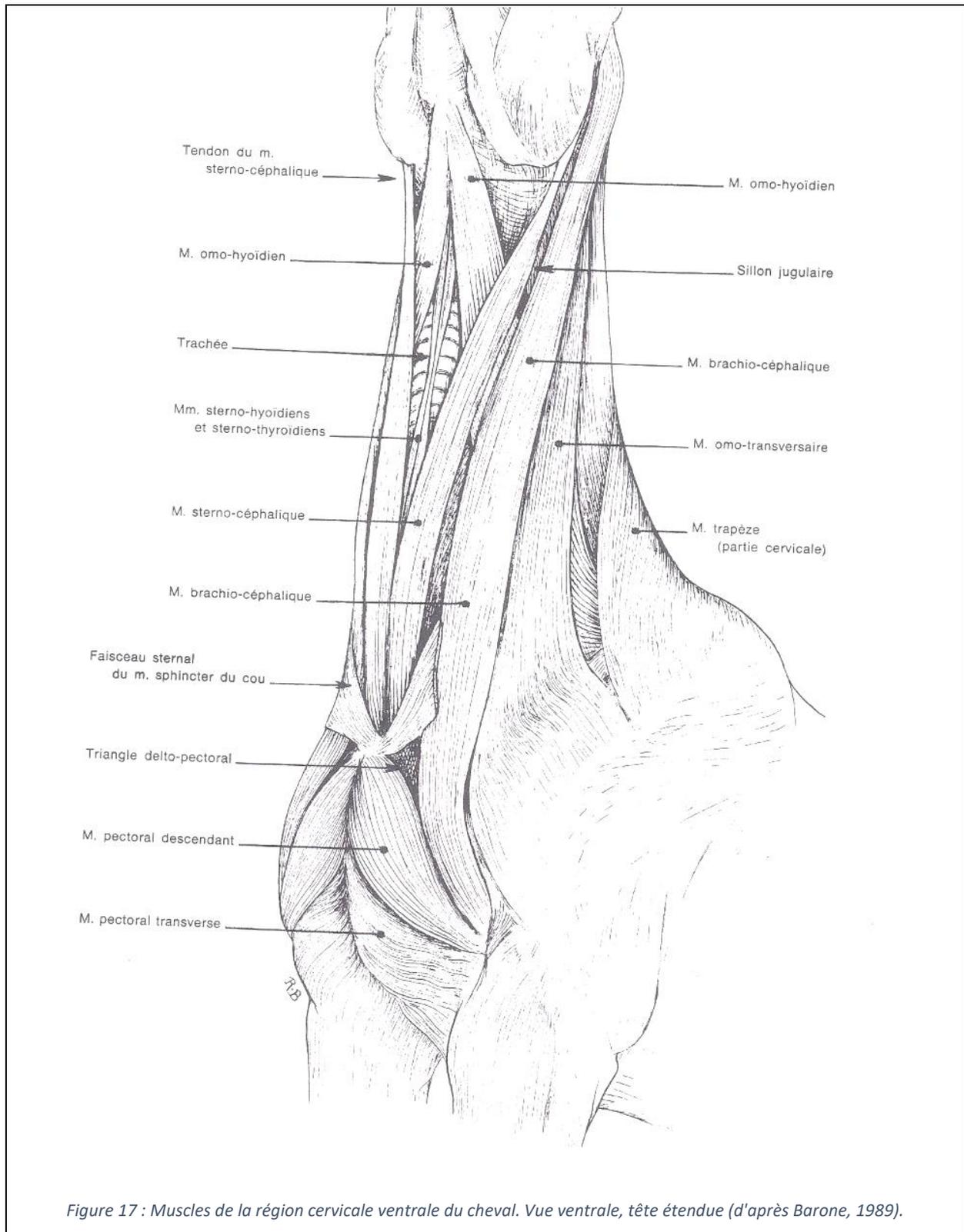
3. M. sterno-céphalique

Le muscle sterno-céphalique est un muscle long, situé ventro-latéralement à la trachée. Il joint le manubrium sternal à la mandibule. Son extrémité craniale se prolonge par un fort tendon qui se termine sur la tubérosité sterno-céphalique de la mandibule après avoir donné un fascia fibreux, le fascia sous-parotidien qui s'insinue entre les glandes parotides et mandibulaires pour rejoindre la terminaison du muscle brachio-céphalique. Sa contraction bilatérale permet de contrôler l'amplitude d'extension cervicale. De façon unilatérale, il permet des mouvements de latéoflexion et de rotation de la tête et du cou.

4. M. brachio-céphalique

Le muscle brachio-céphalique est une bande charnue, très allongée, située sur le côté de l'encolure, dorsalement au muscle sterno-céphalique. Il est constitué de deux parties : cléïdo-brachiale et cléïdo-mastoïdienne. La partie cléïdo-brachiale prend son origine sur la crête humérale, la partie cléïdo-mastoïdienne la prolonge et se termine par une forte aponévrose sur la crête mastoïdienne. La partie mastoïdienne est unie par son bord dorsal au large muscle omotransversaire, au point que parfois ce dernier est décrit comme une partie supplémentaire du brachio-céphalique.

Lors d'action unilatérale, il permet des mouvements de rotation et de latéoflexion de la nuque et de l'encolure. Mais, il intervient essentiellement dans la mobilisation du membre thoracique, c'est un agent de la protraction.



C. Les muscles profonds peri-vertébrales : rôle de stabilité posturale

Il s'agit des muscles directement appliqués contre les vertèbres. Ils interviennent dans la stabilité posturale.

1. Muscle multifide

(Barone, 1989 ; Rombach, Stubbs, Clayton 2014)

Le muscle multifide est constitué d'un ensemble de faisceaux charnus obliques et régulièrement chevauchants situés entre les processus transverses et les processus épineux des vertèbres cervicales.

Il permet l'extension de l'encolure et son inclinaison latérale, ainsi que la rotation cervicale.

Pour chaque vertèbre, cinq attaches ont été identifiées: crâniale, latérale, médiale, profonde et caudale.

Le muscle s'attache crânialement au processus épineux grâce à un tendon épais et solide et caudalement à la lamina des corps vertébraux et à l'articulation intervertébrale avec de nombreux petits tendons.

L'attache latérale se divise en deux branches une superficielle et une profonde de chaque côté. Elle prend son origine sur la lamina dorsal du corps vertébral puis diverge caudo-latéralement. Les attaches successives de chaque vertèbre forment un espace en forme de V. Chaque bride superficielle croise trois articulations intervertébrales avant de s'attacher caudalement alors que les brides profondes croisent 4 articulations intervertébrales.

La bride médiale est composée de deux parties (une courte et une longue) qui s'étendent respectivement sur 2 et 3 articulations intervertébrales. Les deux parties prennent leur origine ensemble sur le processus épineux ventro-médialement par rapport à l'attache de l'attache latérale. L'unité musculotendineuse de l'attache médiale est plus courte que celle de l'attache latérale et a plus de fibres qui s'attachent directement sur la capsule articulaire des articulations intervertébrales.

La bride profonde est une attache entre deux vertèbres cervicales réduisant la distance des processus articulaires et donnant sa concavité à la lamina dorso-latérale. Elle s'attache dorsalement sur les capsules articulaires successives.

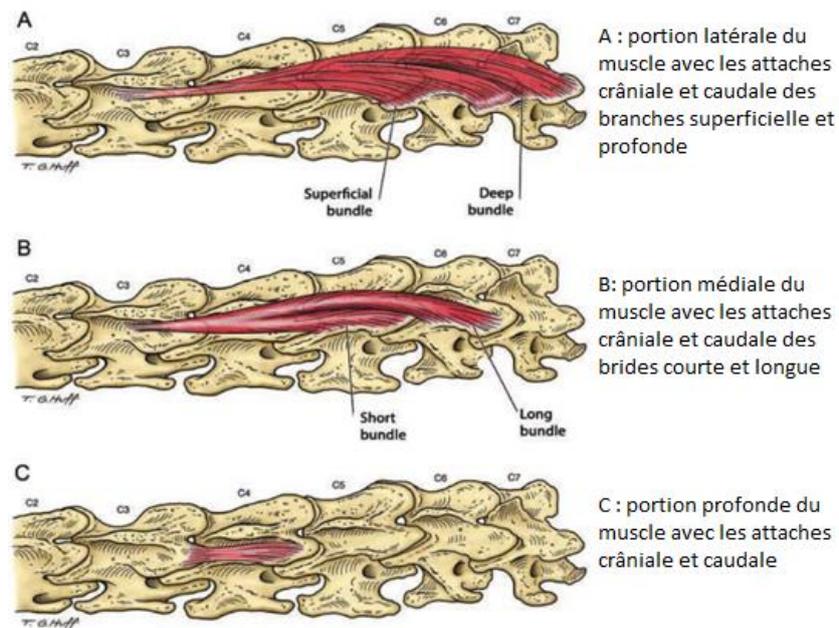


Figure 18 : Illustrations du muscle multifide cervical d'un cheval : vue oblique dorsolatérale (d'après Rombach, Stubbs, Clayton 2014).

2. Muscle épineux du cou

Le muscle épineux du cou est plat, presque entièrement charnu. Il est formé de nombreux faisceaux qui forment le système épineux du cou. Ces faisceaux prennent origine sur le côté des premiers processus épineux thoraciques et sur les derniers cervicaux, dorsalement aux attaches du muscle multifide. La terminaison se fait sur les processus épineux des quatre dernières vertèbres cervicales. C'est un puissant extenseur du cou.

3. Muscles interépineux du cou

Les muscles inter-épineux du cou sont des petits muscles courts, minces, qui s'étendent entre les bords des quatre ou cinq derniers processus épineux cervicaux ainsi qu'entre le premier processus épineux thoracique et le dernier cervical. Ils sont contre les ligaments inter-épineux.

4. Muscles intertransversaires du cou

Les muscles intertransversaires du cou sont très développés. Ils occupent les espaces entre les processus transverses des vertèbres cervicales à partir de l'axis, ainsi qu'entre ceux de la dernière cervicale et de la première thoracique. Les muscles intertransversaires du cou permettent l'incurvation de l'encolure.

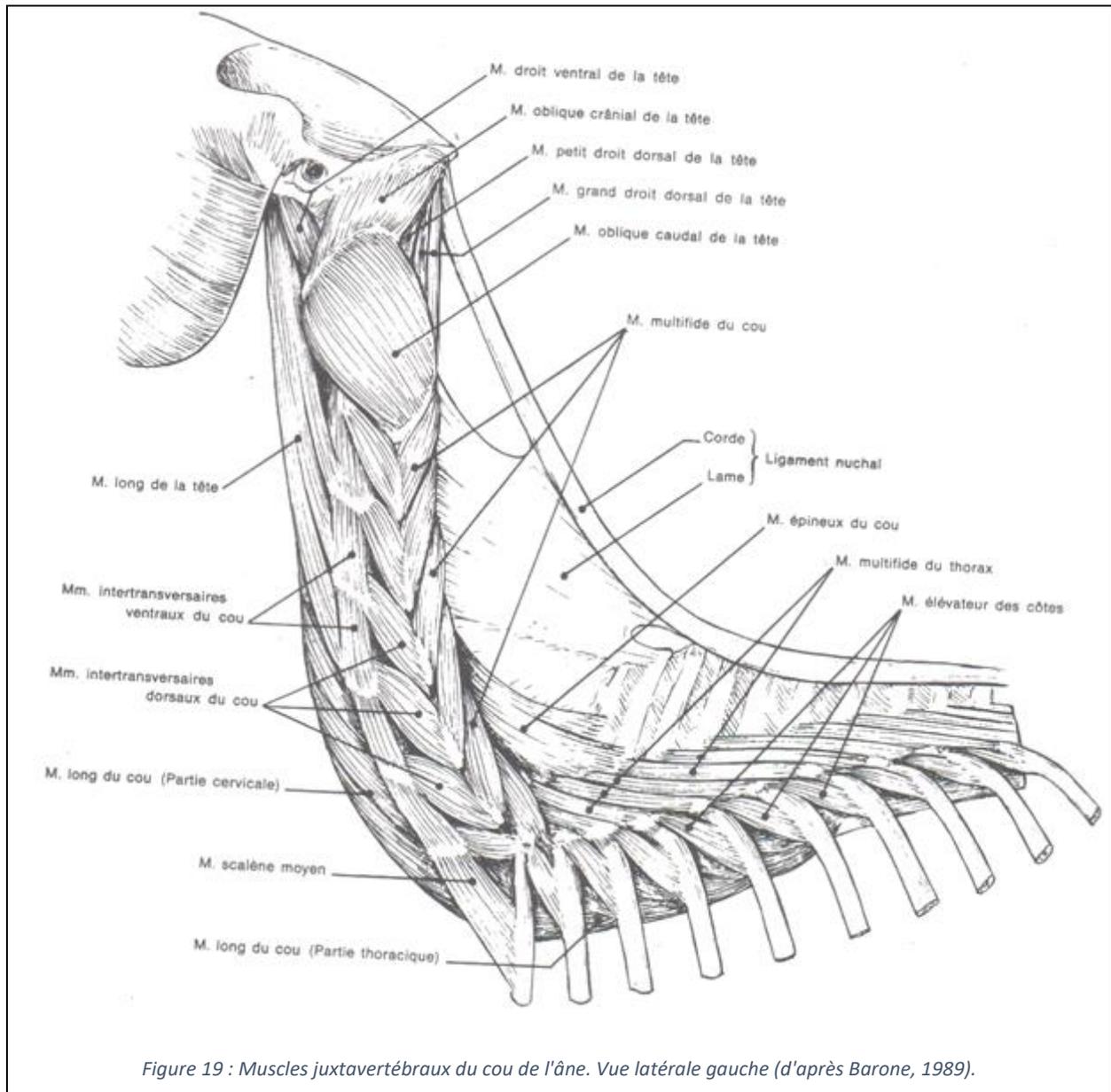


Figure 19 : Muscles juxtavertébraux du cou de l'âne. Vue latérale gauche (d'après Barone, 1989).

D. Le fascia cervical

Le fascia cervical est un vaste système fibreux qui entoure les muscles de l'encolure et affermit leur contraction. Il est subdivisé en plusieurs lames. Il existe une lame superficielle, une lame prétrachéale et une lame prévertébrale.

1. La lame superficielle

La lame superficielle est la plus étendue. Elle enveloppe la totalité du cou en formant sous la musculature cutanée un véritable manchon. Elle commence au niveau de la ligne médio-ventral et se termine dorsalement à la corde du ligament nuchal. La face superficielle est séparée de la peau par de minces muscles cutanés qui peuvent lui adhérer. La face profonde présente différents feuillets. Un feuillet passe sous le muscle sterno-céphalique et s'adosse à la lame prétrachéale. Un autre passe sous le muscle brachio-céphalique et un dernier s'étend à la face profonde du muscle trapèze pour rejoindre la corde du ligament nuchal.

2. La lame prétrachéale

La lame prétrachéale commence à l'aile de l'atlas et à la surface des muscles juxtavertébraux, entre lesquels elle prend attache aux processus transverses cervicaux. La partie crâniale rejoint l'os hyoïde et sa partie caudale couvre les muscles scalènes jusqu'au sternum. Les feuillets profonds enveloppent la face ventrale de la trachée, de l'œsophage et des glandes thyroïdes.

3. La lame prévertébrale

La lame prévertébrale est la plus profonde. Elle prend son origine sur l'os sphénoïde et couvre la partie ventrale des muscles longs ainsi que la face profonde des muscles scalènes. Elle forme avec la lame précédente une gaine conjonctivo-fibreuse complète qui enveloppe la trachée et l'œsophage.

IV. Neurologie du rachis cervical du cheval

(Boulocher, Sawaya, 2008 ; Barone 2010)

A. La jonction atlanto-occipitale

La jonction atlanto-occipitale est le lieu de passage de la moelle allongée (partie inférieure du tronc cérébral) à la moelle épinière. C'est également le lieu de convergence des méninges crâniennes et médullaires, qui enveloppent le système nerveux central. L'organisation des méninges est la même que le reste du rachis, à savoir en trois plans : pie-mère, dure-mère et arachnoïde. Ces trois plans sont plus ou moins reliés entre eux, ce qui constitue un système qui s'adapte aux mouvements de grande amplitude de l'encolure. La pie-mère se prolonge par des forams inter-vertébraux formant alors l'épinèvre des nerfs spinaux qui sont alors en relation avec les fascias musculaires superficiels et intermusculaires de l'encolure et du membre thoracique.

B. Les nerfs cervicaux

Les innervations de l'encolure, qu'elles soient motrices ou sensibles, proviennent des nerfs cervicaux. Ces nerfs cervicaux passent par les larges forams intervertébraux cervicaux. Ils sont accompagnés des artères et veines spinales.

1. Les deux premiers nerfs cervicaux

La première paire de nerf cervical (C1) passe par le foramen vertébral latéral de l'atlas. Elle a un rôle moteur pour les muscles permettant la mobilisation de la tête.

Le deuxième nerf cervical (C2) sort par le foramen latéral de l'axis. Son rôle est essentiellement sensitif pour toute la région nuchale ainsi que la gorge et l'auge.

C1 et C2 échangent des rameaux avec le ganglion cervical cranial du système nerveux autonome.

2. Les nerfs cervicaux suivants

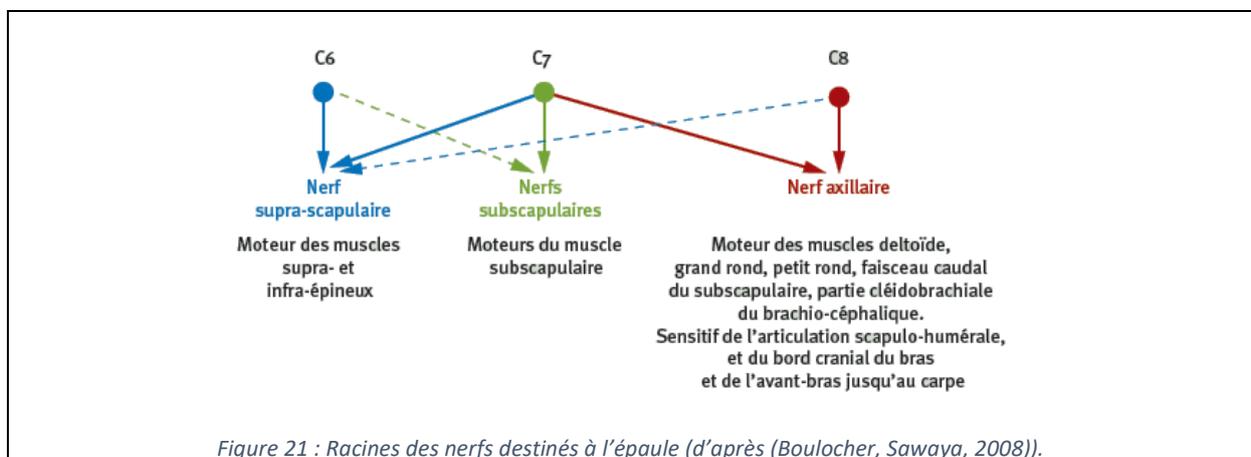
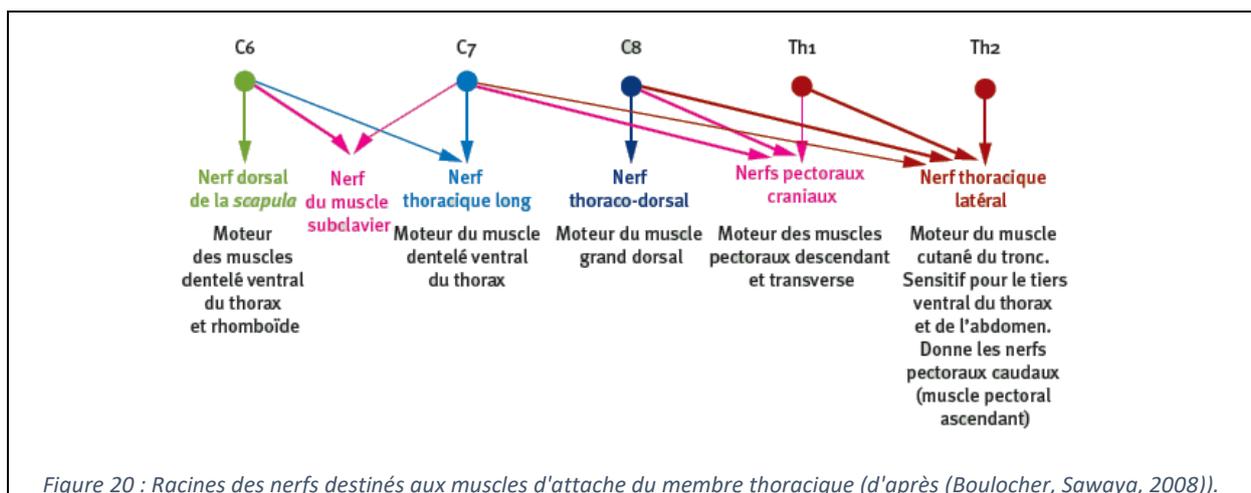
Les branches dorsales de C3 à C8 permettent la sensibilité cutanée de la région dorsale jusqu'au garrot. Elles permettent également l'extension de l'encolure en contrôlant la motricité des muscles cervicaux dorsaux. Les branches ventrales quant à elles sont sensibles pour les régions

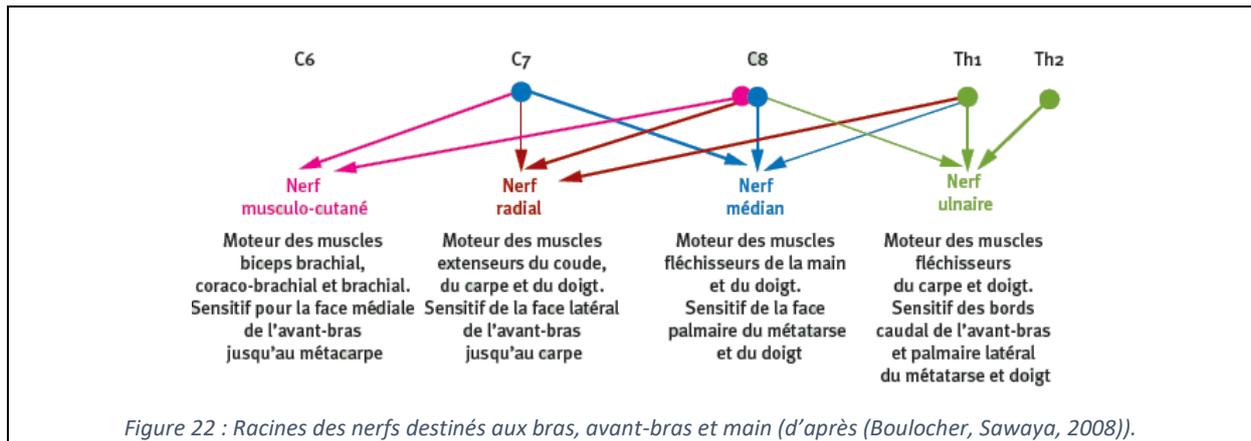
cervicales moyenne et ventrale jusqu'au garrot et la pointe de l'épaule. Elles sont également motrices et permettent les flexions d'encolure par l'innervation des muscles cervicaux ventraux.

Les branches ventrales de C6, C7 et C8 constituent en partie le plexus branchial.

La branche ventrale de C6 se divise pour former le nerf dorsal de la scapula qui innerve les muscles dentelé du cou et le muscle rhomboïde. Quant aux muscles sternocéphalique, omotransversaire, brachio-céphalique (partie cléidocéphalique) et le trapèze, ils sont innervés par le nerf accessoire. Ce dernier est issu de la onzième paire de nerfs crâniens. Le brachio-céphalique (partie cléidobranchiale) est innervé par le nerf axillaire.

Enfin, les rameaux communicants des branches ventrales des nerfs de C3 à C8 forment le nerf vertébral en s'unissant. Il traverse tous les foramens transversaires puis rejoint le ganglion cervico-thoracique (stellaire) au niveau de l'entrée du thorax.





C. Rapports anatomiques

La charnière cervico-thoracique est le support de la base de l'encolure et s'appuie sur le cadre de base d'entrée du thorax. Ses rapports avec le système nerveux autonome (ganglion cervico-thoracique), les origines du nerf phrénique (C5, C6, C7), les racines du plexus brachial en font un élément fonctionnel d'importance majeure. La charnière nuchale quant à elle, porte la tête et repose sur le segment intermédiaire. Les rapports que ces deux charnières entretiennent avec le système nerveux central et autonome sont nombreux et complexes.

Ainsi, on comprend que toute lésion cervicale peut entraîner des répercussions sur le système nerveux aboutissant à des anomalies notamment sur les membres thoraciques (boiterie) et sur le système nerveux central (ataxie).

V. Biomécanique du segment cervicale

La région cervicale et la tête constituent le balancier cervico-céphalique. C'est un élément primordial de contrôle du centre de gravité du cheval.

A. Mouvements de l'encolure par les muscles

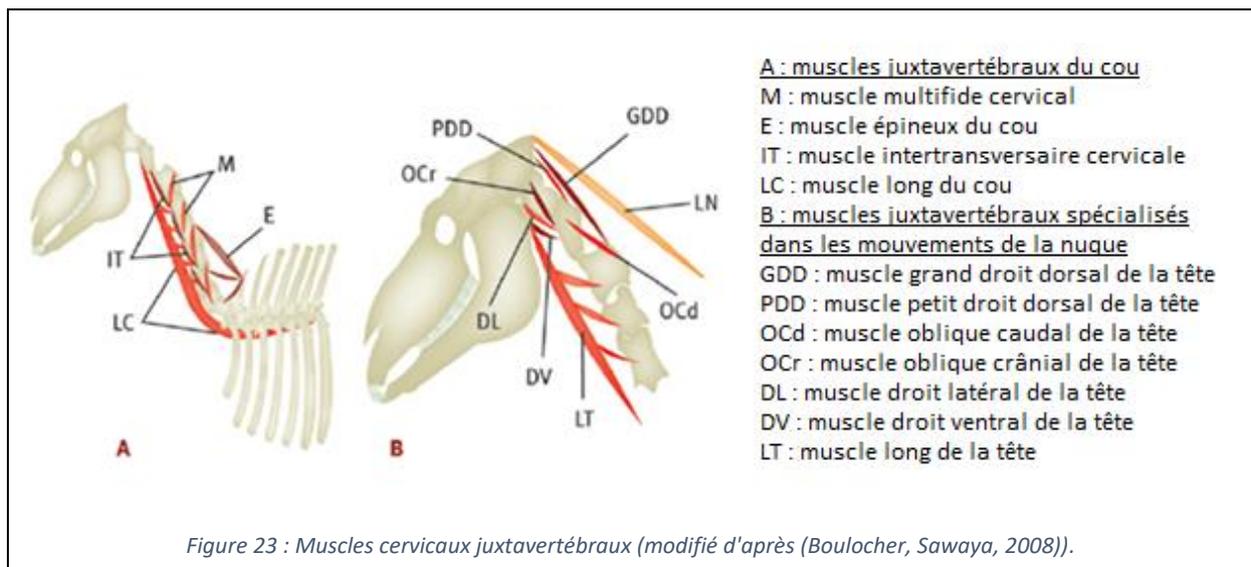
1. Les trois types musculaires responsables du mouvement de l'encolure

Les mouvements de l'encolure sont assurés par la coordination de 3 types musculaires : des muscles à bras de levier long, des muscles à bras de levier court et des muscles juxtavertébraux.

Les muscles à bras de levier long imposent le mouvement global à l'ensemble de l'encolure en extension ou en flexion.

Les muscles à bras de levier court sont situés à la base de l'encolure. Ils assurent à partir d'une base stabilisée le mouvement global de l'encolure.

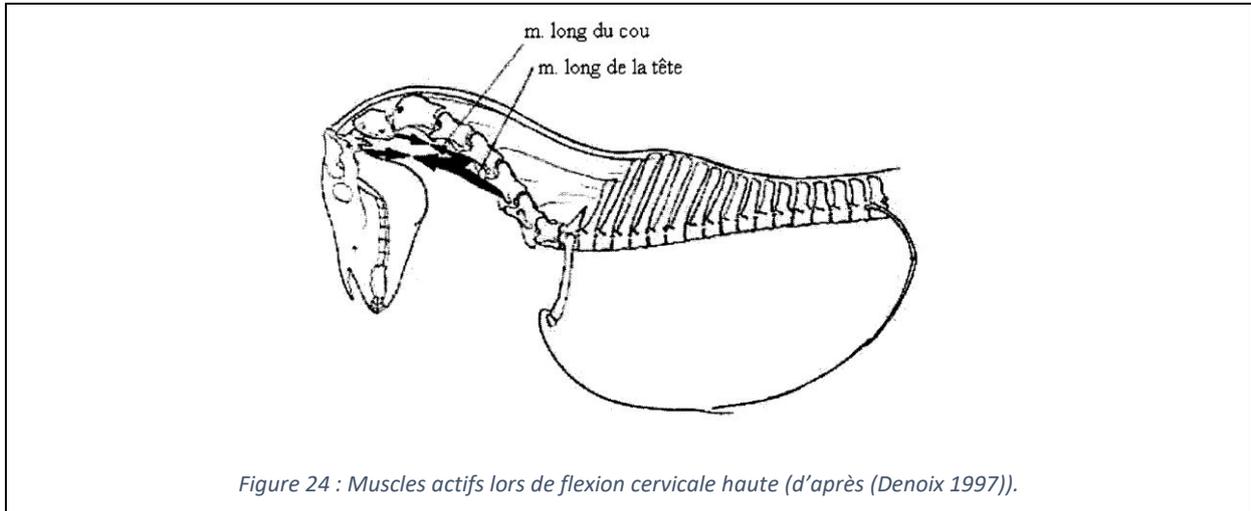
Les muscles juxtavertébraux sont disposés de façon métamérique. Ils stabilisent le rachis et permettent les réajustements posturaux au cours du mouvement. Au niveau de la charnière nucale, ces muscles correspondent aux muscles propres des articulations atlanto-occipitale et atlanto-axiale.



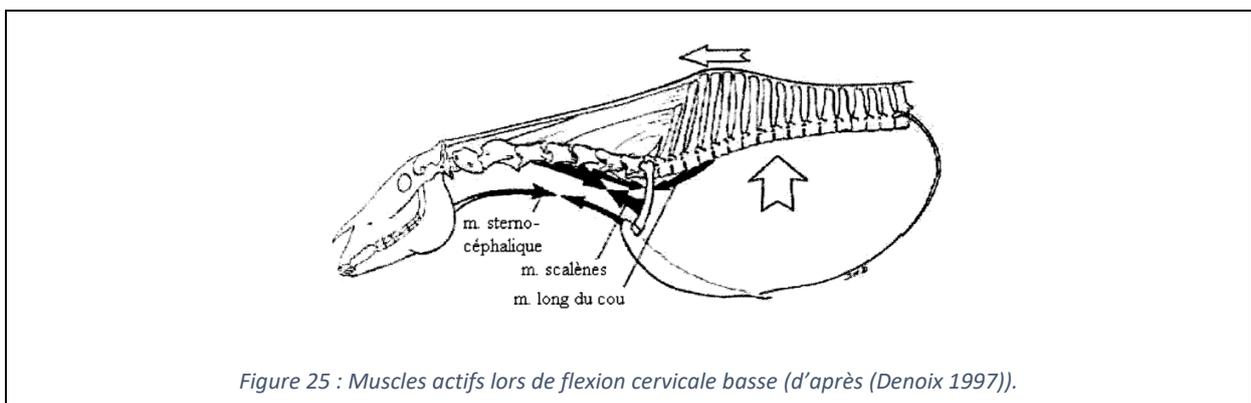
2. Les muscles dans les mouvements de l'encolure

a) Les flexions cervicales

La flexion cervicale haute résulte de la contraction concentrique des muscles long de la tête, long du cou et sterno-céphalique.

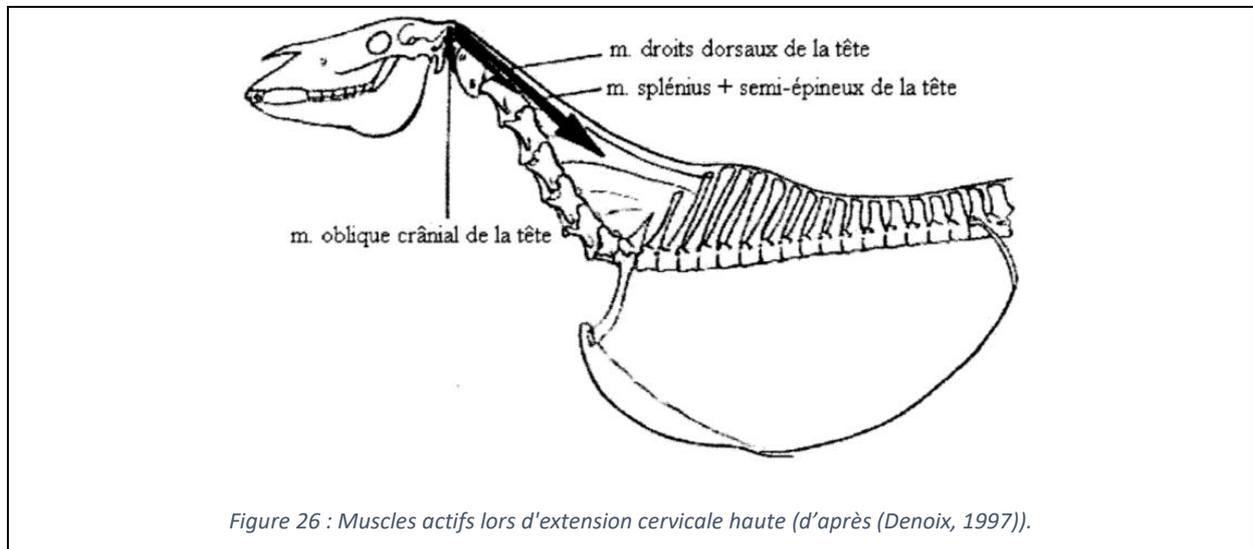


La flexion cervicale basse est due à l'action bilatérale des muscles scalènes, long du cou et sterno-céphalique. Le ligament nuchal tire les processus épineux thoraciques du garrot vers l'avant. Le ligament supra-épineux est aussi mis en tension. Ainsi les corps vertébraux thoraciques basculent, les disques intervertébraux se tassent et le segment thoracique devient rigide et peut transmettre l'impulsion assurée par les postérieurs. La flexion cervicale basse entraîne une flexion thoracique et lombo-sacrée. La flexion cervicale basse est également appelée en équitation descente d'encolure et présente un intérêt pour le cheval en dressage et en saut d'obstacle. Ainsi elle représente un excellent exercice de base de la préparation du cheval de sport.

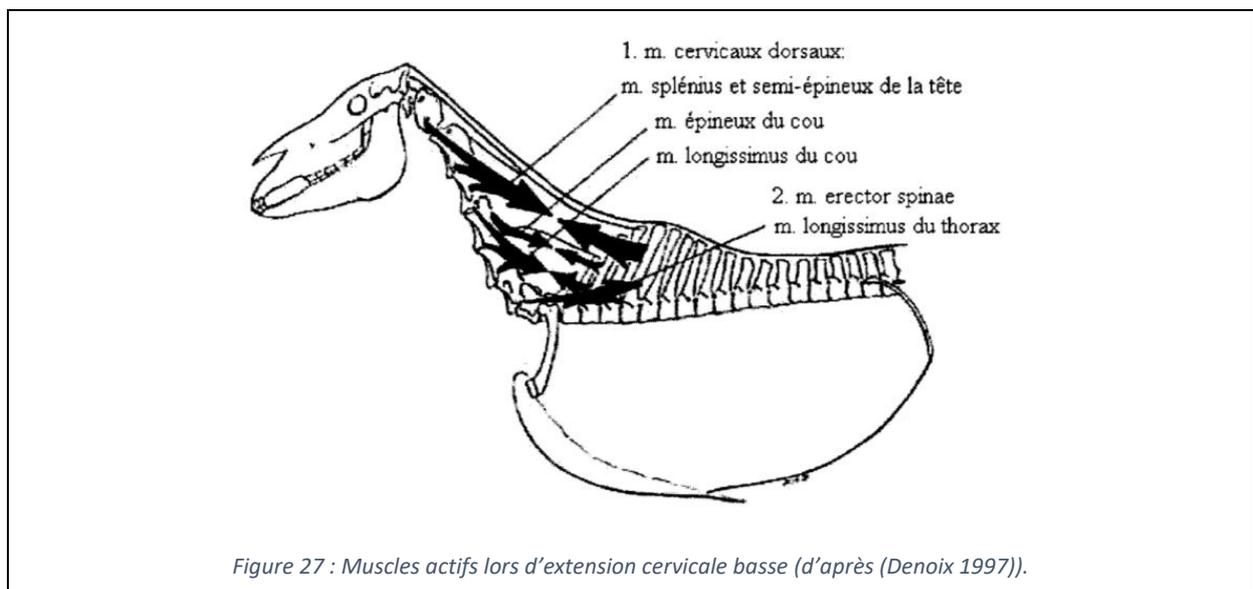


b) *Les extensions cervicales*

L'extension cervicale haute résulte de l'action des muscles splénius, semi-tendineux de la tête, longissimus de la tête, grand et petit droits dorsaux de la tête et oblique crânial de la tête.



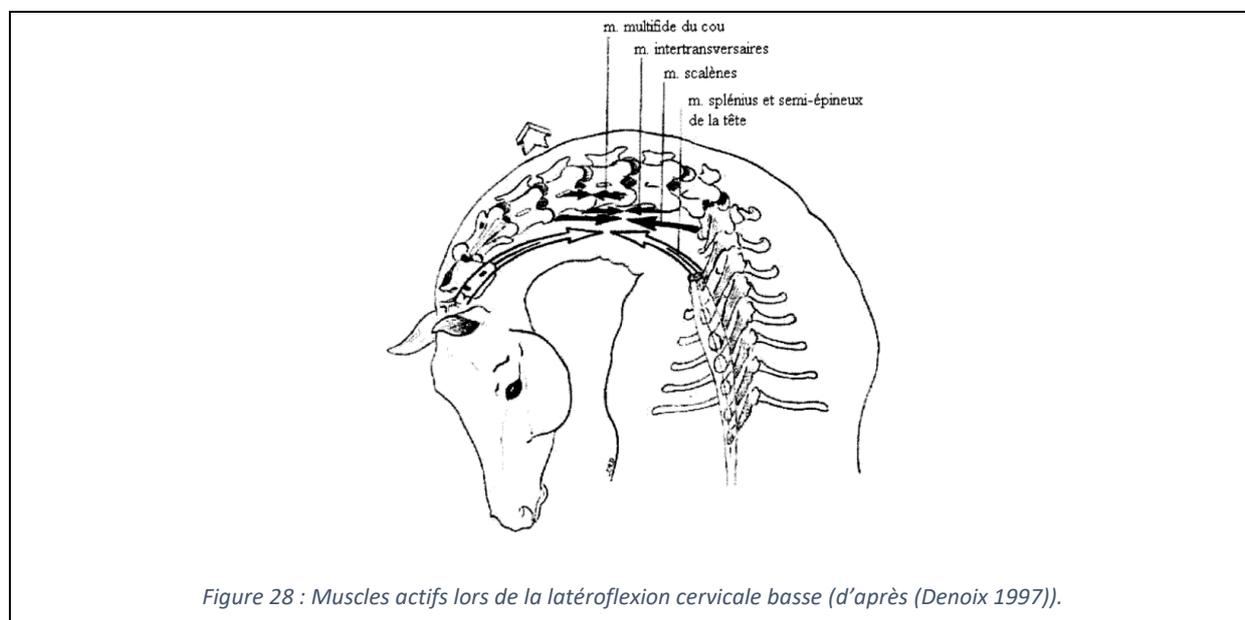
L'extension cervicale basse est principalement due à la contraction de la terminaison du muscle erector spinae de chaque côté du rachis ainsi qu'à l'action des muscles cervicaux dorsaux (muscles splénius, semi-épineux du cou, longissimus du cou et épineux du cou). Lors d'un mouvement d'extension cervicale, le ligament nuchal et le ligament supra-épineux sont relâchés, les corps vertébraux thoraciques s'éloignent tandis que les processus épineux se rapprochent.



c) *Les mouvements de latéflexion et de rotation*

La rotation et la latéflexion sont toujours associées. La latéflexion et la rotation cervicales hautes sont assurées par la contraction unilatérale des muscles obliques crânial et caudal de la tête, des muscles droits latéraux et dorsaux de la tête, des muscles splénius, semi-épineux et brachio-céphalique.

La latéflexion et la rotation cervicale basse correspondent à la contraction unilatérale des muscles cervicaux ventraux (muscles scalènes, sterno-céphalique et brachio-céphalique) et à l'action unilatérale de la majorité des muscles cervicaux dorsaux (muscles splénius, semi-épineux du cou, longissimus du cou et de la partie cervicale du muscle trapèze).



B. Mouvements du rachis cervicale du cheval

(Boulocher, Sawaya, 2008)

Les articulations intervertébrales n'autorisent que des mouvements limités permettant des mouvements de flexion (convexité dorsale de l'encolure), d'extension (encolure rectiligne) et de latéflexion (arc de cercle de côté de l'encolure).

Le segment le plus mobile s'appuie sur les moins mobiles, les zones de mobilité maximale sont des charnières vertébrales : les jonctions céphalo-cervicale et cervico-thoracique. La jonction céphalo-

cervicale est à l'origine des mouvements de la tête par rapport à l'encolure. La jonction cervico-thoracique est responsable des mouvements de l'encolure par rapport au tronc.

La zone la moins mobile correspond à une zone d'inversion de sens des courbures : passage de la courbure cervicale haute à la courbure cervicale basse au niveau de C3-C4.

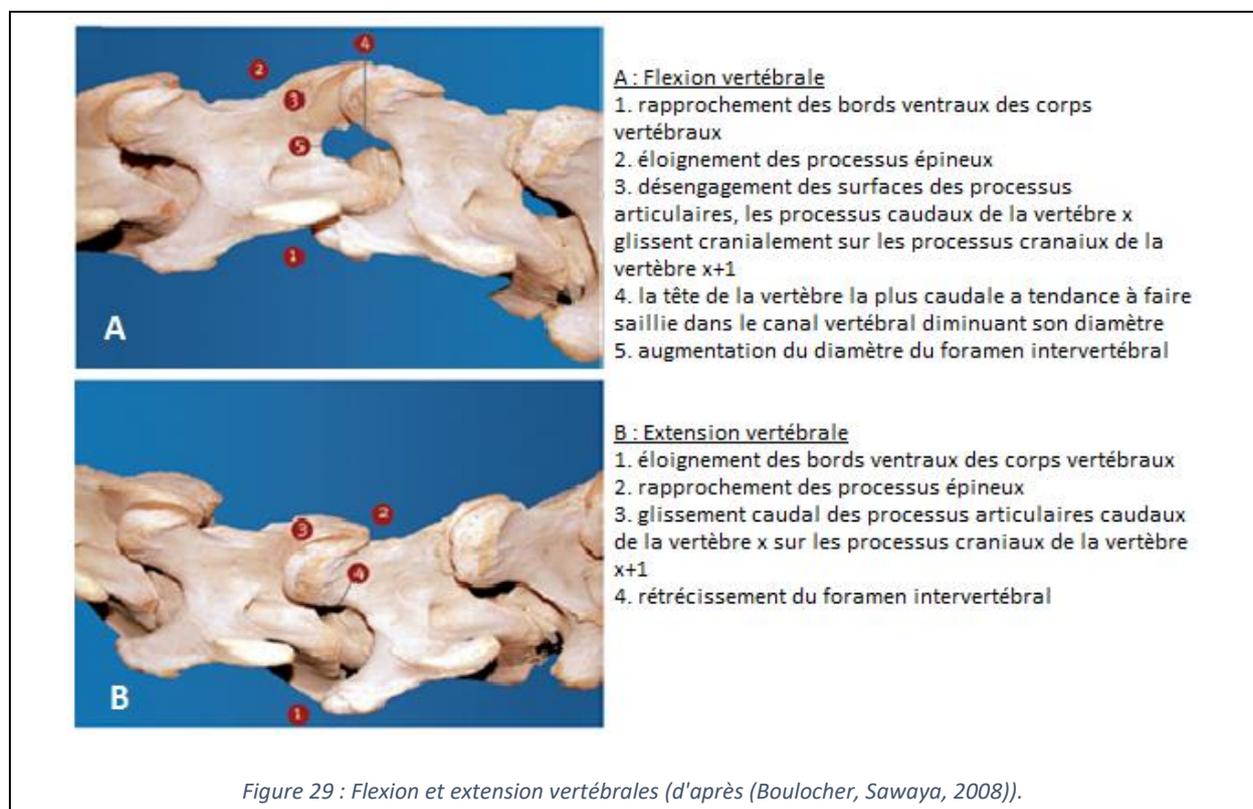
La grande mobilité de la colonne cervicale en fait la région du rachis la plus exposée aux traumatismes, faux mouvements et mauvaises postures.

1. Mobilité des articulations intervertébrales cervicales

(Clayton, Townsend, 1989)

Les articulations intervertébrales sont mobiles dans les trois plans de l'espace en flexio-extension, en latéroflexion et en rotation. Des glissements (translation) dans le sens dorso-ventral associés aux mouvements de flexion-extension et, dans le sens latéro-latéral associés aux latéroflexions sont également décrits ainsi que des mouvements de traction-compression dans le sens longitudinal.

Les mouvements présentant le plus d'amplitude ont lieu dans le plan sagittal (flexion-extension).



2. Les vertèbres cervicales dans les mouvements de l'encolure

La latéoflexion et la rotation sont toujours associées entre la deuxième cervicale et la septième cervicale, du fait de la morphologie et de l'orientation des surfaces portées par les processus articulaires cervicaux. Mais la grande flexibilité de l'encolure est surtout permise par l'addition de tous les petits mouvements intervertébraux.

L'articulation atlanto-axiale est l'articulation présentant l'amplitude en rotation axiale la plus importante, en moyenne 107.5°. L'articulation atlanto-occipitale participe également à la rotation axiale avec une amplitude maximale de 27°. Entre les autres vertèbres cervicales, la rotation axiale est limitée en moyenne à une amplitude de 3°.

Les mouvements de latéoflexion sont similaires sur l'ensemble du rachis cervicale, leur amplitude varie de 25° à 45°, sauf au niveau de l'articulation atlanto-axiale où elle est seulement de 4°.

Concernant les mouvements de flexion-extension, l'articulation atlanto-occipitale est responsable d'un tiers des mouvements de flexion-extension de l'encolure, avec une amplitude maximale de plus de 80°.

3. L'effet de l'âge sur les mouvements des vertèbres cervicales

L'âge diminue la mobilité de l'encolure. En effet, il a été mis en évidence des différences significatives entre les poulains (< 1an) et les adultes (>3ans). Les poulains ont 17.3% de plus d'amplitude de rotation axiale par rapport aux adultes, 22.0% de plus d'amplitude de flexion dorsoventrale et 18.7% de plus d'amplitude de latéoflexion (d'après (Clayton, Townsend, 1989)).

C. Biomécanique des cervicales lors de la locomotion

Le cheval possède trois allures naturelles : le pas, le trot et le galop. Une foulée est composée de deux phases : une phase d'appui (membre au contact du sol) et une phase de soutien (protraction du membre).

Au cours de la locomotion, les mouvements du balancier cervico-céphalique s'associent dans les trois plans de l'espace. Au pas et au trot, la tête décrit un mouvement vertical en atteignant son niveau maximum juste avant le poser du pied puis un mouvement d'abaissement minimale au soutènement. Cela se produit à chaque foulée de chaque membre thoracique. Au galop, l'encolure s'élève pendant

la phase d'appui du membre thoracique de la main à laquelle le cheval galope et pendant la phase de suspension qui suit.

1. Aux 3 allures

(Van Wessum, 2009 ; Tokuriki, Aoki, 1991 ; Denoix, Audigié, 2000)

a) *Au pas*

Le pas est une allure marchée, symétrique, à quatre temps égaux dans laquelle les membres arrivent successivement à l'appui. La rachis cervical est le siège de mouvements importants de flexion, d'extension et des mouvements de latéroflexion.

Tableau 1: Mobilité du segment cervical aux trois allures (modifié à partir de (WESSUM, 2009)).

Le nombre de + indique la magnitude du mouvement. Le - indique une absence de mouvement.

ALLURE	MOUVEMENT	MOBILITE DU SEGMENT CERVICAL
PAS	Dorsoventral	++
	Latéral	+
	Rotation	+/-
TROT	Dorsoventral	+
	Latéral	-
	Rotation	-
GALOP	Dorsoventral	++
	Latéral	+/-
	Rotation	-

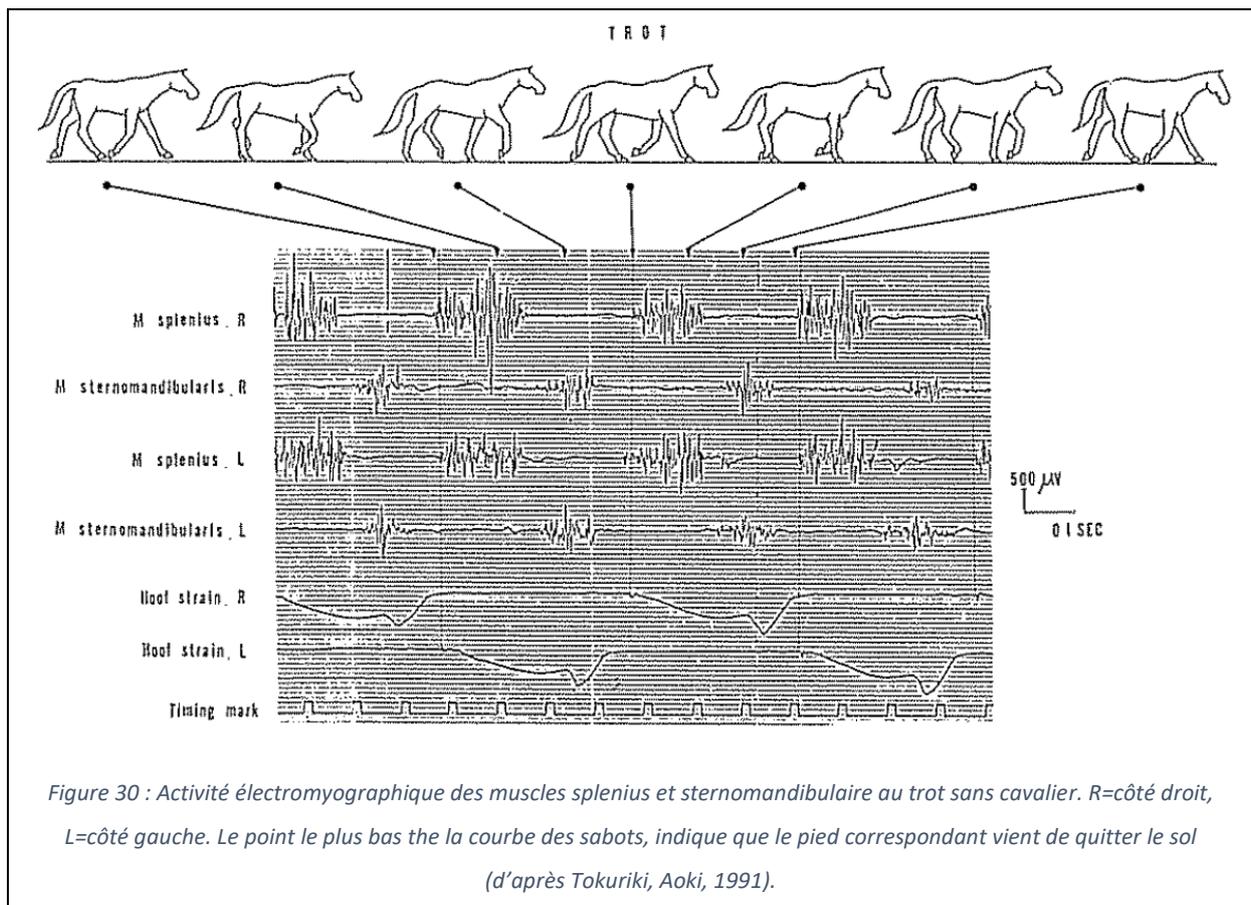
Tokuriki et al., en 1991, ont mis en lumière l'activité des muscles de l'encolure (muscles splénius et sterno-céphaliques) au pas et au trot, avec ou sans cavalier. Les muscles splénius droit et gauche agissent simultanément avant le poser de chaque membre antérieur. Ils amortissent et contrôlent l'amplitude de la flexion cervicale. Ils facilitent ainsi la protraction des membres antérieurs, assurée par les muscles brachio-céphaliques. L'action des muscles sterno-céphaliques s'oppose à celle des muscles splénius. Ils contrôlent l'extension cervicale et agissent juste avant et pendant la première moitié de la phase d'appui de chaque membre antérieur.

b) *Au trot*

Le trot est une allure sautée, symétrique, à deux temps égaux, par bipèdes diagonaux. Chaque posé est séparé du suivant par une phase de projection ou temps de suspension. Le dos reste très stable.

Les mouvements de flexion et extension sont plus importants que les mouvements de latéroflexion et de rotation.

Tokuriki et al., en 1991, ont également montré que le muscle splénius agit durant la première partie de la phase d'appui de chaque membre antérieur. Il limite le mouvement de flexion de l'encolure. Son activité est plus intense lors de l'appui du membre antérieur controlatéral. Elle est réduite lorsque l'encolure du cheval monté est abaissée à l'aide des rênes. Les mouvements de l'encolure ont une amplitude plus faible et la tension dans le ligament nuchal soutenant la tête et l'encolure est plus élevée dans ces circonstances. Les muscles sterno-céphalique quant à eux ont comme au pas, une activité réciproque du muscle splénius et contrôlent l'élévation de l'encolure.



Le muscle brachio-céphalique a une activité importante lors de la fin de la phase d'appui du membre antérieur ipsilatéral et lors de la phase de suspension. Il permet ainsi la protraction du membre antérieur ipsilatéral.

c) *Au galop*

Le galop est une allure dissymétrique, sautée, à trois temps dont une phase de projection. Il y a le galop à gauche et le galop à droite : pour chaque paire de membres (antérieurs et postérieurs), le membre directeur se pose en avant et en dernier par rapport à son membre controlatéral qui est appelé membre non directeur. Ainsi, sur le galop à gauche, le membre antérieur gauche est le membre directeur.

Les mouvements de flexion et extension dominant et ont une plus grande amplitude que dans les autres allures, même s'il existe des mouvements de latéroflexion et de rotation (tableau 1). Lors de la phase de propulsion, la flexion cervicale d'une part passive par le balancier cervico-céphalique et d'autre part active par les muscles cervicaux ventraux permet la transmission de l'impulsion à l'avant-main. Lors de la phase de projection, la colonne cervicale subit un mouvement d'extension, tandis que sur l'arrière du rachis il y a un mouvement de flexion permettant l'engagement des postérieurs.

Les muscles splénius sont actifs durant la phase d'appui du bipède diagonal. Comme au trot, ils limitent l'abaissement de l'encolure et provoquent une extension cervicale lors de la phase de suspension et lors de la phase d'appui du membre antérieur directeur.

Les muscles sterno-céphaliques ont une activité réciproque des muscles splénius. Ils ont un rôle de la fin de la phase d'appui du membre antérieur directeur au début de l'appui du membre postérieur controlatéral.

Les muscles brachio-céphaliques sont principalement actifs durant la phase d'appui du membre antérieur directeur. Ils permettent le déplacement du membre antérieur du côté opposé. Le muscle brachio-céphalique du membre directeur est actif durant la phase de projection. Cette asymétrie est liée à celle du galop.

2. Influence du port de l'encolure sur la locomotion

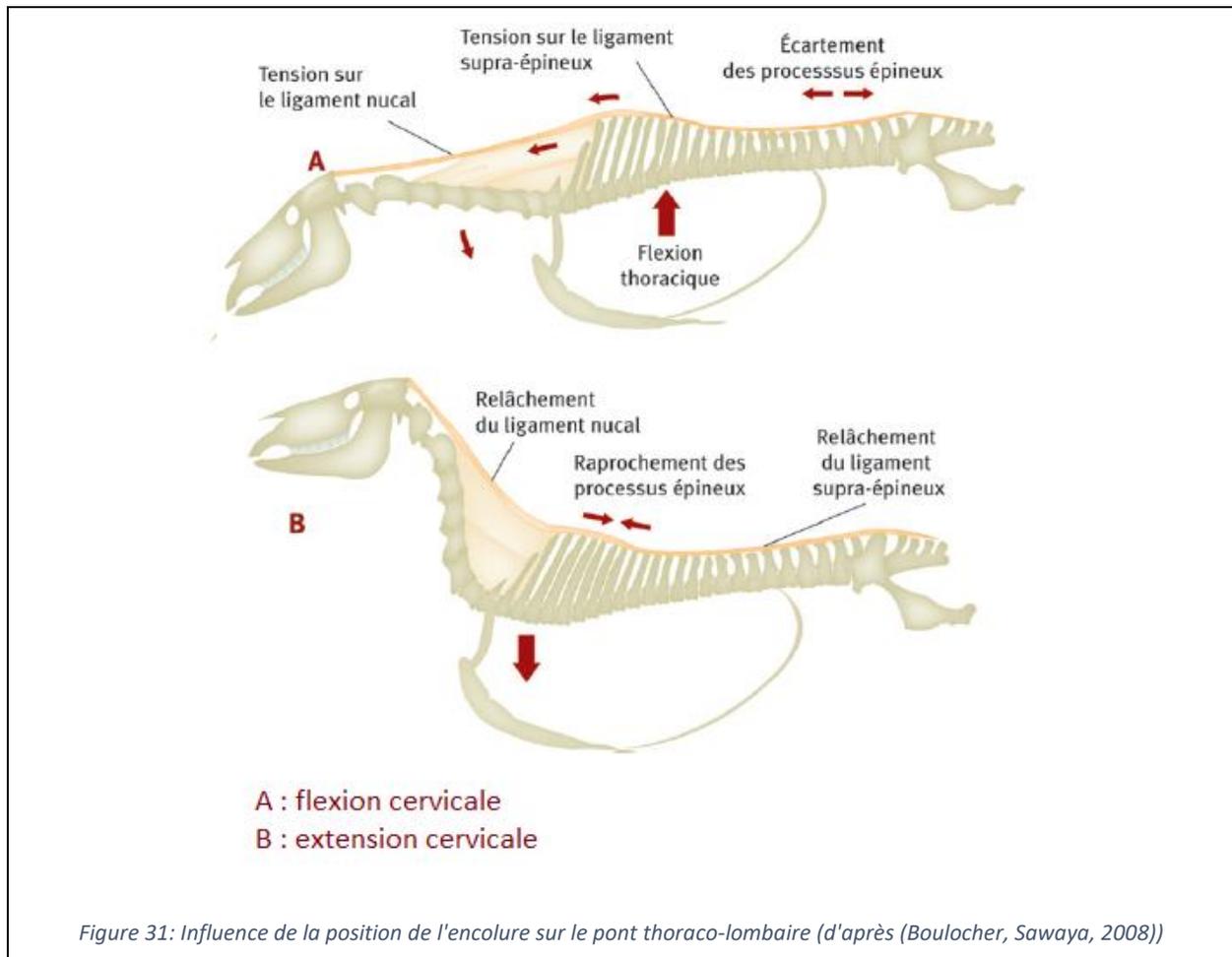
(Denoix, Pailloux, 1997 ; Gomez Alvarez, Rhodin, Bobber, Meyer, Weishaupt, Johnston, Van Weeren, 2006 ; Rhodin, Johnston, Holm, Wennerstrand, Drevemo, 2005 ; Weishaupt, Wiester, Von Peinen, Walden, Roepstorff, Van Weeren, Meyer, Johnston, 2006 ; Townsend, Leach, 1984)

a) *Abaissement de l'encolure*

Le ligament nuchal est mis en tension lors de l'abaissement de l'encolure, il est prolongé par le ligament supra-épineux. Ceci provoque un écartement des processus épineux et une flexion thoracique crâniale.

b) *Élévation de l'encolure*

Les ligaments nuchal et supra-épineux sont relâchés lors de l'élévation de l'encolure, ce qui provoque l'extension thoracique, la flexion des régions thoracique caudale et lombaire.

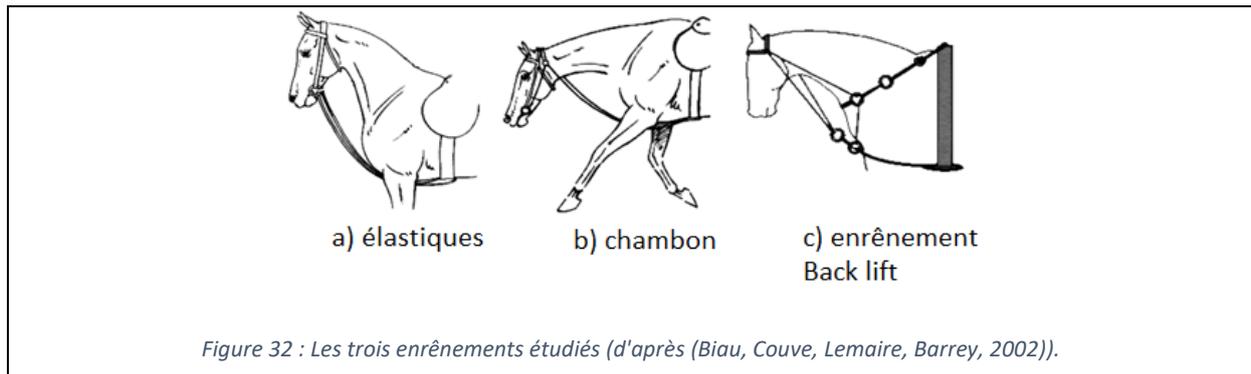


Il existe une influence significative entre la position de la tête et de l'encolure avec la mécanique du dos. Une encolure relevée provoque une extension de la région dorsale thoracique et une flexion de la région lombaire. Alors qu'une encolure basse produit l'effet opposé. Un port de tête très relevé perturbe la cinématique thoraco-lombaire et celles des membres.

3. Effets d'un enrênement sur le mouvement de l'encolure et de la tête

(Biau, Couve, Lemaire, Barrey, 2002 ; Denoix, Audigié, 2000)

L'utilisation d'une enrênement (enrênement Back Lift®, chambon, élastiques) modifie le placement de l'encolure, de la tête ainsi que l'activité des membres antérieurs et postérieurs au pas et au trot. Le chambon et l'enrênement Back Lift® ouvrent l'angle tête-encolure alors que les élastiques le ferme.



L'activité électromyographique des muscles splénus et sternocéphalique au trot permet de comprendre leur fonctionnement avec un enrênement . Le muscle sternocéphalique a lui une activité réciproque pendant la phase de suspension pour contrôler l'élévation de l'encolure.

L'abaissement de l'encolure par un enrênement réduit l'activité musculaire du muscle splénus au trot pendant la première partie de la phase de suspension de chaque diagonal. Ceci s'explique par la diminution d'amplitude de mouvement du cou à cause de l'enrênement. Ainsi que par l'attitude plus basse de l'encolure liée à une augmentation passive des structures anatomiques qui supportent la tête et l'encolure, comme le ligament nuchal.

4. Effets du cavalier sur activité musculaire de l'encolure

(Tokuriki, Aoki, 1991)

Le cavalier agit sur l'encolure par l'intermédiaire d'aides (filet, mors, enrênements), permettant de diriger, de modifier l'équilibre et de contrôler l'allure du cheval.

Tokuriki et al., en 1991, ont montré peu de différences sur l'activité du muscle splénus et du muscle sternomandibulaire avec ou sans un cavalier.

D. Biomécanique des cervicales lors d'une boiterie

(Vorstenbosh, Buchner, Savelberg, Schamhardt, Barnveld, 1997 ; Keegan, 2004 ; Kramer, Keegan, 2004)

Lors d'une boiterie d'un membre thoracique, une altération de la symétrie des mouvements de l'encolure est observée. L'encolure s'abaisse moins pendant la phase d'appui du membre douloureux (réduction de 27%) et s'élève moins après la phase d'appui (réduction de 31%). Cette asymétrie a pour conséquence un phénomène compensatoire de report de charge chez le cheval boiteux.

Partie 2 : Pathologies des articulations des vertèbres cervicales

I. Les principales pathologies

A. L'arthrose des cervicales

(Van der kraan, 2012 ; Felson, 2013)

L'arthrose correspond à une perte de la fonction articulaire, à une hypertrophie osseuse, à un remodelage osseux et à une inflammation chronique de la membrane synoviale par une dégradation du cartilage articulaire.

Les causes d'arthrose ne sont pas encore déterminées avec certitude. Néanmoins, certains facteurs peuvent être des prédispositions. L'arthrose serait due à des interactions mécaniques, biologiques et moléculaires. Les contraintes mécaniques étant la cause principale. Elles aboutissent à la dégénérescence du cartilage articulaire. Au niveau mécanique, deux grands systèmes peuvent être impliqués. Il peut s'agir d'une contrainte « anormale » sur une articulation normale ou bien une contrainte « normale » sur une articulation pathologique. Une force mécanique unique combinée avec l'âge est plus à même d'aboutir à de l'ostéoarthrose que la force mécanique seule. Il y a donc une combinaison de plusieurs facteurs qui aboutissent aux lésions d'ostéoarthrose.

Des expériences ont été menées pour montrer les conséquences d'une contrainte « anormale » sur une articulation normale. Cette contrainte anormale correspond à une force non répartie de façon uniforme sur l'articulation saine. Il peut s'agir d'une part de traumatismes chroniques, de traumatismes sportifs, de remodelage et de microfracture, d'une perte de stabilité (fractures ou lésions ligamentaires) ou encore un défaut congénital ; ce qui aboutit à une arthrose de l'articulation étudiée. Et d'autre part, à l'inflammation de tissus mous qui peuvent également engendrer de l'arthrose, qu'elle soit associée ou non à un traumatisme ou à un remodelage osseux.

Ainsi, l'arthrose est initiée par plusieurs facteurs de risque combinés à une fragilité propre du cartilage. Ce stress mécanique peut être une tension, une compression, un cisaillement ou encore un étirement.

1. Contraintes anormales sur un cartilage normal : exemple des chevaux de dressage

(Clayton, 2014 ; Hermann, 2015 ; Kienapfel, Link, Borstel, 2014 ; Borstel, Duncan, Shoveller, Merkies, Keeling, Millman, 2009 ; Van Breda 2006)

L'objectif principal de l'entraînement du cheval athlète est d'obtenir un cheval bien équilibré en harmonie avec le cavalier évoluant sans douleur, de façon déliée. La position de la tête et de l'encolure semble être une aide pour atteindre cet objectif. Néanmoins, certaines disciplines peuvent aboutir à des pathologies au niveau des cervicales par des forces anormales sur un cartilage au départ sain.

Le Rollkur est le terme désignant la position en hyperflexion de la tête et de l'encolure du cheval. Elle a été créée en 1992 par le Professeur Heinz Meyer. Il s'agit de demander au cheval de garder son encolure enroulée et le nez proche du poitrail. Cette technique a été longtemps utilisée chez les chevaux de dressage puis s'est répandue dans toutes les disciplines. Mais, cette position forcée d'hyperflexion augmente les contraintes ostéo-articulaires et ligamentaires. Le travail du cheval avec cette attitude provoque la fermeture des foramen intervertébraux ce qui est douloureux pour le cheval. Les contraintes augmentées sur le ligament nuchal peuvent aboutir à une desmrite d'insertion du ligament nuchal sur l'occiput. Au niveau des cervicales basses, de l'arthrose des processus articulaires entre C5 et C6 et entre C6 et C7 est fréquente. De plus, les ganaches du cheval sont resserrées, le larynx est tellement comprimé que son diamètre et celui de la trachée en sont réduits, ce qui peut entraîner des bruits respiratoires voire un essoufflement. La position de la tête réduit le champ de vision du cheval, situation stressante pour un animal proie. Cette méthode peut ainsi aboutir à des douleurs cervicales mais peut également conduire à une résignation de la part du cheval. Ainsi une fois le cheval résigné, le cavalier n'aura plus besoin de la force ; le cheval ne sera plus un partenaire mais agira uniquement dans la soumission. La méthode du Rollkur est une méthode alliant domination psychique et physique sur le cheval.

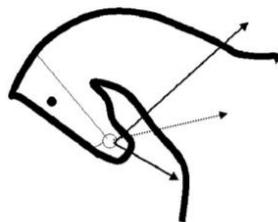
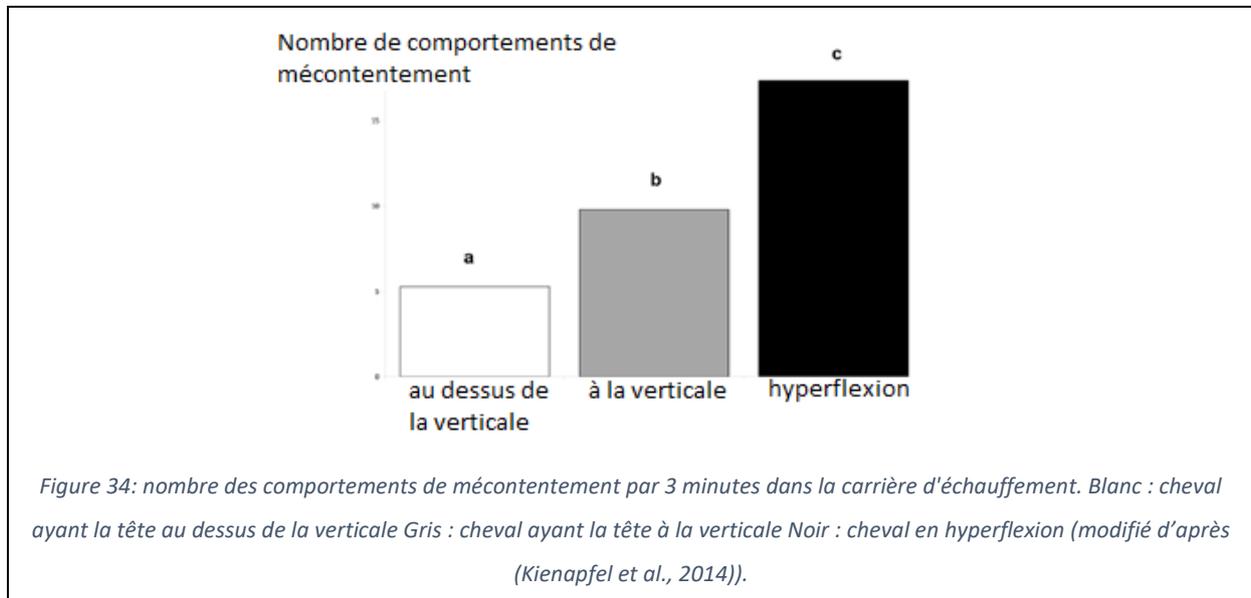
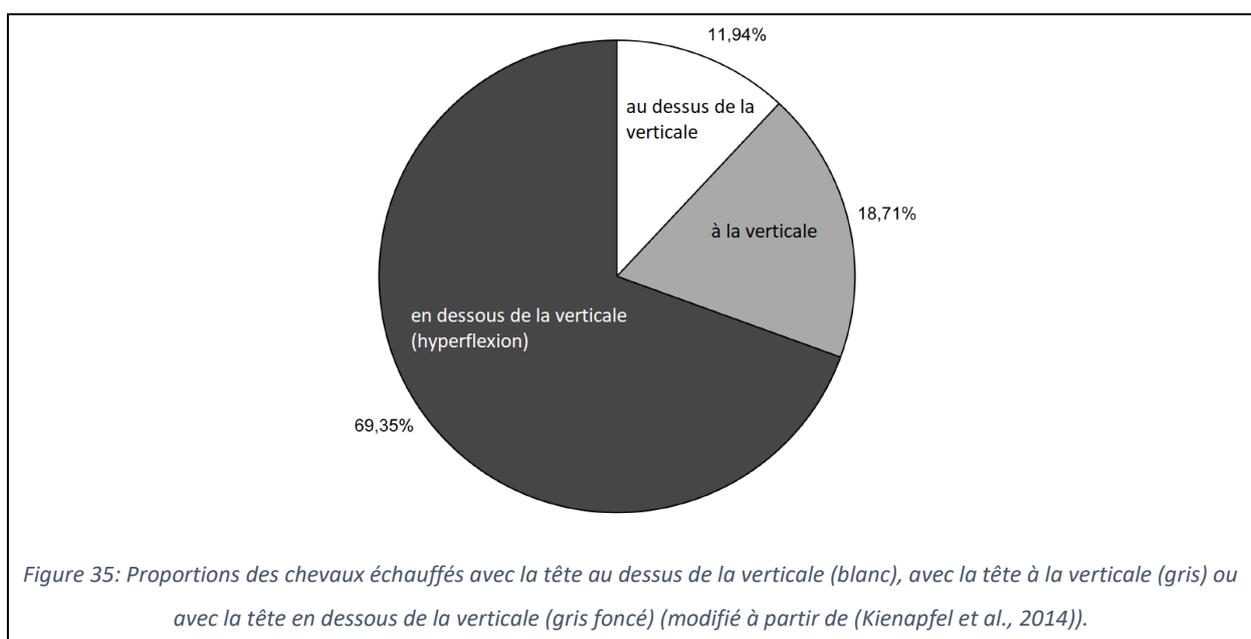


Figure 33 : Le rollkur (d'après (Borstel, Duncan, Shoveller, Merkies, Keeling, Millman, 2009)).

Une étude de 2014 a comparé le comportement des chevaux dont le port de tête était au dessus de la verticale, à la verticale ou en dessous de la verticale (hyperflexion). Dans la carrière d'échauffement lors de compétitions de dressage, il a été observé que les chevaux échauffés avec la tête au dessus de la verticale présentaient 10.6 comportements de mécontentements par 3 minutes contre 23.3 par 3 minutes pour les chevaux en hyperflexion.



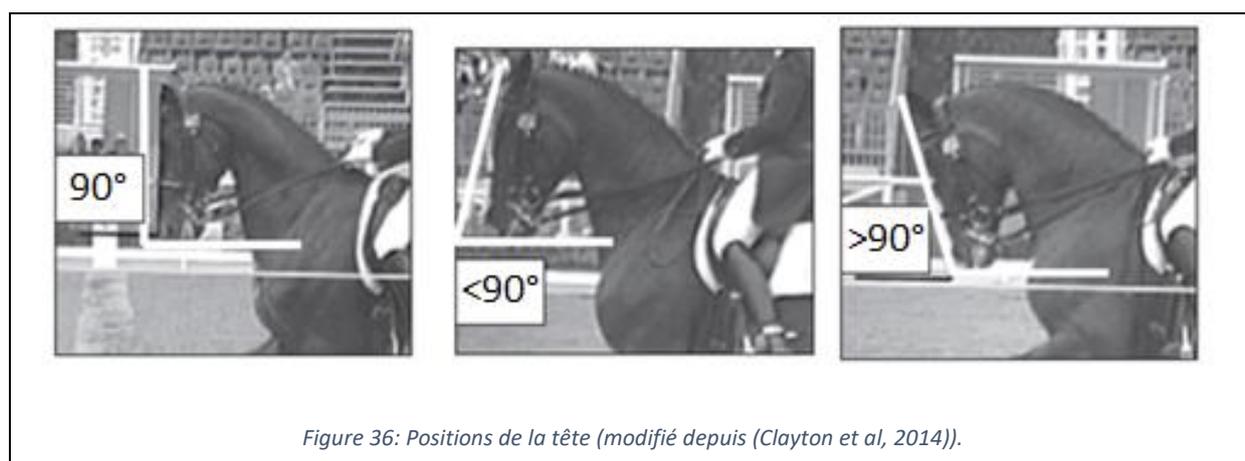
La prévalence de l'hyperflexion lors de l'échauffement est importante, près de 70% des chevaux sont échauffés en hyperflexion.



D'autre part, une fois l'échauffement terminé, la prévalence des hyperflexions diminue durant la compétition. Mais, il semblerait que les hyperflexions soient plus présentes dans les épreuves amateurs que chez les professionnels.

La fédération équestre internationale (FEI) détermine les grilles de notation pour les compétitions de dressage. Il est écrit dans l'article 101 concernant l'attitude cervicale et le port de tête que le front doit rester parfaitement vertical. L'encolure doit être la plus relevée possible. Ainsi, une position autre que celle demandée peut avoir une forte répercussion sur la note finale. Le Rollkur a été interdit par la FEI car lors de l'hyperflexion, l'encolure subit une flexion poussée à l'extrême, la tête est maintenue dans une position extrêmement basse par une forte pression des mains du cavalier. Le Docteur Michael Düe de la Fédération équestre allemande, a écrit que «L'hyperflexion est la mise en flexion excessive d'une ou de plusieurs articulation(s) qui peut entraîner des blessures». Suite à ces critiques du Rollkur et à son interdiction en compétition, les entraîneurs de dressage néerlandais ont mis en place la méthode LDR (low, deep and round). La FEI tolère cette méthode. Elle précise que la position forcée encolure enroulée et tête serré contre le poitrail est tolérée pendant 10 min maximum.

Une étude de 2014 a étudié 3 positions et port de l'encolure sur les quinze finalistes des jeux olympiques de 1992 et des jeux équestres mondiaux de 2008. Le but de cette étude était de voir si l'angle de la tête a diminué depuis les dernières années. Trois positions ont été étudiées selon l'angle de la tête avec l'horizontale : 90° , $>90^\circ$ et $<90^\circ$



Il a été montré qu'en 2008, l'angle du port de tête est $< 90^\circ$ dans 4 des figures observées (galop rassemblé, trot rassemblé, passage et piaffé) alors qu'en 1992 cela ne représentait que 2 des figures.

Ces dernières années, une prise de conscience des pathologies a permis de favoriser un port de tête plus adapté. De fait, l'hyperflexion est sanctionnée.

2. Contraintes normales sur un cartilage anormal

L'âge, le poids, les hormones ou encore une cause génétique peuvent être à l'origine d'un cartilage anormal.

a) *Influence de l'âge*

(Felson, 2013 ; Van der kraan, 2012 ; Loeser, 2011)

L'âge peut à la fois être la cause primaire de la pathologie ou bien être un facteur prédisposant. En effet, il a été montré qu'un traumatisme identique sur un animal âgé peut avoir comme conséquence de l'arthrose alors que ce ne sera pas le cas chez un jeune cheval.

Il a été montré chez l'homme que l'âge et l'obésité sont les deux facteurs de risques les plus communs.

b) *Influence du poids*

(Coggon, 2001)

Il a été montré chez l'homme une corrélation entre obésité et ostéoarthrose du genou. Le risque d'ostéoarthrose du genou augmente de 0.1% de risque pour les personnes dont l'indice de masse corporel (IMC) est $< 20 \text{ kg/m}^2$ à 13.6% pour celles ayant un IMC $> 36 \text{ kg/m}^2$. De plus, il a également été montré que si les personnes en surpoids ou obèses aboutissent à une perte de poids de 5kg ou à une réduction de leur IMC dans les normes recommandées (24.0-24.9 kg/m^2) 24% des chirurgies prévues seraient annulées.

c) *Influence des hormones*

(Sniekers, 2008)

Des études ont été réalisées pour déterminer l'influence de l'ovariectomie et d'un traitement oestrogénique sur l'apparition de l'ostéo-arthrose chez les animaux. Il a été montré d'une part une corrélation entre dégénérescence du cartilage et ovariectomie. D'autre part, les études testant l'intérêt d'un traitement avec des oestrogènes n'ont pas été concluantes dans l'ensemble. Ces études n'ont pas été réalisées chez les chevaux, mais la question de l'intérêt de l'administration d'hormones pour lutter contre le développement de l'arthrose peut se poser.

d) *Cause génétique*

(Prockop 1999)

Il a été montré chez l'homme que l'arthrose peut se produire suite à un défaut génétique lié à l'assemblage du collagène de type II.

Chez le cheval, rien n'a pour l'instant été prouvé mais cette hypothèse ne peut pas être écartée.

B. Le syndrome wobbler

(Janes JG, Garrett KS, McQuerry KJ, Pease AP, Williams NM, Reed SM, MacLeod JN ; 2014, Pujol, Mathon, 2003 ; Adam, Arnold, Ehlers, Grane, Uhlig, Recknagel, Gerlach, Schusser, 2016)

Les rapports étroits entre le rachis cervical et le système nerveux central et autonome font que toute modification morphologique ou fonctionnelle cervicale peut se répercuter sur l'ensemble de l'appareil locomoteur. L'arthrose ou des malformations cervicales chez le cheval peut être liée à des neuropathies. Il en résulte des douleurs cervicales, des signes cliniques d'incoordination ou une boiterie d'un membre thoracique.

Le syndrome Wobbler ou maladie de chien est une pathologie qui se traduit par de l'ataxie (incoordination), de la parésie (faiblesse) et/ou de la dysmétrie. Cela est due à une instabilité cervicale qui peut être statique ou dynamique et qui entraîne une compression de la moelle épinière. Selon la localisation de la lésion, une arthrodèse cervicale peut être envisagée pour stabiliser les vertèbres. Cette myelopathie cervicale est de deux types : dynamique ou statique. La compression dynamique a lieu lorsqu'il y a un mouvement de l'encolure surtout lors d'une flexion ventrale. Elle affecte généralement les jeunes chevaux de (8 à 18 mois) et touche les articulations entre C3-C4 et C4-C5. La compression statique quant à elle est caractérisée par une compression continue quelque soit la position de l'encolure. Cette forme est plus visible chez les chevaux de 1 à 10 ans. Elle touche principalement les vertèbres C5-C6. Les signes cliniques observés lors d'une compression médullaire dynamique sont surtout des faiblesses des quatre membres (de l'ataxie) alors que lors d'une compression médullaire statique on observe plus fréquemment des déficits des membres antérieurs qui sont dûs à des lésions brachiales. Enfin, l'arthrose est l'une des causes principales du syndrome Wobbler.

La déficience neurologique observée lors de compression médullaire dynamique est classée par un scoring de 0 à 5 qui analyse la démarche ataxique.

Tableau 2 : Scoring de l'ataxie lors d'une compression médullaire (d'après (Adam, Arnold, Ehlers, Grane, Uhlig, Recknagel, Gerlach, Schusser, 2016)).

Score	0	1	2	3	4	5
Ataxie	Absente	Légère	Modérée	Evidente, augmentée dans les descentes	Tombe presque pendant le mouvement	Animal couché

La compression médullaire est une pathologie multifactorielle qui implique génétique, nutrition, altérations, ratios de zinc, croissance rapide et traumatismes. En début d'évolution, les signes cliniques peuvent être discrets, souvent une baisse de performance, une boiterie d'origine inconnue ou des problèmes d'équilibres. L'apparition de l'ataxie peut être favorisée par l'entraînement ou être la conséquence d'une chute ou d'un traumatisme. Le cheval ne semble pas avoir conscience de la position de ses membres. On peut noter à l'arrêt une augmentation du polygone de sustentation. En mouvement, les signes d'ataxie sont souvent plus marqués sur les membres postérieurs. Les cas très avancés peuvent présenter des anomalies sur les membres antérieurs ou encore une tétraparésie ataxique allant jusqu'au décubitus. En mouvement, on observe des foulées plus longues dues à un retard à la protraction des membres. On peut également observer un affaissement léger de l'arrière main. De plus, des mouvements de circumvolutions des postérieurs peuvent être observés.

Le diagnostic est posé par l'observation de signes cliniques caractéristiques et par un examen radiographique ou un IRM des cervicales.

II. Diagnostic des pathologies cervicales

A. Examen clinique et commémoratifs

(Henson, Kidd, 2009)

Une atteinte des cervicales est suspectée lorsque des chutes, des incoordinations ou encore des mouvements locomoteurs anormaux sont rapportés par le cavalier. Il faut également y penser lorsqu'un traumatisme de la région cervicale est rapporté.

A l'examen clinique statique on peut observer une amyotrophie cervicale ou encore une asymétrie de l'encolure. Une douleur à la palpation cervicale ou de la nuque peut être mise en évidence. Le cheval cherche à se retirer, relève ou abaisse la tête, ou se déplace pour fuir la pression de la main. A la

mobilisation des cervicales on peut observer une diminution de l'amplitude de latéroflexion de l'encolure.



Figure 37: Photographie montrant l'examen des cervicales d'un cheval à l'aide d'un bol d'aliment (d'après (Henson, Kidd, 2009)).

B. Imagerie

1. Radiographie

(Dyson, Whitwell, 1987 ; Down, Henson, 2009 ; Withers, Voûte, Hammond, Lischer, 2009)

La radiographie est indiquée lorsque l'on détecte des anomalies aux examens cliniques, orthopédiques ou neurologiques telles que de l'ataxie, une posture de tête anormale, une atrophie musculaire, une douleur à la palpation des cervicales ou encore lors d'une boiterie des membres antérieurs. Plusieurs types d'anomalies sont identifiables sur les différents segments cervicaux.

a) *Technique radiographique*

L'examen radiographique des cervicales se réalisent sur cheval debout sédaté ou non. Il permet une projection uniquement latérale à droite ou à gauche. Les incidences radiographiques des parties crâniale et moyenne de l'encolure peuvent se faire avec un appareil radiographique portable. Par contre, pour la portion caudale de l'encolure (notamment pour C7), il faut un générateur plus puissant sauf sur les équidés de petite taille où là encore un générateur portable suffit. Les facteurs d'exposition se règlent de 65 kV et 40 mAs pour la partie crâniale jusqu'à 80 kV et 65 mAs pour la partie caudale de l'encolure d'un cheval de 500 kg. Pour objectiver l'alignement des vertèbres cervicales, il est utile d'utiliser de grandes cassettes de 43 cm de longueur et 35 cm de largeur. Ceci permet de

visualiser au moins 3 vertèbres à chaque prise. Trois voire quatre projections latéro-latérales sont réalisées.



Figure 38: Position des cassettes pour les trois clichés latéro-latérales des vertèbres cervicales (d'après (ONIRIS)).

Le cliché le plus crânial est centré sur C2 et permet d'observer également la région occipitale. L'utilisation d'une grille n'est pas forcément nécessaire pour ce cliché. Le deuxième cliché chevauche le précédent. Cela permet d'observer C3, C4 et C5. Il est nécessaire d'utiliser une grille pour les chevaux de plus de 400 kg ou pour les poneys à grosse encolure. Le dernier cliché est centré en avant de l'épaule. Il permet de voir les vertèbres C5, C6, C7 et T1. Dans certains cas, il peut être intéressant de reculer le membre antérieur afin de diminuer l'épaisseur des tissus superposés aux vertèbres. Il est nécessaire d'utiliser une grille pour une visualisation optimale. Une flexion passive de l'encolure peut accentuer sur un cheval sédaté une subluxation observée sur une projection latérale. De plus, il peut être nécessaire de réaliser des clichés avec incidence oblique pour visualiser les processus articulaires. La cassette est alors placée du côté supposé affecté avec un angle de 30° vers le haut. Le générateur est à soulever et à placer à 30° de l'horizontale. Les paramètres d'exposition diffèrent en fonction des clichés.

Tableau 3: Facteurs possibles d'exposition pour les clichés radiographiques des cervicales d'un cheval adulte de 500kg à une distance entre le générateur et la cassette de 60 cm (d'après Clinique equine de l'ENVT).

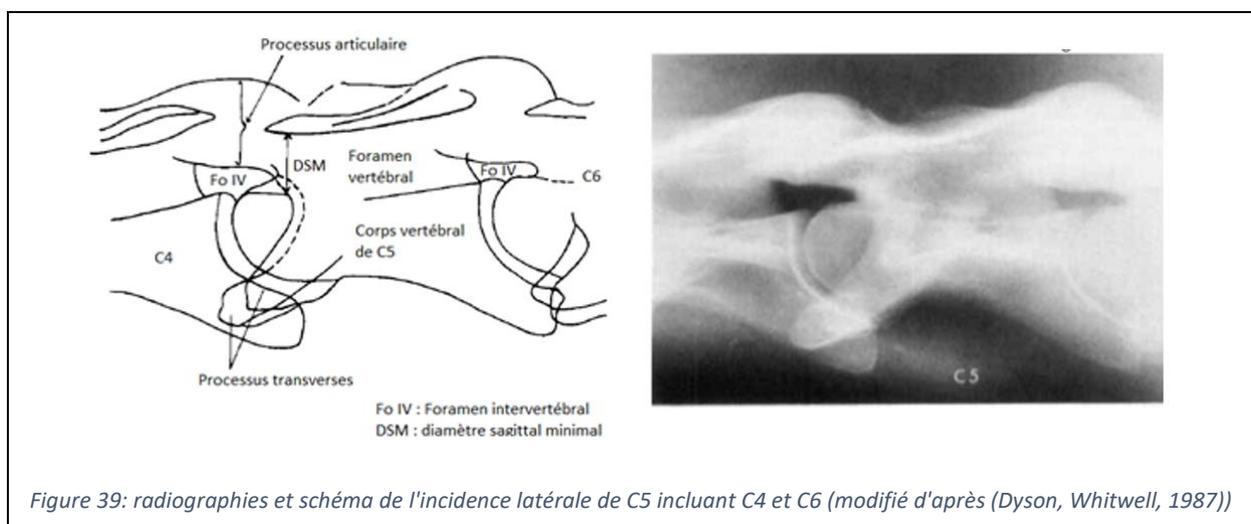
Incidences	Cervicales hautes	Cervicales moyennes	Cervicales basses	Obliques
kV	80	85	96	75
mAs	20	32	125	50

Si des vues radiographiques ventrodorsales sont nécessaires, l'anesthésie générale du cheval doit être réalisée. Le cheval doit être placé en décubitus dorsal. Néanmoins, même avec un générateur puissant il est difficile d'obtenir des radiographies de qualité après C5 en raison de l'épaisseur des tissus mous.

Une fois le cliché réalisé il faut vérifier la qualité de l'image. Deux paramètres doivent être vérifiés : la qualité de l'image et la position. Pour permettre une visualisation des processus latéraux et des productions osseuses éventuelles il faut peu de contraste. La position est observée par la superposition des processus latéraux et l'espacement entre les corps vertébraux.

b) Anatomie radiographique normale des cervicales : images de référence

L'anatomie des vertèbres cervicales présentée dans la partie précédente est retrouvée. Les foramen vertébraux en se succédant forment le canal vertébral. Ce dernier a tendance à être plus étroit dans la région moyenne que dans les régions crâniale et caudale. Pour chaque vertèbre, le canal vertébral apparaît approximativement de forme rectangulaire. Son diamètre sagittal minimal peut alors être directement mesuré par radiographie.



A la naissance, les épiphyses crânial et caudal sont présents aux extrémités de C3 à C7 (figure 31). La fermeture des physes vertébrales est un processus lent qui varie selon les individus. La fermeture de la physe crâniale commence ventralement et est complète radiographiquement deux ans après la naissance. La physe caudale reste ouverte jusqu'à l'âge de 4 ou 5 ans, sa fermeture commence dorsalement.

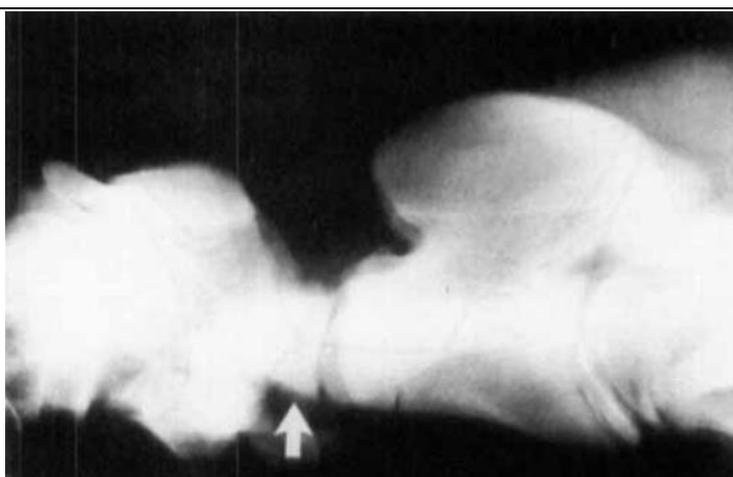


Figure 40: Radiographie d'incidence latéral des vertèbres cervicales crâiales d'un poulain de 6 semaines. Les épiphyses crâniale et caudale ne sont pas fusionnées. Le centre d'ossification de C2 (flèche) est ouvert.

Les vertèbres de C3 à C5 ont une apparence similaire. Il faut donc compter à partir de C2 ou de C6 pour les identifier. La sixième vertèbre cervicale diffère des précédentes par une taille plus courte que les vertèbres précédentes et par son processus transverse plus large en forme de « carène de bateau » (figure 32). De plus, les processus ventraux de C6 présentent de petits centres d'ossification au niveau de leur limite caudale qui ne doivent pas être confondus sur la radiographie avec un trait de fracture. Enfin, il existe une variation possible d'un ou des deux processus ventraux, ils peuvent être transposés à C7. Dans ce cas, l'image radiographique de C6 ressemblera à celle de C5. C7 est plus courte cranio-caudalement et présente des processus transverses plus courts.

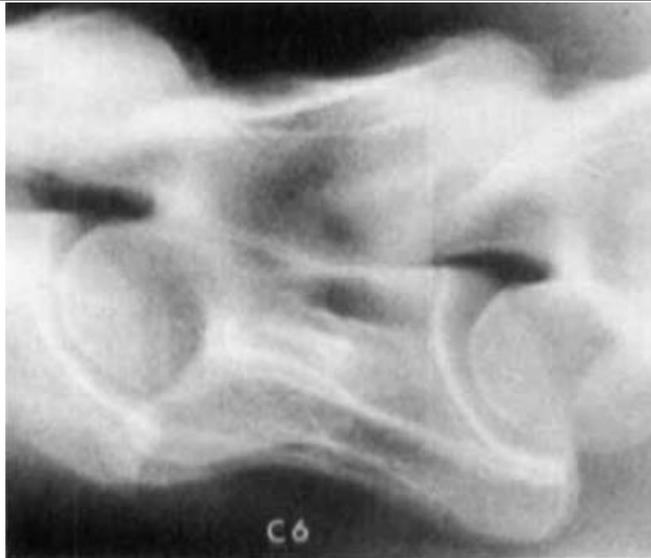


Figure 41: Vue latérale de C6 d'un cheval adulte. La configuration particulière du processus ventral en carène de bateau est visible (d'après (Dyson, Whitwell, 1987)).

En position physiologique de port de l'encolure, une incurvation légère est observée sur les vertèbres. On observe une convexité dorsale et une concavité ventrale. Néanmoins, lors d'hyperflexion, des subluxations physiologiques peuvent être observées en C2-C3 ou en C3-C4. Le diamètre sagittal est alors réduit sans conséquence clinique.

c) Anomalies radiographiques du segment cervical

Les vertèbres cervicales et leurs facettes peuvent présenter des anomalies à la naissance ou bien subir des changements. Ces remodelages sont influencés par des stress biomécaniques et la vitesse de renouvellement osseux.

(1) Anomalies du canal vertébral

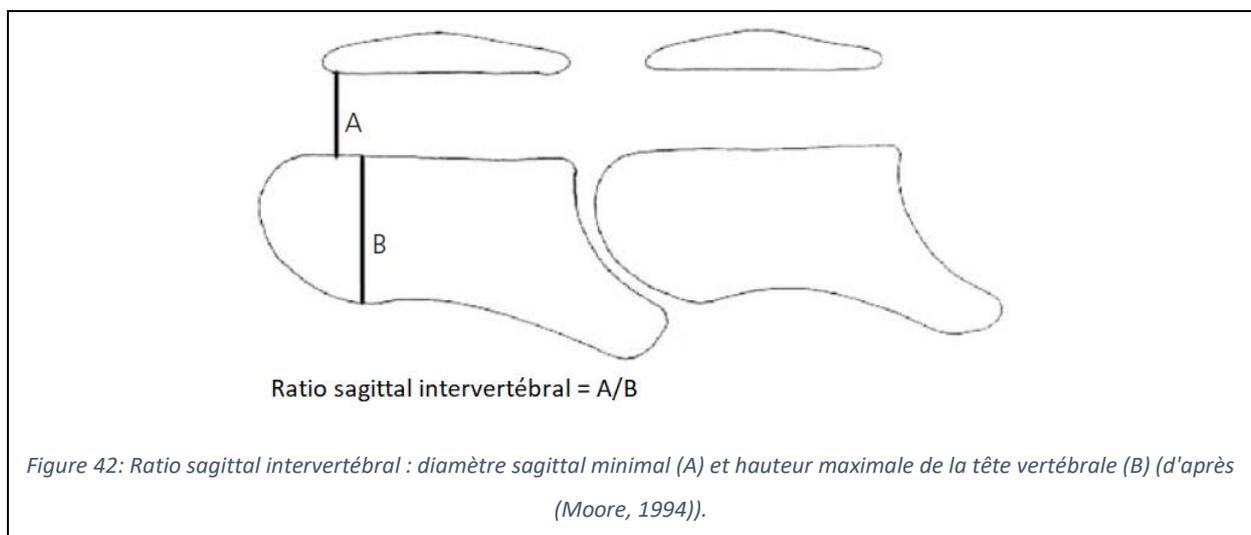
Ces anomalies cervicales peuvent causer ou prédisposer à une compression de la moelle osseuse et aboutir à de l'ataxie. La principale affection du canal vertébral est la sténose. Il s'agit d'une réduction du diamètre du canal sagittal entre C3 et C7. Elle induit des lésions et des symptômes de myélopathie cervicale compressive. Il existe deux types de sténoses : anatomique ou dynamique.

(a) La sténose anatomique

(Hudson, Mayhew, 2005 ; Mayhew, 1993 ; Van Biervliet, Scrivani, Divers, Erb, Lahunta, Nixon, 2004)

La sténose anatomique est due à des lésions cervicales identifiables par radiographie. Ces clichés radiographiques sont réalisées en position neutre sans mouvements forcés. Les 5 critères suivants permettent d'objectiver une sténose :

- une réduction du diamètre sagittal minimal du canal vertébral. Une étude de 1994 a mis en place un ratio permettant d'objectiver une sténose du canal vertébral. Il s'agit de faire le ratio entre le diamètre sagittal minimal et la hauteur crâniale maximale de la tête vertébrale (figure 33). Chez les chevaux de plus de 320 kg, on considère que le ratio sagittal doit être supérieur à 0.5. Les chevaux dont le ratio est inférieur à 0.5 présentent une sténose du canal vertébral. Une compression médullaire est alors à considérer et à confronter à l'examen clinique. Ce test possède une sensibilité et une spécificité proche de 90%. Pour d'autres auteurs, la limite de ce ratio est de 0.52 de C3 à C6 et de 0.56 en C6-C7 pour de mêmes valeurs de sensibilité et spécificité.



- un malalignement de deux vertèbres cervicales consécutives en régions cervicales haute et moyenne. Cette atteinte touche plus fréquemment les vertèbres C3-C4. Dans cette zone, la colonne vertébrale présente une courbure physiologique. Un défaut d'alignement se caractérise par une subluxation dorsale des vertèbres due à :

- un prolongement caudal de l'arc dorsal de la vertèbre la plus crâniale
- un méplat ventral du disque intervertébral
- un remodelage osseux dorsal de la fosse vertébrale de la vertèbre la plus crâniale (image caractéristique en tremplin)
- arthropathie synoviale intervertébrale épi-axiale (rare)

- un prolongement caudal de l'arc dorsal. Cela induit une subluxation intervertébrale dorsale avec la vertèbre suivante. Il y a alors un risque de compression de la moelle épinière entre ce prolongement et la tête de la vertèbre suivante pendant les mouvements de flexion d'encolure.

- un remodelage osseux dorsal de la fosse vertébrale (image en tremplin). Le diamètre dorso-ventral est alors réduit ce qui peut aboutir à une compression médullaire. On observe parfois une dysplasie de la tête vertébrale suivante.

- une arthropathie synoviale intervertébrale épi-axiale. Dans le cas de remodelages et de remaniements osseux des processus articulaires peuvent aboutir à une modification des parois dorso-latérales du canal cervical, ce qui peut entraîner une compression médullaire.

Une étude de 1993 a mis en place un scoring semi-quantitatif sur des poulains de course de moins de 1 an. La mesure du diamètre sagittal minimum est corrigé par la longueur du corps vertébral de la vertèbre correspondante. Les 5 critères précédents sont évalués et un score leur est attribué. Ce score peut aller jusqu'à 35. Il est établi qu'un score de plus de 12 aboutit à un diagnostic de sténose du canal vertébral.

(b) La sténose mécanique

La sténose mécanique est mise en évidence par des clichés radiographiques avec mise en contrainte de l'encolure. Le plus souvent, ces clichés sont réalisés lors d'une myélographie.

(2) Anomalies des articulations synoviales intervertébrales épi-axiales

Les arthropathies synoviales intervertébrales épi-axiales sont fréquentes chez le cheval. Sur les clichés radiographiques, on peut identifier plusieurs types de lésions associées à cette pathologie :

- une hypertrophie des processus articulaires. Sur les incidences radiographiques de profil, on observe une hypertrophie crânio-caudale ou dorso-ventrale des processus articulaires. Ce qui peut conduire à une compression de la moelle épinière.

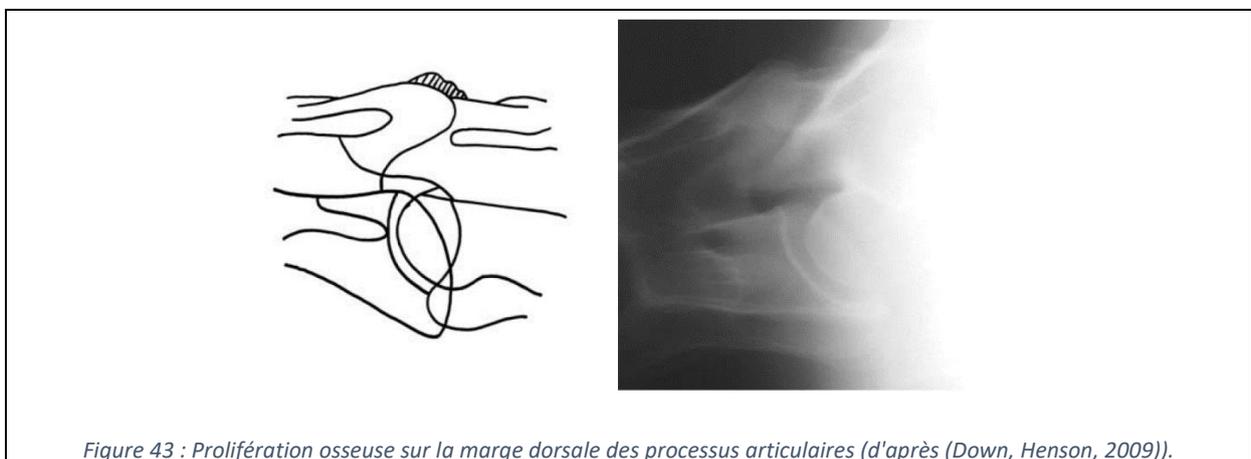


Figure 43 : Prolifération osseuse sur la marge dorsale des processus articulaires (d'après (Down, Henson, 2009)).

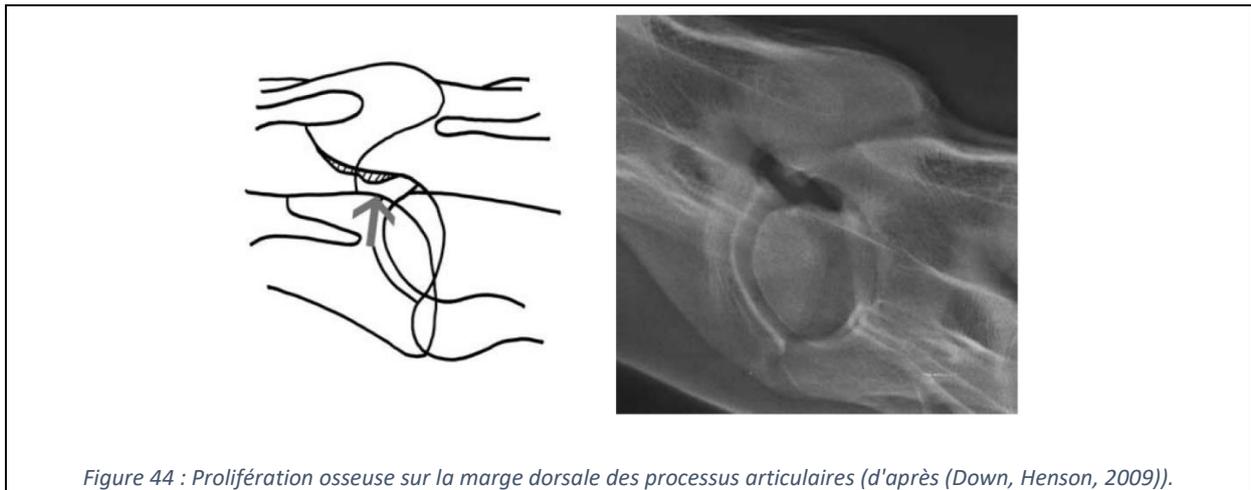


Figure 44 : Prolifération osseuse sur la marge dorsale des processus articulaires (d'après (Down, Henson, 2009)).

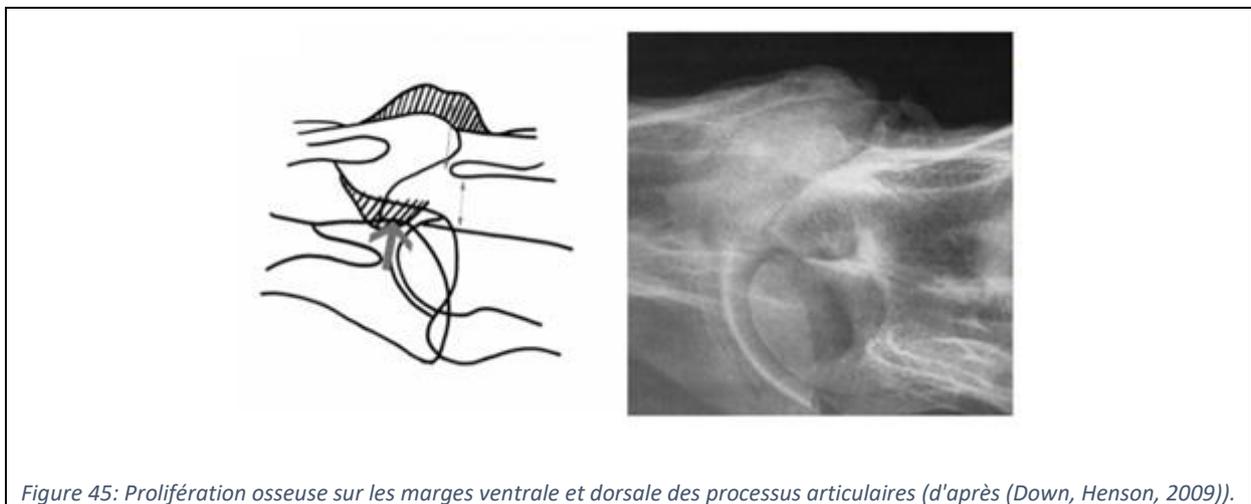


Figure 45: Prolifération osseuse sur les marges ventrale et dorsale des processus articulaires (d'après (Down, Henson, 2009)).

- des remodelages péri-articulaires
- des remaniements osseux sous-chondraux
- une ostéolyse due à une compression synoviale chronique. Ceci est due à une augmentation de la pression articulaire liée à une synovite chronique. Il y a alors des images radiotransparentes au niveau des articulations synoviales intervertébrales épi-axiales.
- une dysplasie des processus articulaires. Il s'agit d'un défaut de conformation qui entraîne un élargissement et une position anormale de l'espace articulaire.
- une fragmentation ostéochondrale des processus articulaires. Un nodule osseux au sein de l'articulation intervertébrale épi-axiale est observé.

- une fracture des processus articulaires

(3) Anomalies des disques intervertébraux

L'épaisseur des disques intervertébraux cervicaux présente une grande variabilité interindividuelle. Pour objectiver une lésion il faut donc la comparer avec les disques adjacents. En effet, leur épaisseur est stable globalement sur l'ensemble de la colonne. Ces lésions des disques intervertébraux sont fréquentes chez le cheval. Les lésions observables sont :

- un amincissement ventral du disque intervertébral. Cette lésion est souvent sans conséquence clinique dans la région cervicale haute. Par contre elle est beaucoup moins bien tolérée dans la région basse car elle peut être associée à une hernie discale.

- un amincissement central ou dorsal du disque intervertébral. Souvent associé en région cervicale basse à un malalignement vertébral ou à une arthropathie synoviale intervertébrale épi-axiale.

- une minéralisation du disque intervertébral. Cette lésion se situe dans la partie dorsale du disque. Elle correspond à une séquelle de fracture d'avulsion de la fosse vertébrale.

(4) Anomalies en région nuchale

(Dyson, Whitwell, 1987)

Les anomalies en région nuchale sont caractérisées par plusieurs types de lésions :

- une entésopathie crâniale du ligament nuchal. On observe des remodelages et des remaniements osseux de la protubérance occipitale externe ou des fragments osseux au sein du ligament nuchal. Chez un cheval qui ne tolère pas cette lésion, on observe des défenses au travail, une raideur cervicale ou une intolérance aux enrênements contraignant la nuque et l'encolure.

- une entésopathie du tendon du muscle semi-épineux. Les remodelages osseux sont situés dorsalement à la protubérance occipitale externe.

- une bursite atloïdienne. Cette lésion s'illustre par des remaniements osseux dorsaux à l'atlas.

- des malformations atlanto-occipitale ou atlanto-axiale. Ces malformations vertébrales sont rares. La plus commune implique l'os occipital et les deux premières vertèbres cervicales, elle est connue sous le nom de malformation axial-atlanto-occipitale. Elle est fréquemment rencontrée chez les poulains de race Arabe. Les lésions correspondent à des fusions et des modifications de forme des vertèbres de façon symétrique ou asymétrique.



Figure 46: Malformation axial-atlanto-occipitale chez un poulain Arabe présentant de l'ataxie. Vue latérale des vertèbres cervicales crânielles. L'atlas est fusionné avec l'os occipital et C2 est malformé (d'après (Dyson, Whitwell, 1987)).

- des fractures. Elles sont le plus souvent visibles sur des clichés radiographiques d'incidence ventro-dorsale de la nuque. Parfois ces anomalies peuvent être congénitales avec la présence d'une fusion ou d'un cal osseux entre deux vertèbres.

Dans cette région, il faut préférer un examen échographique qui présente une meilleure sensibilité.

d) Intérêt de la radiographie

Il a été montré que la présence d'anomalies radiographiques cervicales n'est pas systématiquement liée à une incidence clinique. En effet, il existe une grande tolérance individuelle aux lésions cervicales.

Des études anatomiques ont montré que 48% des chevaux cliniquement sains présentent des signes modérés d'arthropathie cervical en région basse. D'autres études ont montré que quelques chevaux sains présentent une valeur de ratio sagittal inférieur à 0.50 sur plusieurs sites de la colonne cervicale.

Les lésions observées doivent donc être interprétées à la lumière des examens cliniques et locomoteurs.

2. Echographie

(Cauvin, 2008 ; Berg, Nielsen, Thoenfer, Thomsen, 2002 ; Chope, 2008)

L'échographie est un outil très sensible pour le diagnostic de la région nuchale et des lésions des articulations synoviales intervertébrales épi-axiales. Elle permet de latéraliser les images radiographiques précédemment obtenues. L'échographie permet parfois d'observer des fractures de processus articulaires, des nodules péri-articulaires, des épaissements capsulaires et des effusions synoviales articulaires.

a) *Matériels*

L'examen de la région ducale et de l'encolure se réalise avec une sonde linéaire de haute fréquence (7 à 13 MHz). Pour les cervicales basses de certains chevaux très musclés, il peut être nécessaire d'utiliser une sonde convexe de plus basse fréquence (3-3.5 à 6-8.5 MHz) pour visualiser C6 et C7.

b) *Temps de préparation*

La préparation du cheval pour l'examen échographique passe tout d'abord par la tonte de la région afin d'obtenir des images de bonnes qualités. La peau tondue est ensuite nettoyée et mouillée abondamment à l'eau tiède avant d'appliquer du gel acoustique. Dans le cas où la tonte n'est pas possible, l'alcool à la place du gel facilite l'obtention des images. Cette étape de préparation est indispensable car elle permet de limiter la présence d'artéfacts cela optimise la qualité de l'image grâce à une bonne pénétration des ondes.

c) *Techniques*

Lors d'une échographie transcutanée, différentes couches sont observées. La peau et le tissu sous-cutané sont visualisables comme des strates hypoéchogènes. L'épaisseur de ces couches dépend des individus, de leur état d'embonpoint, de leur musculature et de la pression appliquée avec la sonde.

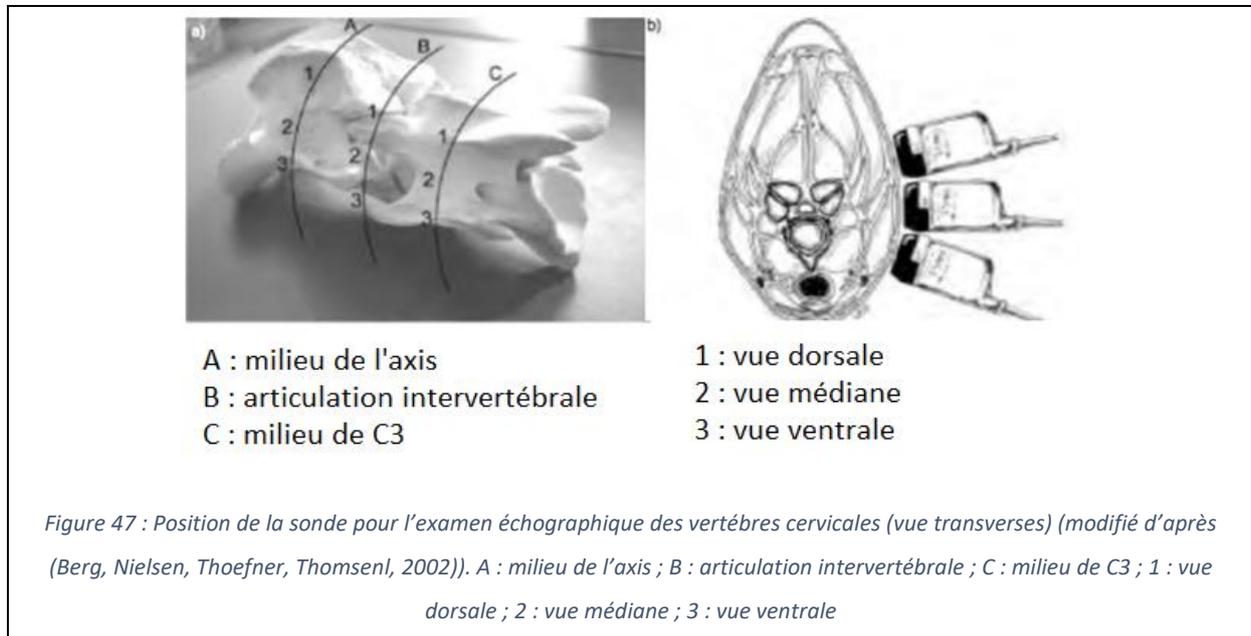
Pour obtenir des coupes longitudinales, la sonde doit être positionnée parallèlement à la colonne cervicale alors que pour des coupes transversales, la sonde doit être placée perpendiculaire à cet axe.

d) *Visualisation des vertèbres cervicales*

La sonde linéaire de 7.5 MHz est positionnée à l'emplacement des vertèbres. Dans un premier temps, on cherche à obtenir des images de coupes transversales, la sonde est placée perpendiculairement aux vertèbres. Bouger la sonde dorsalement et ventralement permet d'évaluer l'ensemble de la surface latérale des vertèbres.

Si un examen complet des cervicales veut être réalisé, il faut commencer au niveau de la nuque, en arrière de la crête nucale de l'os occipital (relief palpable). Puis, descendre sur l'atlas afin de visualiser

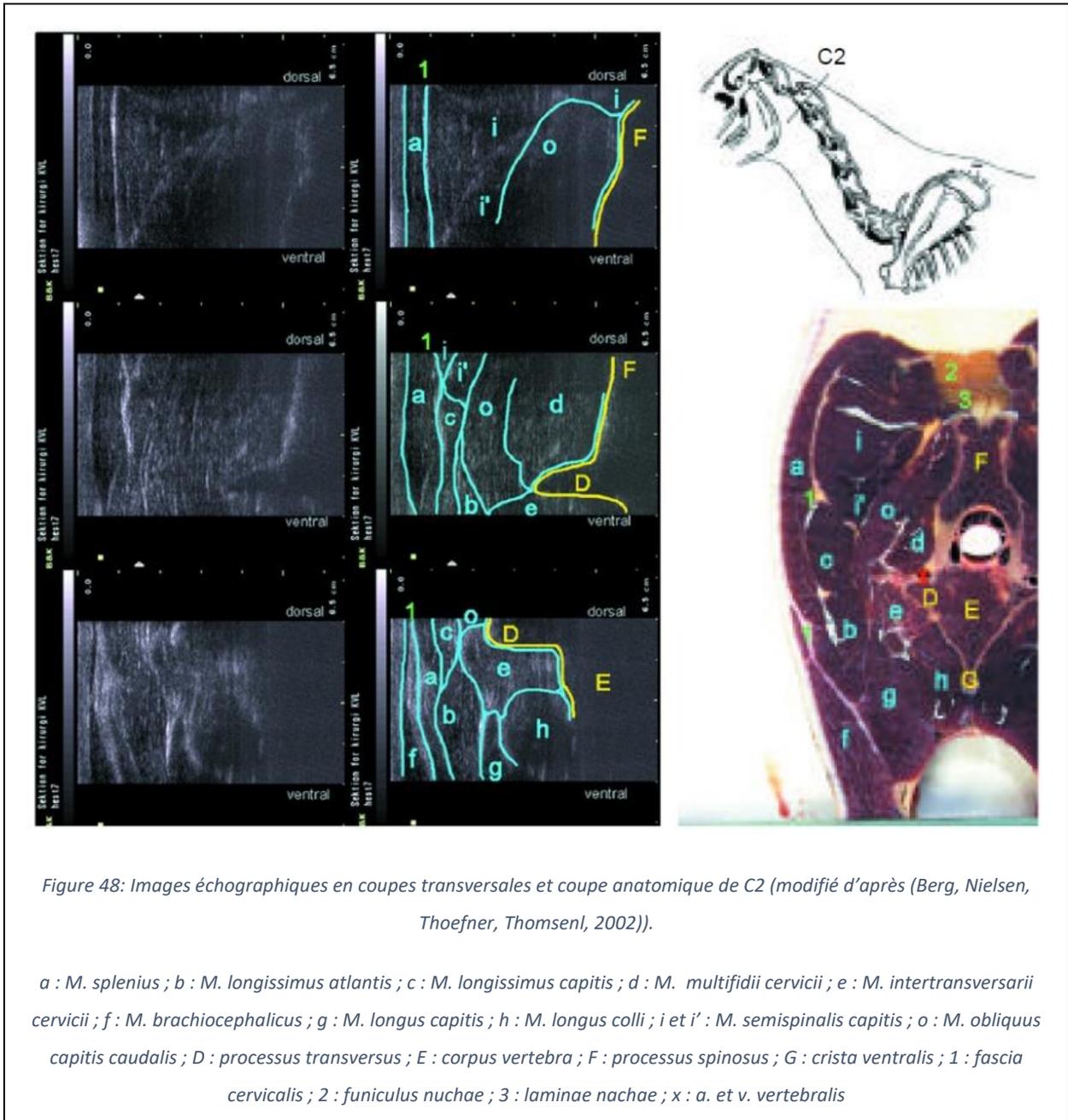
son tubercule dorsal. Enfin, descendre le long de l'encolure pour observer les processus transverses et les articulations intervertébrales de chaque vertèbre.

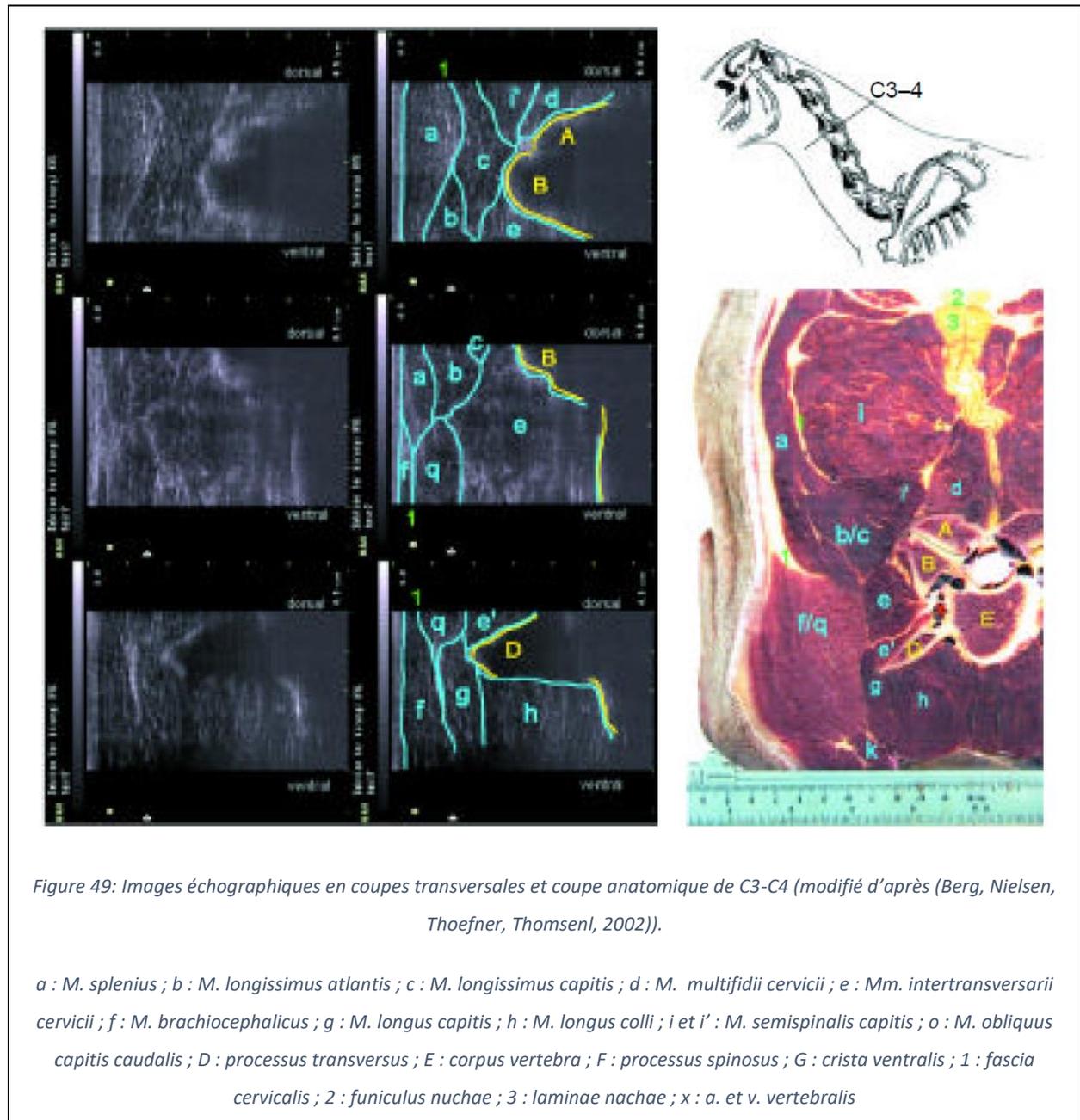


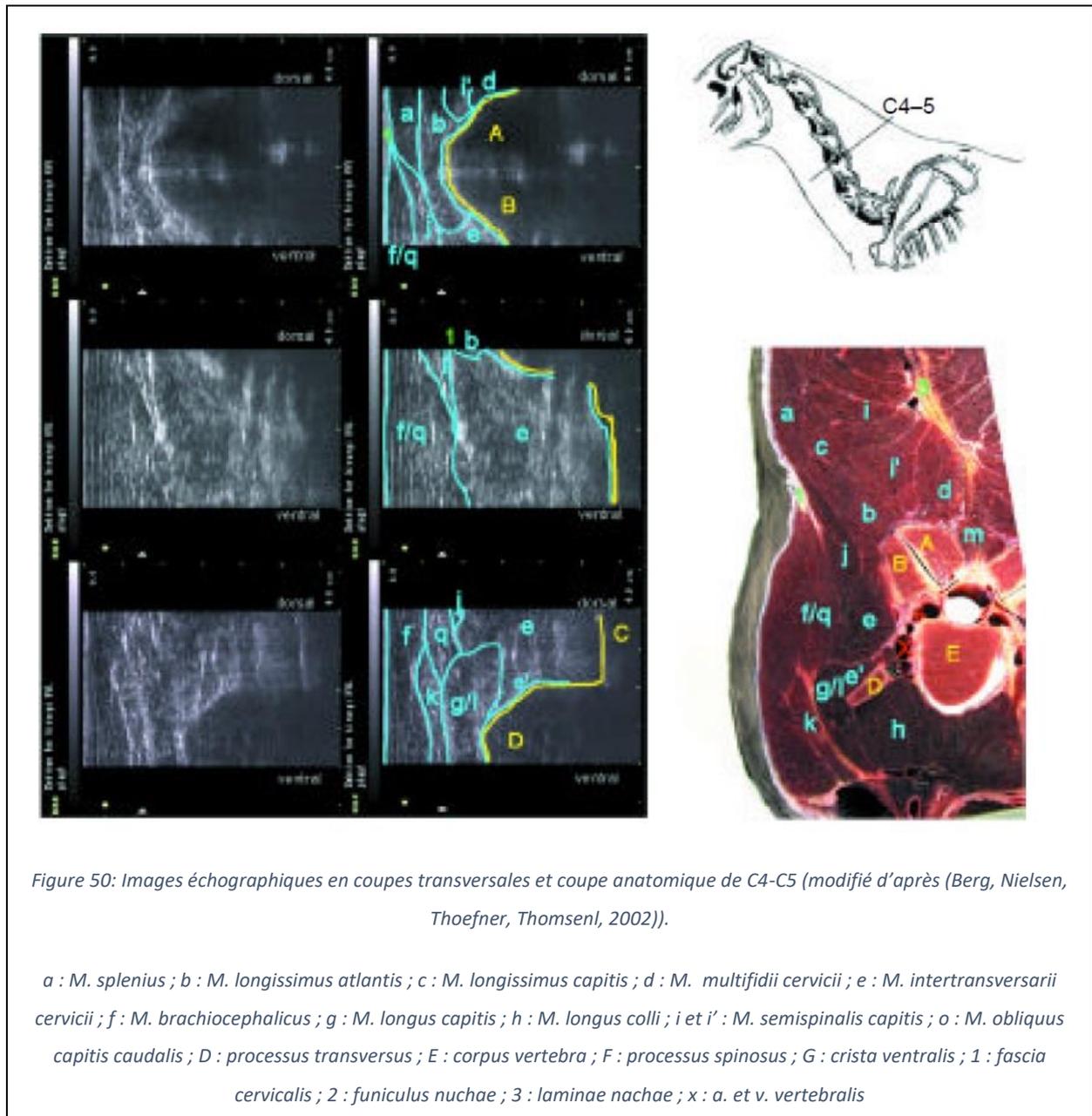
Le processus transverse est facilement visible grâce à son profil hyperéchogène triangulaire. Puis en déplaçant la sonde dorsalement, crânialement ou caudalement on localise les articulations intervertébrales. Les surfaces articulaires intervertébrales des deux processus articulaires forment deux lignes hyperéchogènes courbes, lisses séparées par un espace anéchogène qui est le liquide synovial. Forme et taille de ces processus articulaires peuvent varier d'une articulation à l'autre et même au sein d'une même articulation entre différents individus. Au regard de la surface articulaire, une ligne hypoéchogène entourée de deux couches hyperéchogènes peut être visualisée. Elle correspond au cartilage articulaire entre l'os et la capsule articulaire fibreuse.

Les muscles cervicaux sont également visibles. Ils sont situés entre les tissus sous-cutanés et la surface osseuse, une large zone hypoéchogène hétérogène est observée.

Les figures 40, 41 et 42 présentent des coupes échographiques au niveau de C2, des articulations C3-C4 et C4-C5. Afin de mieux interpréter, une coupe anatomique transversale et un schéma permettant de localiser sont associés.







Les facettes articulaires présentent généralement un contour osseux hyperéchogène relativement lisse avec une discontinuité anéchogène faible mais appréciable, représentative de l'interligne articulaire. La capsule articulaire peut être visualisée comme recouvrant l'articulation. Normalement le liquide synovial n'est pas visible. Certaines variations individuelles peuvent exister et sont à interpréter avec précaution au regard de l'expression clinique.



Figure 51: Image échographique normale de C5-C6. L'image a été obtenue avec une sonde curviligne à 5.5 MHz avec une profondeur de 7.4 cm (d'après (Chope, 2008)).

e) *Images anormales*

Les articulations anormales peuvent être observées à l'échographie. On peut voir au niveau des facettes articulaires une irrégularité osseuse, de la prolifération osseuse ou encore des ostéophytes au niveau de la marge des articulations. La détection d'un épaissement synovial et de l'élargissement des marges sont visibles également à l'échographie.



Figure 52: Image échographique d'une articulation C4-C5 anormale secondaire à un traumatisme et présentant comme conséquence une sévère ostéoarthrose. Il faut noter la large marge articulaire, l'irrégularité des marges osseuses et l'hypogénéicité de la synoviale. Image obtenue avec une sonde curviligne à 8.5 MHz et à une profondeur de 6.4 cm.

3. Myelographie

(Hudson, Mayhew, 2005)

La myélographie est plus difficile à mettre en œuvre. Elle présente un risque pour le patient car elle se réalise sous anesthésie générale et l'injection de produit de contraste se fait par voie haute dans le canal rachidien. Elle présente néanmoins un intérêt complémentaire à la radiographie lorsqu'aucun diagnostic de certitude ne peut être établi.

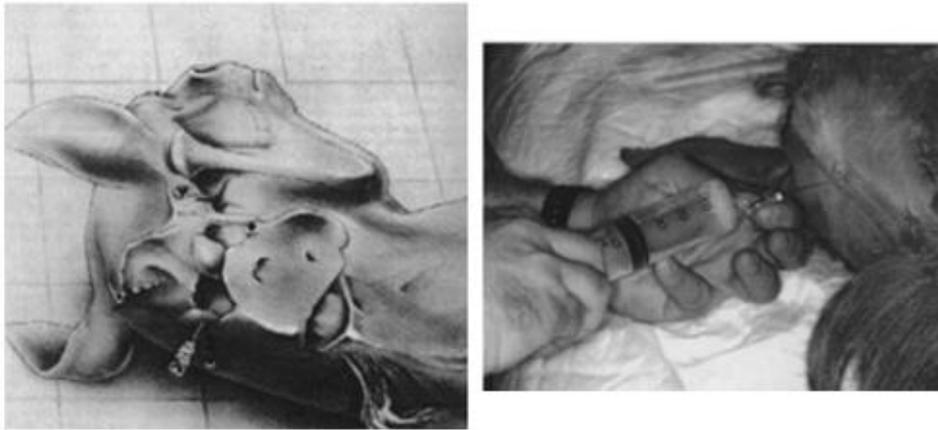


Figure 53: Site d'insertion du produit de contraste (d'après (Pujol, Mathon, 2003)).

Un compression médullaire est suspectée lorsque la hauteur de la colonne de contraste dorsale est réduite de plus de 50% ou est inférieure à 2 mm. Néanmoins, ce test présente une spécificité et une sensibilité faibles sauf en C6-C7. Pour ces deux vertèbres, une réduction de 20% de la colonne de contraste dorsale met en évidence une myélopathie compressive.

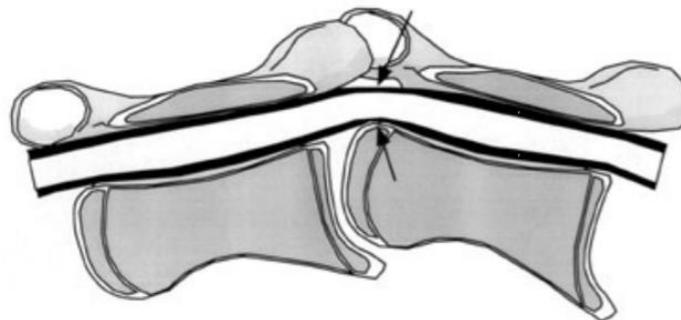


Figure 54: rétrécissement des colonnes de contraste de plus de 50% en deux points opposés. Ce cliché de myelographie permet de conclure à une compression médullaire (d'après (Pujol, Mathon, 2003)).

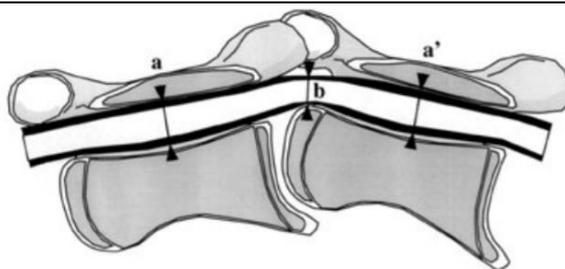


Figure 55: Mesures des variables nécessaires au calcul du rapport de sténose. $Sm = (1-2b/(a+a'))$. a et a' représentent le diamètre sagittal dural maximum au niveau des vertèbres crâniale et caudale. B représente le diamètre sagittal dural minimum au niveau de l'articulation, entre les deux vertèbres. Pour réaliser cette myélographie, l'encolure doit être en flexion (d'après (Pujol, Mathon, 2003)).

4. Scintigraphie

(Didierlaurent, Contremoulins, Denoix, Audigie, 2009)

a) Déroulement d'un examen scintigraphique

Le nombre de coups par image est de 200 000 à 300 000. Pour les vertèbres cervicales, trois vues latérales (droite et gauche) sont réalisées au niveau crânial, moyen et caudal de l'encolure.

Il a été montré que les vues droites et gauches des cervicales sont symétriques. L'intérêt de réaliser les deux côtés et donc relatif.

Après réalisation des vues, on peut observer des zones d'hyperfixation du produit radioactif. Les chevaux sains présentent une fixation qu'il est importante de connaître pour l'interprétation. Mais, certaines variations individuelles sont possibles en fonction de l'âge, de la race et de l'activité du cheval. Il est donc indispensable de corréliser les images obtenues avec les signes cliniques. Il est important de noter qu'une mise au repos du cheval entraîne une diminution de l'inflammation osseuse. Avant un examen scintigraphique il est donc important de continuer à travailler le cheval de façon habituelle.

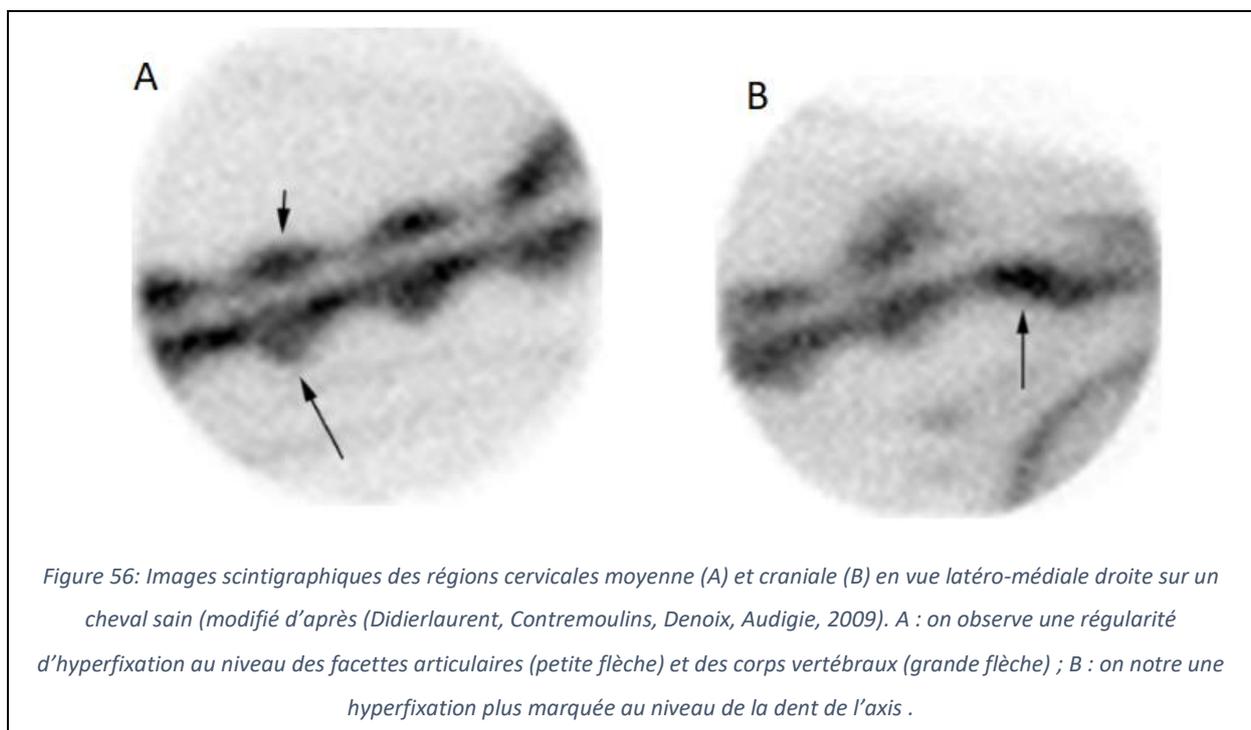
b) Images normales des cervicales

Il est important de prendre en compte certains paramètres dans l'interprétation des images. En effet, sur un cheval sain certaines variations interindividuelles sont possibles en fonction de l'âge, de la race, de l'activité cependant les images peuvent varier avec le manipulateur et l'angle appliqué entre la caméra et le cheval. Le degré de radioactivité détecté par la caméra dépend de la fixation du traceur sur l'os mais également de l'atténuation des rayons gamma par les tissus mous-adjacents. Ainsi, au niveau de l'encolure, la musculature et l'état d'embonpoint de l'animal influent sur la lecture

des images. De plus, lors de certaines pathologies, on note peu noter une amyotrophie unilatérale qui peut également modifier les images et leur lecture.

Chez un jeune cheval, les plaques de croissance osseuses sont des lieux de métabolisme important. Ainsi, un jeune cheval n'aura pas le même profil scintigraphique qu'un adulte qui a ses plaques de croissances moins actives. Il faut donc interpréter les images scintigraphiques d'un jeune cheval avec précaution pour ne pas confondre les plaques de croissance avec remodelage osseux. La symétrie des zones d'hyperfixation des plaques de croissance et des centres secondaires d'ossification permettent d'orienter vers l'un ou l'autre.

Tout au long des vertèbres cervicales, une fixation régulière doit être observée. Certaines zones d'hyperfixations totalement physiologiques existent et sont à connaître pour ne pas fausser l'interprétation. Il y a une zone d'hyperfixation au niveau de la dent de l'axis à cause de sa taille importante. Une autre zone est également observable en C6 et C7. Elle s'explique par la taille plus importante de la partie caudale du processus articulaire de C6, par l'allongement caudoventral de son processus transverse ainsi que par la localisation dans une zone de grande amplitude de mouvements.



c) Intérêt de la scintigraphie

La scintigraphie osseuse permet les analyses morphologique et fonctionnelle d'une structure. Elle évalue le métabolisme osseux ainsi que le remaniement osseux. La scintigraphie permet ainsi de

révéler des augmentations de métabolisme osseux consécutifs à des fractures, à des lésions dégénératives, à des infections ou à des tumeurs. Néanmoins, il faut bien garder à l'esprit qu'il n'existe pas de profil de référence unique à cause de la grande variation inter-individuelle. Il est donc indispensable de confronter les images obtenues avec l'expression clinique et de compléter l'investigation avec d'autres examens d'imagerie telles que la radiographie ou l'échographie.

Cette technique est peu réalisable couramment à cause de son coût élevé dû au prix d'achat élevé du Technitium.

5. Scanner et IRM (imagerie par résonance magnétique)

(Janes JG, Garrett KS, McQuerry KJ, Pease AP, Williams NM, Reed SM, MacLeod JN, 2014)

Ces techniques diagnostics sont difficiles à mettre en œuvre chez le cheval compte tenu du gabarit de l'animal. Un examen peut être réalisé que de la tête jusqu'à C3 chez un cheval adulte et jusqu'à C5 chez un poulain. Pour l'IRM, il faut utiliser une grande antenne réceptrice ce qui aboutit à des images avec une moins bonne résolution.

Le risque encouru par le patient est augmenté en raison de l'anesthésie générale et des contraintes de positionnement de l'encolure.

Néanmoins, dans le cas d'une compression médullaire l'IRM présente l'intérêt d'examiner à la fois les tissus mous et le squelette. L'analyse se fait à travers de nombreux plans contrairement à la radiographie qui permet d'obtenir uniquement une image dans le plan sagittal. Il a été montré que les chevaux ayant une compression médullaire présentent fréquemment une atténuation de la circonférence de la moelle épinière sur les images transverses. En effet, il a été observé des différences significatives de la taille du canal vertébral mais pas de celle de la moelle épinière. Ceci conforte le fait qu'une pathologie commence par une malformation des vertèbres qui aboutit à une compression de la moelle épinière.

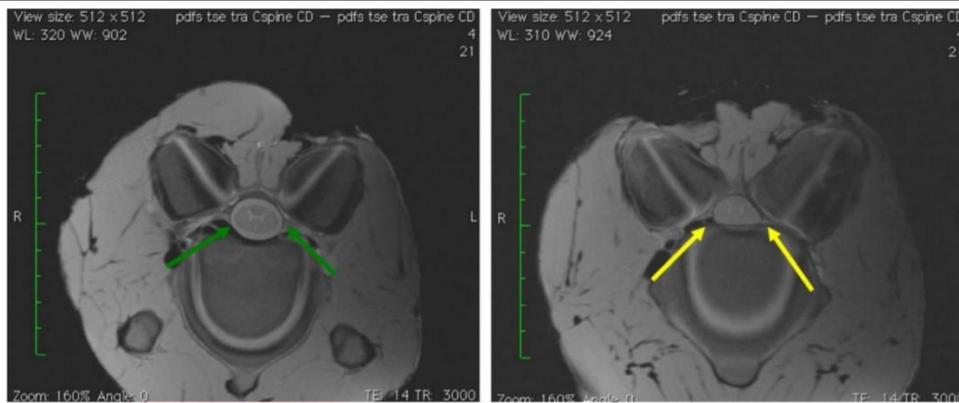


Figure 57: Images transversales de cervicales montrant l'absence et la présence d'une compression médullaire obtenue à l'IRM. Image de gauche : Au niveau de C4-C5, la moelle épinière est ronde avec une circonférence fluide. Image de droite : même cheval au niveau de C5-C6, on observe un rétrécissement du canal de la moelle épinière avec une compression ventrale, la circonférence est moins nette, il y a un empiètement des processus articulaires (flèches jaunes).

III. Traitement et physiothérapie

Le but du traitement est de supprimer ou au moins de réduire la douleur. Le praticien dispose de plusieurs solutions.

A. Traitement de l'arthrose

1. Traitement par voie générale

a) *Traitement allopathique*

Le traitement par voie générale est utile en cas de crise aiguë ou lors d'un processus dégénératif tel que l'arthrose. En cas de fortes douleurs, il faut limiter les mouvements du cheval, par exemple suspendre un filet à foin pour la prise alimentaire pour un cheval qui souffre lors de l'extension de l'encolure.

Pour réduire l'inflammation, le praticien peut prescrire des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS). Dans le cas d'ostéoarthrose, les AINS sont à associer à des infiltrations, à de la physiothérapie ou des compléments alimentaires.

b) *Le tiludronate*

(Coudry, Thibaud, Riccio, Audigié, Didierlaurent, Denoix, 2007 ; Varela, Lepage, Doucet, Marcoux, Garnero, 2002 ; Duesterdieck-Zellmer, Driscoll, Ott 2012)

L'efficacité de tiludronate (Tildren ND) par voie intraveineuse a été prouvée pour des lésions d'ostéoarthrose thoraco-lombaires. Les résultats montrent que le tiludronate semble être une option thérapeutique de choix sur des chevaux ayant des lésions articulaires intervertébrales avec des répercussions cliniques. Il semblerait intéressant de l'utiliser sur les arthropathies de cervicales.

Le tiludronate en perfusion lente est bien toléré par les chevaux à la dose de 1 mg/kg. La seule variation métabolique observée est une diminution importante de la concentration d'un marqueur de la résorption osseuse (Carboxy-terminal cross-linking telopeptide of type I collagen).

Mais, une étude in-vitro montre que bien que le tiludronate possède un effet chondroprotecteur à faible dose, à forte dose il aurait un effet délétère sur le cartilage. Cette molécule est donc à utiliser avec parcimonie.

c) *Phytothérapie et aromathérapie*

(May, 2014 ; Labre, 2012)

(1) Plantes anti-inflammatoires et analgésiques

L'harpagophytum est la plante la plus connue et utilisée pour lutter contre l'inflammation. Elle présente des propriétés anti-inflammatoires de type anti-COX2. Elle inhibe ainsi la libération d'interleukines pro-inflammatoires et la sécrétion de prostaglandines.

Le cassis peut également être utilisé. Il possède un effet inhibiteur des COX. Il est également anti-élastase, anti-hyaluronidase, anti-collagénase et chondroprotecteur.

La reine des prés et la saule ont quant à elle des propriétés antalgiques sur l'articulation douloureuse. Elles contiennent du salicoside qui est métabolisé en acide salicylique en « aspirine naturelle » sans les effets indésirables que présentent le médicament. Attention, elles sont contre-indiquées en cas de troubles de l'hémostase.

Le curcuma est un anti-inflammatoire et un antalgique par inhibition des cytokines pro-inflammatoires et une action anti-COX. Il présente aussi une action chondroprotecteur.

(2) Plantes dites réparatrices

Les plantes dites réparatrices permettent une régénération du cartilage. Leur richesse en silicium permet de reconstruire le collagène. C'est le cas de la prêle des champs, de l'ortie et de la padine qui est une algue brune augmentant la synthèse de collagène, des glycosaminoglycanes de l'os, du cartilage et du tissu conjonctif.

(3) Huiles essentielles

Des huiles essentielles anti-inflammatoires peuvent être utilisées de façon locale en massage. C'est le cas des huiles essentielles d'eucalyptus citronné, de gaulthérie couchée, de lavande, de genévrier.

Des huiles essentielles antalgiques sont aussi utilisables. Les huiles essentielles de menthe poivrée, de laurier noble et de giroflier peuvent être appliquées.

Ces huiles essentielles sont idéalement utilisées en mélange équiproportionnel dans l'huile végétale de millepertuis qui possède une action anti-inflammatoire et calmante.

2. Traitement local : infiltrations régionales

(Nielsen, Berg, Thoenner, Thomsen, 2003 ; Chope, 2008 ; Birmingham, Reed, Mattoon, Saville, 2009)

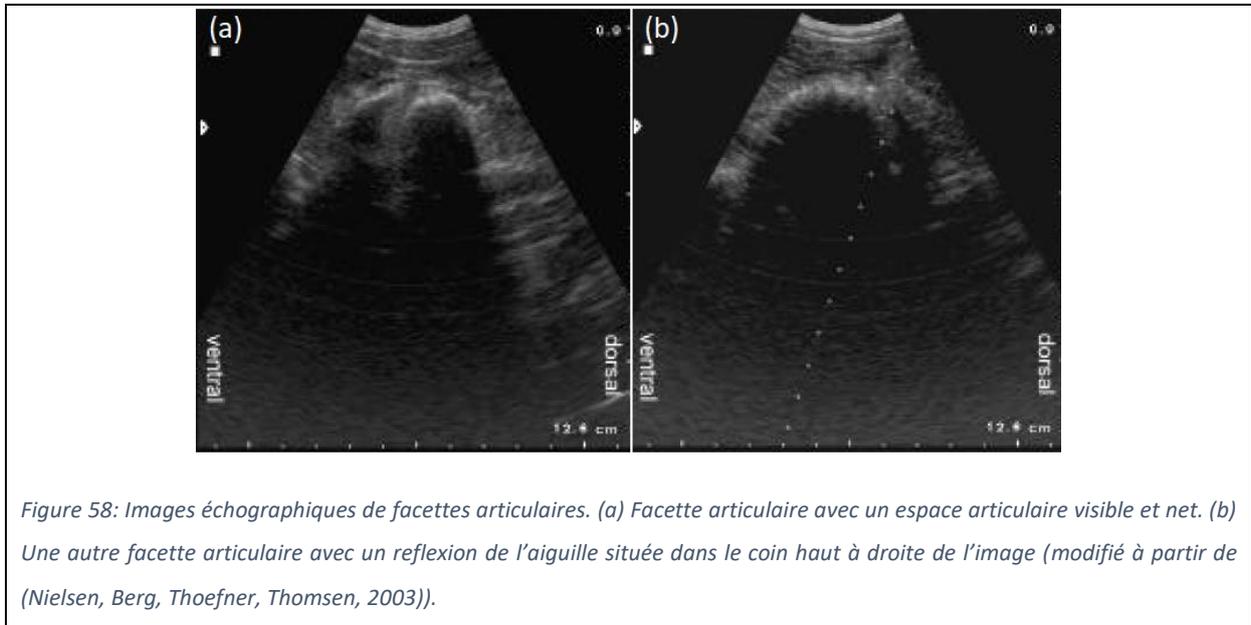
Les infiltrations sont très utilisées chez les chevaux de compétition. Le but étant de pratiquer des injections intra-lésionnelles d'anti-inflammatoires ou d'analgésiques pour aider le cheval à maintenir ses performances avec ses lésions.

Les anti-inflammatoires utilisés sont souvent des corticoïdes. Il peut être utilisé des corticoïdes à courte durée d'action (dexaméthasone à 1.5-2.5 mg), à moyenne durée d'action (fluméthasone à 0.5-1 mg) ou à longue durée d'action (triamcinolone à 10 mg ou méthylprednisolone à 40-60 mg). La dose injectée localement est à composer avec la dose totale d'anti-inflammatoire injectée pour éviter le risque d'effets secondaires. Par exemple, il ne faut pas dépasser 140mg de méthylprednisolone par cheval. Le principal risque lors de surdosage de corticoïdes est un dérèglement de l'axe hypothalamo-hypophysaire pouvant aboutir à des fourbures. Enfin, lorsque l'on traite des chevaux de compétition, il faut toujours être prudent concernant les délais de dopage, et conseiller un dépistage avant de reprendre la compétition.

Tableau 4: Molécules utilisables pour les infiltrations (d'après (Baxter, 2011) et Med'Vet).

Molécules	Acétate dexaméthasone (DMT)	Phosphate dissodique de DMT	Isonicotinate de DMT	Méthylprednisolone
Nom déposé	Dexalone ND	Dexadreson	Voren	DépoMédrol
Durée d'action	< 48h	< 48h	7-10 jours	> 10 jours

Une alternative à l'utilisation des corticoïdes existe, c'est le Sarapin (Saralgyl ND). Il s'agit d'un principe actif issu d'une plante, la *Sarracenia purpurea*. Ce principe actif bloquerait la douleur par un mécanisme encore méconnu. Les infiltrations intra-articulaires se font sous guidage échographique. Les cinq articulations entre C2 et C7 sont visualisables et une injection intra-articulaire est possible.



Un repérage préalable de la zone est nécessaire. Une tonte et un lavage stérile doivent être réalisés de façon large autour de la zone. En effet, la localisation peut varier en fonction de la position de la tête et de l'encolure. Le cheval doit être sédaté pour ce soin. Il faut lors du repérage échographique estimer la profondeur à laquelle se trouve l'espace articulaire pour prévoir l'aiguille nécessaire.

Une sonde linéaire de 5 à 8.5 MHz avec ou sans guide aiguille est utilisée. Avec le guide aiguille, l'aiguille (15.84 cm, 14 gauge) doit être insérée dorsalement à la sonde. Un guide de biopsie stérile est placé sur le guide aiguille. La sonde est alors à placer au bon endroit pour que l'aiguille se glisse au niveau intra-articulaire. Lorsque l'aiguille est à l'endroit adéquat, l'aiguille peut être avancée dans la capsule articulaire. Une fois la marge articulaire passée, l'opérateur doit stopper et aspirer le liquide synoviale qui sort. Puis l'agent thérapeutique peut être injecter. Il faut faire attention à ne pas avancer l'aiguille plus au risque de toucher la moelle épinière.

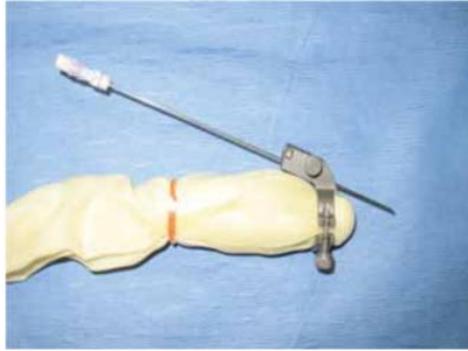


Figure 59: Photographie du sonde curvilinéaire 5.5-8.5 MHz recouverte d'un gant stérile avec un guide aiguille attachée. L'aiguille est introduite dans le guide (d'après (Chope, 2008)).

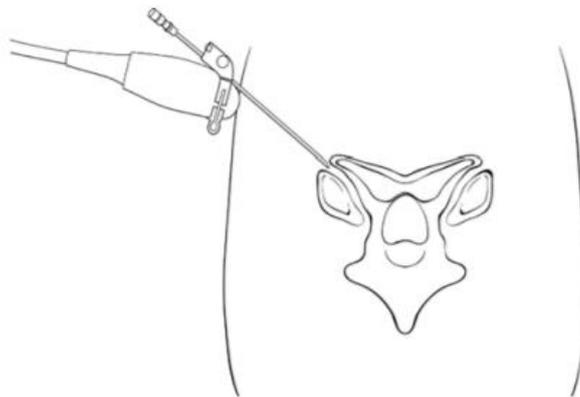


Figure 60: Dessin représentant une infiltration intra-articulaire de C5-C6 avec un guide aiguille, vue transversale (d'après (Chope, 2008)).

Sans le guide aiguille, l'aiguille (8,0 cm, 14 gauge) est repérable par un trait hyperéchogène sous laquelle on observe un cône d'ombre. L'articulation est repérée et l'aiguille est placée dorsalement à la sonde. L'aiguille est insérée à droite de la sonde à 2 cm avec un angle d'environ 60° par rapport à la peau dans la direction cranio-axiale. Selon, l'axe d'entrée de l'aiguille il peut être nécessaire de la réorienter au besoin. Si l'aiguille n'est pas visible, un mouvement de recul permet souvent de la révisualiser.

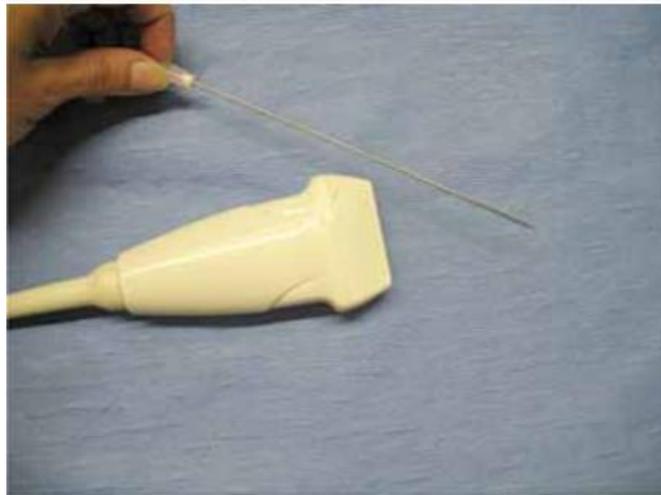


Figure 61: Photographie montrant l'orientation de l'aiguille pour la technique sans guide aiguille (d'après (Chope, 2008)).

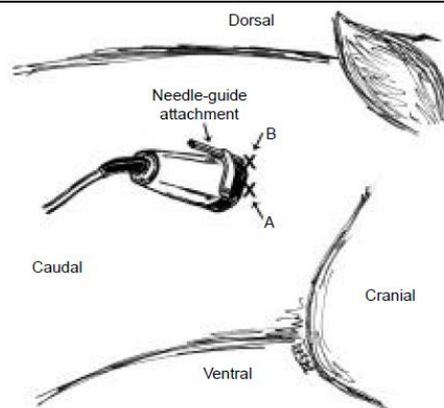


Figure 62: Sites d'injection intra-articulaires des cervicales. (A) avec guide aiguille (B) sans guide aiguille (modifié à partir de (Nielsen, Berg, Thoenfer, Thomsen, 2003)).

Une étude a montré que 72% des injections réalisées étaient intra-articulaires, 17% étaient intra-capsulaires et 98% étaient dans la capsule articulaire (1 mm).

Dans une étude de 2010, les résultats post-injection ont été étudiés : 32.2% des chevaux traités sont retournés à une activité normale, 39% ont amélioré leur performance et par contre 25.4% n'ont pas eu d'amélioration. Au niveau de la durée d'action du traitement, chez 11.9% des chevaux traités les effets du traitement ont été constatés pendant 2 à 5 ans, chez 16.7% pendant 8 mois à 1 an, chez 21.4% pendant 1.5 mois à 6 mois, enfin chez 33.3% le traitement a fonctionné pendant 1 semaine à 1 mois.

B. Traitements lors d'un syndrome de Wobbler

(Pujol, Mathon, 2003)

1. Traitement conservateur

L'étiologie du Wobbler lie l'exercice physique intense, les traumatismes et l'alimentation. Pour les jeunes poulains présentant des signes avant-coureurs de Wobbler un programme de limitation de l'exercice associé à une restriction alimentaire peuvent être mises en place. Le but est de ralentir la croissance pour limiter les risques de compressions en permettant au canal vertébral de s'agrandir. La ration est adaptée de façon à couvrir 66 à 76% des recommandations NRC (National Research Council) en énergie et protéines. Mais, attention il faut maintenir l'apports en vitamines et minéraux. Ces programmes présentent de bons résultats chez les poulains présentant des anomalies radiologiques.

2. Traitement médical

Le traitement médical est basé sur l'utilisation des corticoïdes. La réponse clinique doit apparaître dès les 4-8 premières heures. Ce traitement permet dans certains cas de stabiliser les signes cliniques pendant un moment. Mais, cela est rarement définitive.

3. Traitement chirurgical

Des périodes de rémission de courte durée sont possibles par le traitement médical néanmoins elle est rarement définitive. Un cheval qui présente des signes neurologiques a peu de chances d'aller vers une guérison spontanée définitive. Il va certainement se dégrader progressivement. La chirurgie peut alors être une alternative.

a) *Indications chirurgicales*

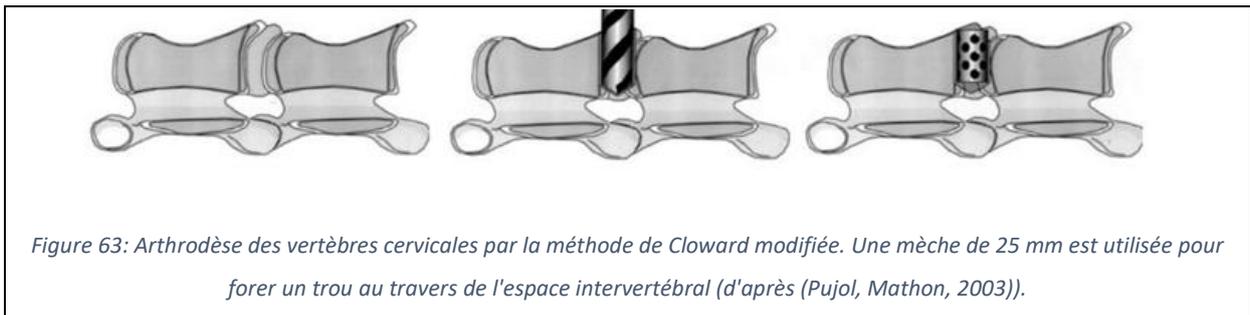
Pour opter pour la chirurgie, il faut que le syndrome de Wobbler est été réellement diagnostiqué par imagerie médicale notamment grâce à la myelographie. Il faut choisir les sites de compression à traiter. Seuls deux arthrodèses au maximum peuvent être réalisés sur le même cheval. Les articulations instables ou celles stables mais présentant une hypertrophie du ligament longitudinal dorsal peuvent être traitées.

Le cheval doit être indemne de toute autre pathologie pour permettre une anesthésie dans les meilleures conditions et une récupération post-opératoire optimale. Le pronostic de récupération

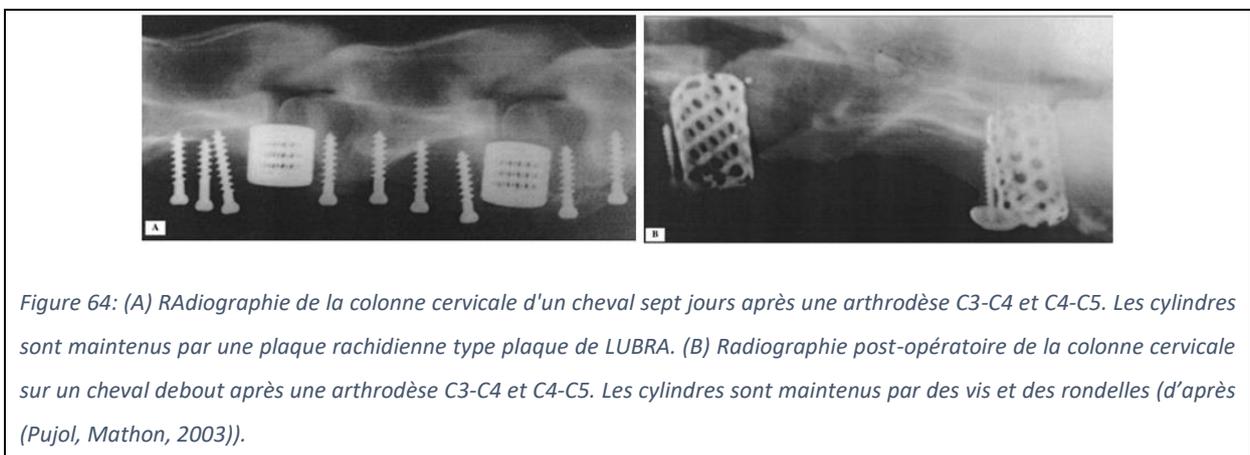
neurologique post-opératoire est très dépendant de l'âge et du tempérament du cheval. Le suivi post-opératoire peut générer beaucoup de stress.

b) *Choix de la technique*

Lors de sténose dynamique du canal vertébral, la compression du canal médullaire est due à une instabilité des vertèbres cervicales moyennes. La méthode chirurgicale utilisée est celle de Cloward. Elle permet de supprimer l'instabilité vertébrale.



Lors de sténose anatomique, la compression médullaire est due à un canal vertébral trop étroit. Deux techniques sont possibles. Soit la laminectomie, elle permet la levée immédiate de la compression. Il s'agit d'une exérèse de la lame dorsale de la vertèbre. Cette sténose touche principalement les vertèbres caudales, or cette localisation rend difficile l'abord pour cette technique. De plus, les résultats de cette technique ne sont pas très bons. L'autre technique est l'arthrodèse. En effet, elle permet de supprimer certaines contraintes mécaniques excessives qui sont à l'origine de lésions osseuses, cartilagineuses ou ligamentaires. Le remodelage des facettes articulaires et de la lame dorsale permet de libérer la moelle épinière. Le temps de récupération post-opératoire est long, 5 mois pour que la décompression soit visible et 10 mois pour une amélioration clinique.



C. Physiothérapie et rééducation

(Frick, 2010 ; Clayton, Kaiser, Lavagnino, Stubbs, 2010)

La physiothérapie peut être utilisée lors de pathologies cervicales pour retrouver une symétrie et permettre d'améliorer l'amplitude des mouvements et la flexibilité. L'étirement passif permet d'allonger les muscles ou les tissus environnants pour augmenter la longueur au repos. Il a été montré par certaines études l'intérêt du stretching.

La rééducation est une phase très importante pour augmenter les chances du cheval de revenir à son niveau sportif. Le programme est progressif et doit être réalisé à pied et à cheval.

1. Le travail à pied

Le travail à pied est très intéressant chez un cheval présentant une cervicalgie. En effet, il permet un soulagement mécanique sans selle, ni poids du cavalier ce qui aboutit à une décontraction plus rapide.

Le muscle multifidus est un muscle essentiel qui permet une stabilisation des articulations. Une atrophie est souvent présente lors de lésion cervicale. Cette atrophie se met en place très rapidement en 3 jours. Ce muscle peut de plus rester amyotrophié même si l'épisode douloureux est passé. Or, une atrophie de ce muscle peut prédisposer le cheval à de l'ostéoarthrose. Ainsi le cheval entre dans un cercle vicieux. Pour remuscler ce muscle, des exercices d'étirement doivent être réalisés sous forme de sessions. Une étude a mis au point un protocole efficace : le cheval doit réaliser 5 sessions par jour, 5 jours par semaine pendant 3 mois. Une session est constituée de 3 flexions cervicales, une extension cervicale et 3 latéo-flexions de chaque côté. Chaque position doit être maintenue 5 secondes. Le cheval est ensuite récompensé avec une friandise.



Figure 65: Physiothérapie des cervicales. De gauche à droite : position neutre, menton au poitrail, menton entre les carpes, menton entre les pieds (modifié d'après (Clayton, Kaiser, Lavagnino, Stubbs, 2010)).

Un suivi échographique peut être réalisé. Il s'agit de suivre l'aire transversale du muscle. Il a été également constaté une augmentation significative de la section transversale du muscle multifidus sur 3 mois. De plus, ces exercices permettent de soulager le cheval lors de lésions cervicales mais ont également un effet bénéfique sur le reste du rachis en restaurant, maintenant et améliorant sa fonction de stabilité.

D'autre part, les longues rênes peuvent être utilisées. Elles permettent sur de courtes durées un bon positionnement de la tête et de l'encolure. Les longues rênes permettent contrairement à la longe de travailler sur le plan longitudinal et latéral ce qui permet d'améliorer la stabilité et la flexibilité. Néanmoins, il faut garder à l'esprit que ce travail est exigeant, il ne faut pas le réaliser en début de rééducation.

Des enrênements peuvent être également utilisés. Ce sont des outils de l'attitude du cheval permettant de le muscler dans le « bon » sens. Le chambon permet de mettre le cheval qui lève la tête et se creuse le dos dans une attitude moins douloureuse. Il induit une extension d'encolure. Il est cependant à utiliser uniquement sur des chevaux éduqués au gogue. Il peut être utilisé en longe ou en liberté. L'enrênement de type Pessoa, utilisé à la longe, peut être utilisé. Mais, bien souvent, il aboutit à un cheval encapuchonné sans poussée postérieure. Il est peut conseillé en cas de cervicalgie.

2. Le travail à cheval

A cheval, le but premier est de travailler dans la décontraction.

a) *Travail aux 3 allures*

L'échauffement au pas est essentiel avant toute séance et doit durer minimum 15 minutes. Ensuite, un travail directement au galop est conseillé. Il sollicite moins de contractions musculaires que le trot, ce qui permet un échauffement plus en douceur. Il faut aboutir à un cheval décontracté dans son attitude naturelle. L'attitude à privilégier est une encolure basse. On parle de travail en extension d'encolure. Cela permet de tendre le ligament nuchal, un effet bénéfique s'applique également sur le reste du rachis. Néanmoins, cette extension est à utiliser avec modération, 3 fois pendant 5 minutes. Le cheval doit être suffisamment musclé pour réaliser cette extension sans s'appuyer. Cet exercice peut également être réalisé à la longe.

b) *Enrênements*

Des enrênements peuvent aussi être utilisés. La martingale fixe est un outil permettant de limiter la remontée de l'encolure, elle est bien tolérée par le cheval. Les rênes fixent sont souvent utilisées pour aider le cheval au rassembler, mais malheureusement elles entraînent souvent un faux

placé, un cheval encapuchonné. Elles ne sont pas conseillées dans le cas d'un cheval sortant d'une cervicalgie. Le gogue fixe ou commandé permet d'éviter le relèvement de la tête. A chaque tentative de relevé, le cheval subit une tension sur la bouche mais également sur l'articulation atlanto-occipitale. Si cette zone est inflammée, le ligament nuchal aura du mal à coulisser ce qui peut aboutir à des desmites du ligament nuchal. Cet enrênement est donc à utiliser avec précaution. Le gogue fixe peut être utilisé à la longe. Les rênes allemandes imposent une flexion des cervicales hautes. Attention, cette flexion ne doit pas être obtenue en force sinon on risque d'obtenir une perte de mobilité du bloc tête-encolure. Cela peut alors conduire à un cheval encapuchonné sans poussée postérieure. Cet enrênement n'est pas conseillé pour un cheval présentant une cervicalgie.

c) *Exercices de décontraction*

Pour décontracter la région cervicale haute, il faut réaliser des exercices d'assouplissement de flexion et d'extension avec un mors. Cet exercice peut être réalisé à cheval ou à pied.

Pour la région cervicale moyenne et basse. Le cavalier doit alterner extension et flexion d'encolure.

D. Pronostic

(Pujol, Mathon, 2003)

Un pronostic doit être donné pour permettre de déterminer les conséquences cliniques futures éventuelles. C'est important dans le cas de chevaux de sport pour la gestion de la carrière du cheval.

Concernant le syndrome de Wobbler traité chirurgicalement. La méthode de Cloward modifiée donnent de bons résultats. Selon les études, l'amélioration neurologique varie de 44 à 90%. 12 à 64% des chevaux ayant été améliorés reprennent une carrière sportive. Une arthrodèse cervicale caudale (pour le traitement des sténoses anatomique) présentent des résultats variables selon les études : de 20 à 90% de réussite.

Conclusion

Les arthropathies des cervicales du cheval sont des pathologies fréquentes notamment chez les chevaux sportifs. Le diagnostic clinique est parfois peu évident. Néanmoins, l'imagerie médicale par ses différents outils permet un diagnostic de certitude. Mais des images anormales sont toujours à confronter avec la clinique. Une grande variabilité de tolérance de lésions est observée. Différents traitements peuvent être proposés en fonction des moyens financiers des propriétaires. Mais, le pronostic sportif pour ces pathologies restent réservé.

La physiothérapie présente un réel intérêt dans la mobilisation et l'amélioration du cheval présentant une pathologie cervicale. Il faut néanmoins, garder à l'esprit que le segment cervical fait parti du rachis. Il est donc relié au reste du dos. Le travail en extension d'encolure permet un soulagement des cervicales mais également du dos, en permettant notamment l'écartement des processus épineux.

Enfin, d'autres disciplines dans le domaine des médecines complémentaires comme la phytothérapie animale peuvent présenter de l'intérêt dans les arthropathies des cervicales. Avec notamment leurs propriétés anti-inflammatoires et analgésiques.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

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

Je soussigné, **CUEVAS-RAMOS Gabriel**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Claire POULAIN** intitulée «**Etude bibliographique : Arthropathies des vertèbres cervicales du cheval** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 28 septembre 2018
Docteur CUEVAS-RAMOS Gabriel
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



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



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Pierre PAYOUX



Mlle Claire POULAIN
a été admis(e) sur concours en : 2013
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 04/07/2017
a validé son année d'approfondissement le : 06/09/2018
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université
Paul Sabatier
Monsieur Jean-Pierre VINEL



Bibliographie :

ADAM M., ARNOLD C., EHLERS K., GRANE N., UHLIG A., RECKNAGEL S., GERLACH K., SCHUSSER G.F. (2016). Cervical vertebral compressive myelopathy associated with articular processes osteoarthritis in three horses. *Pferdeheilkunde* 32, 249-253.

BARONE, 1989. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 2 : arthrologie et myologie. Paris : Vigot frères. ISBN : 2-7114-90-12-2.

BARONE, 2010. Anatomie comparée des mammifères domestiques : tome I : Ostéologie. 5ième édition. Paris : Vigot frères. ISBN 2-7114-9160-9.

BERG L.C., NIELSEN J.V., THOEFNER M.B., THOMSEN P.D., Ultrasonography of the equine cervical region : a descriptive study in eight horses. *Equine veterinary journal*, 35, 647-655.

BIAU S., COUVE O., LEMAIRE S., BARREY E. The effects of reinson kinetic variables of locomotion. *Eq. Vet. J. Suppl.* 2002 ; 34 ; 359-362.

BIRMINGHAM S. S. W., REED S. M., MATTOON J. S., SAVILLE W. J. Qualitative assessment of corticosteroid cervical articular facet injection in symptomatic horses. *Equine Vet. Educ.* 2010 ; 22 ; 77-82.

BOULOCHER C., SAWAYA S, 2008. Anatomie fonctionnelle du rachis cervicale du cheval. *Pratique vétérinaire équine. Numéro spécial, Volume 40.* pp. 7-16.

BUDRAS, SACK, RÖCK, 2001. *Anatomy of the Horse : an illustrated text.* Third edition. Hannover, Germany : Schlütershe. ISBN 3-87706-620-8.

CAUVIN E. 2008. Examen radiographique sans préparation de la colonne cervicale du cheval. *Pratique vétérinaire Equine*, 40, 39-47.

CHOPE K. How to perform sonographic examination and ultrasound-guided injection of the cervical vertebral facet joints in horses. *AAEP proceedings.* 2008. Vol. 54.

CLAYTON HM., BACK W., VERNOOIJ JCM., NAUWELAERTS S., LASHLEY MJJO., Comparison of the head and neck position of elite dressage horses during top-level competitions in 1992 versus 2008. *The veterinary journal*, 2014.

CLAYTON HM., TOWNSEND HG. Kinematics of the cervical spine of the adult horse. *Eq. Vet. J.* 1989 ; 21 ; 189-192.

CLAYTON HM., TOWNSEND HG. Cervical spinal kinematics : a comparison between foals and adult horses. *Eq. Vet. J.* 1989 ; 21 ; 193-195.

CLAYTON HM., STUBBS NC., ROMBACH N. Gross anatomy of the deep perivertebral musculature in horses. *Am. J. Vet. Res.* 2014 ; 75 ; 433-440.

COUDRY, Virginie, THIBAUD, Dominique, RICCIO, Barbara, AUDIGIÉ, Fabrice, DIDIERLAURENT, David et DENOIX, Jean-Marie, 2007. Efficacy of tiludronate in the treatment of horses with signs of pain associated with osteoarthritic lesions of the thoracolumbar vertebral column. *American journal of veterinary research.* 2007. Vol. 68, n° 3, pp. 329–337.

DENOIX J.M., 1997. *Approche de la kinésithérapie du cheval.* 2ième édition. Paris : Maloine. ISBN : 2-224-02427-4.

DENOIX J.M., AUDIGIE F., 2000. The neck and back. *Equine locomotion.* Saunders, USA 167-191. ISBN : 978-0-7020-2950-9.

DIDIERLAURENT D., CONTREMOULINS V., DENOIX J.M., AUDIGIE F. (2009) Scintigraphic pattern of uptake of 99m Technetium by the cervical vertebrae of sound horses. *Veterinary record* 164, 809-813.

DOWN S. S., HENSON F. M. D. Radiographic retrospective study of the caudal cervical articular process joints in the horse. *Eq. Vet. J.* 2009. 41 ; 6 ; 518-524.

DUESTERDIECK-ZELLMER, Katja F., DRISCOLL, Nellie et OTT, Jesse F., 2012. Concentration-dependent effects of tiludronate on equine articular cartilage explants incubated with and without interleukin-1 β . *American journal of veterinary research.* 2012. Vol. 73, n° 10, pp. 1530–1539.

DYSON S., WHITWELL K.E., *Interpreting radiographs 8 : equine cervical vertebrae.* *Equine veterinary Journal,* 1987, 19(1) : 8-14.

FELSON, D.T., 2013. Osteoarthritis as a disease of mechanics. *Osteoarthritis and Cartilage.* National institute of health. 2013. 21 ; 1 ; 10-15.

GOMEZ ALVAREZ CB., RHODIN M., BOBBER MF., MEYER H., WEISHAUP MA., JOHNSTON C., VAN WEEREN PR. The effect of head and neck position on the thoracolumbar kinematics in the unridden horse. *Eq. Vet. J.* 2006 ; 36 ; 445-451.

HENSON, Frances M. D et KIDD, Jessica A, 2009. Overriding Dorsal Spinous Processes. In : *Equine Back Pathology.* Wiley-Blackwell. ISBN : 978-1-405-15492-5.

HERMANN M., FEDERICI M., LATIF S., FÜRST A., Dominantes pathologies par disciplines. Aspects spécifiques de la boiterie : cas particulier du cheval de dressage. *Pratique vétérinaire équine*. Numéro spécial. 2015.

HUDSON N.P.H., MAYHEW I.G., Radiographic and myelographic assesment of the equine cervical vertebral column and spinal cord, *Equine Veterinary Education*. 2005. 17 ; 1 ; 34-38.

JANES J.G., GARRETT K.S., MCQUERRY K.J., PEASE A.P., WILLIAMS N.M., REED S.M., MACLEAOD J.N. Comparaison of magnetic resonance imaging with standing cervical radiographs for evaluation of vertebral canal stenosis in equine cervical stenotic myelopathy. *Eq. Vet. J.* 2014. 46 ; 681-686.

JEFFCOTT LB., DALIN G., Natural rigidity of the horse's backbone. *Eq. Vet. J.* 1980. 12 ; 3 ; 101-108.

KIENAPFEL K., LINK Y., BORSTEL U.K., Prevalence of different head-neck positions in horses shown at dressage competitions and their relation to conflict behaviour and performance marks. *Plos One*. August 2014. Vol. 9, Issue 8.

LABRE P. Phytothérapie et aromathérapie chez les ruminants et le cheval Tome 2. Thônes : Femenvet, 2012. Vol. 2. 352p. ISBN : 9782951651524.

NIELSEN JV., BERG LC., THOEFNER MB., THOMSEN PD. Accuracy of ultrasound-guided intra-articular injection of cervical facet joints in horses : a cadaveric study. *Eq. Vet. K.* 2003. 35 ; 7 ; 657-661.

MAY P. Guide pratique de phyto-aromathérapie pour les animaux de compagnie. Paris : Med'com, 2014, 256p. ISBN : 9782354032081.

PILLINER S., ELMHURST S., DAVIES Z., 2002. The horse motion. First edition. Oxford, UK : Blackwell Science. ISBN 0-632-05137-X.

PROCKOP, D. J., 1999. Heritable osteoarthritis. Diagnosis and possible modes of cell and gene therapy. *Osteoarthritis and Cartilage*. 1999. 7 ; 4 ; 364-366. DOI 10.1053/joca.1998.0213. PMID: 10419768.

PUJOL B., MATHON D. Le wobblers syndrome chez le cheval. Spondylomyélopathie cervicale ou « Mal de chien ». Etude bibliographique. Deuxième partie. *Revue Méd. Vét.* 2003, 154, 4, 289-306.

RAFFAELLI, UNITÉ PÉDAGOGIQUE D'ANATOMIE DE L'E.N.V.A, 2011. Site d'Ostéologie : Ostéologie Comparée des Carnivores Domestiques, des Equidés et des Bovins [en ligne]. Disponible à l'adresse : http://theses.vet-alfort.fr/Th_multimedia/mraffaelli/index.php

ROBERT C, VALETTE JP, DENOIX JM. Surface electromyographic analysis of the normal horse locomotion. A preliminary report. *Proc. Conf. Equine Sports Med. Science*. Cordoba. 1998 ; 80-85.

SNIEKERS, Y.H., WEINANS, H., BIERMA-ZEINSTRAS, S.M., VAN LEEUWEN, J.P.T.M. et VAN OSCH, G.J.V.M., 2008. Animal models for osteoarthritis: the effect of ovariectomy and estrogen treatment – a systematic approach. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2008. 16 ; 5 ; 533-541.

STUBBS NC, CLAYTON HM, KAISER LJ, LAVAGINO M. Dynamic mobilisation in cervical flexion : effects of intervertebral angulations. *Equine Veterinary Journal*. 2010 ; 42 ; 688-694.

TOKURIKI M. Electromyographie activity of the cubital joint muscles in horse during locomotion. *Am. J. Vet. Res.* 6 ; 950-957.

TOKURIKI M., AOKI O. Neck muscles activity in horses during locomotion with and without a rider. *Equine Ex. Physiol.* 1991 ; 3 ; 146-150.

VARELA, A., LEPAGE, O. M., DOUCET, M., MARCOUX, M. et GARNERO, P., 2002. Tiludronate chez le cheval : tolerance et effets a court terme sur le metabolisme osseux. In : *Annales de médecine vétérinaire*. pp. 123–130.

VAN BIERVLIET J., SCRIVANI P.V., DIVERS T.J., ERB H.N., DE LAHUNTA A., NIXON A., Evaluation of decision criteria for detection of spinal cord compression based on cervical myelography in horses : 38 cases (1981- 2001), *Equine Veterinary Journal*, 2004. 36 ; 1 ; 14-20.

VAN BREDA (2006). A Nonnatural Head–Neck Position(Rollkur) During Training Results in Less Acute Stress in Elite, Trained, Dressage Horses, *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 9:1, 59-64.

VAN DER KRAAN, P.M., 2012. Osteoarthritis year 2012 in review: biology. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2012. 20 ; 12 ; 1447-1450.

VAN WESSUM R. Evaluation of back pain by clinical examination. In : *Current therapy in equine medicine*. 6th edition. St. Louis, Saunders Elsevier, 2009, 1066p. ISBN : 978-1-4160-5475-7.

VON BORSTEL U. U., HEATLY DUNCAN I., SHOVELLER A. K., MERKIES K., KEELING L. J., MILLMAN S. T. Impact of riding in a coercively obtained Rollkur posture on welfare and fear of performance horses. *Applied Animal Behaviour Science*. 2009. 116 ; 228-236.

VORSTENBOSH MA., BUCHNER HH., SAVELBERG HH., SCHAMHARDT HC., BARNVELD A. Modeling study of compensatory head movements in lame horses. *Am. J. Vet. Res.* 1997 ; 7 ; 713-718.

WITHERS J. M., VOÛTE L. C., HAMMOND G., LISCHER C. J. Radiographic anatomy of the articular process joints of the caudal cervical vertebrae in the horse on lateral and oblique projections. *Eq. Vet. J.* 2009. 41 ; 9 ; 895-902.

Nom : Poulain

Prénom : Claire

Etude bibliographique : Arthropathies des vertèbres cervicales du cheval

RESUME :

Les pathologies des articulations vertébrales sont fréquentes au niveau des cervicales chez le cheval. Elles présentent un intérêt grandissant dans le monde du sport équestre car elles peuvent être à l'origine de contre-performance. Les signes cliniques sont peu spécifiques, peu évocateurs. L'obtention d'un diagnostic nécessite des examens d'imagerie, radiographie et échographie en première intention mais parfois un scanner, une IRM, un myelogramme ou une scintigraphie peuvent être nécessaires. Néanmoins, le gabarit de l'animal reste un obstacle pour certains examens. Cette étude bibliographique a pour but de centraliser les connaissances sur ce sujet. Tout d'abord, une présentation générale de l'anatomie vertébrale de l'encolure du cheval est réalisée, à savoir les vertèbres, les articulations et les muscles. Puis, la biomécanique du segment cervical est décrite et l'influence du cavalier ou de certains entêtements est analysée. Puis, l'arthrose et le syndrome de Wobbler sont détaillés. Leurs symptômes et physiopathologie sont décrits. Enfin, les différentes méthodes de diagnostic notamment par imagerie sont abordées et les différents traitements possibles exposés.

MOTS CLES : vertèbres cervicales, cheval, arthrose, Syndrome de wobbler

Bibliographic study : Arthropathy of cervical vertebrae of the horse

ABSTRACT :

Pathologies of the vertebral joints are frequent in the cervical region in the horse. These present a growing interest in the world of equestrian sport because they can cause under performance. The clinical signs are not very specific nor very suggestive. The diagnosis is reached through medical imaging technics. X-ray and ultrasound are the go-to, but sometimes a computer-assisted tomography, an MRI, a myelogram or a scintigraphy may be necessary although the size of the animal could be an issue. This bibliographic study aims to centralize knowledge on this subject. First, a general presentation of the vertebral anatomy of the horse is globally described (vertebrae, joints and muscles). Then, the biomechanics of the cervical segment is explained and the influence of the rider or reins is analyzed. Then, osteoarthritis and Wobbler syndrom are detailed. Their symptoms and pathophysiology are described. Finally, the different methods of diagnostic through imaging technics are presented and the various treatments exposed.

KEY WORDS : cervical joints, horses, arthrosis, wobbler syndrom