

**VETAGRO SUP  
CAMPUS VETERINAIRE DE LYON**

Année 2018 - Thèse n°093

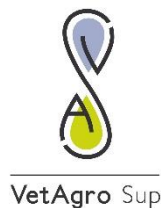
***CONTRIBUTION A L'ETUDE DU SQUELETTE AXIAL ET AU  
DIAGNOSTIC DES TRAUMATISMES VERTEBRAUX DES  
RAPACES***

**THESE**

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)  
et soutenue publiquement le 23 Novembre 2018  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*FRANCOIS Camille*





**VETAGRO SUP  
CAMPUS VETERINAIRE DE LYON**

Année 2018 - Thèse n°093

***CONTRIBUTION A L'ETUDE DU SQUELETTE AXIAL ET AU  
DIAGNOSTIC DES TRAUMATISMES VERTEBRAUX DES  
RAPACES***

**THESE**

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)  
et soutenue publiquement le 23 Novembre 2018  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*FRANCOIS Camille*





## Liste des Enseignants du Campus Vétérinaire de Lyon (1er mars 2018)

Nom	Prénom	Département	Grade
ABITBOL	Marie	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
ARCANGIOLI	Marie-Anne	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
AYRAL	Florence	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BECKER	Claire	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BELLUCO	Sara	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
BENAMOU-SMITH	Agnès	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
BENOIT	Etienne	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BERNY	Philippe	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BOULOCHER	Caroline	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BOURDOISEAU	Gilles	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
BOURGOIN	Gilles	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BRUYERE	Pierre	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BUFF	Samuel	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BURONFOSSE	Thierry	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
CACHON	Thibaut	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
CADORÉ	Jean-Luc	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
CAROZZO	Claude	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
CHABANNE	Luc	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
CHALVET-MONFRAY	Karine	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
DE BOYER DES ROCHES	Alice	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
DEMONT	Pierre	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
DJELOUADJI	Zorée	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
ESCRIOU	Catherine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
FRIKHA	Mohamed-Ridha	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GALIA	Wessam	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Stagiaire
GILOT-FROMONT	Emmanuelle	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
GONTHIER	Alain	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GRANCHER	Denis	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
GREZEL	Delphine	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
HUGONNARD	Marine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
JANKOWIAK	Bernard	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Contractuel
JAUSSAUD	Philippe	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
JEANNIN	Anne	DEPT-ELEVAGE-SPV	Inspecteur en santé publique vétérinaire (ISPV)
JOSSON-SCHRAMME	Anne	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences Contractuel
JUNOT	Stéphane	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
KODJO	Angeli	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
KRAFFT	Emilie	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
LAABERKI	Maria-Halima	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
LAMBERT	Véronique	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LE GRAND	Dominique	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
LEBLOND	Agnès	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
LEDoux	Dorothée	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Stagiaire
LEFEBVRE	Sébastien	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences Stagiaire
LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LEPAGE	Olivier	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
LOUZIER	Vanessa	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
MARCHAL	Thierry	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
MATEOS	Stevana	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences Contractuel
MOISSONNIER	Pierre	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
MOUNIER	Luc	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
PEPIN	Michel	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
PIN	Didier	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
PONCE	Frédérique	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
PORTIER	Karine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
POUZOT-NEVORET	Céline	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
PROUILLAC	Caroline	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
REMY	Denise	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
RENE MARTELLET	Magalie	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
RIVES	Germain	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Contractuel
ROGER	Thierry	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
SABATIER	Philippe	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
SAWAYA	Serge	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
SCHRAMME	Michael	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
SERGENTET	Delphine	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
THIEBAULT	Jean-Jacques	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
THOMAS-CANCIAN	Aurélie	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences Contractuel
TORTEREAU	Antonin	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
VIGUIER	Eric	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
VIRIEUX-WATRELOT	Dorothée	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences Contractuel
ZENNER	Lionel	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur



## **REMERCIEMENTS**

**Au Professeur Pierre Cochat**, qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury, pour sa disponibilité et ses conseils. Sincères remerciements.

**Au Docteur Magalie Rene Martellet**, pour son accompagnement tout au long de ce travail, ses conseils, ses paroles réconfortantes et pour avoir supporté mes quelques moments d'inquiétude pendant l'écriture de cette thèse. Sincères remerciements.

**Au Docteur Claude Carozzo**, pour sa disponibilité, sa flexibilité face aux changements de dates. Sincères remerciements.









## TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES .....	13
TABLE DES TABLEAUX .....	19
INTRODUCTION .....	21
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE .....	23
PARTIE I : PRESENTATION DES RAPACES ET ANATOMIE DU SQUELETTE AXIAL.....	23
I- Présentation générale des rapaces .....	23
A- Position taxinomique.....	23
B- Régimes alimentaires .....	27
C- Répartition géographique .....	27
D- Le vol des rapaces.....	30
1- Les différents types de vol.....	30
2- <i>Adaptation des phanères au vol : la forme des ailes et le plumage</i> .....	31
3- Rôle de la colonne vertébrale dans le vol .....	32
II- Le squelette axial des rapaces.....	33
A- Anatomie générale .....	33
1- L'unité structurale de la colonne : la vertèbre .....	33
2- Particularités des vertèbres des rapaces.....	34
3- Comparaison de l'anatomie des rapaces et des autres oiseaux en général .....	48
4- Particularités histologiques des vertèbres des rapaces .....	50
5- Les muscles entourant la colonne .....	51
B- Anatomie radiographique à partir d'exemples .....	51
1- Anatomie radiographique du squelette axial de la buse à queue rousse .....	51
2- Anatomie radiographique du squelette axial de la chouette effraie des clochers .....	52
C- Particularités du système nerveux des rapaces .....	56
1- L'encéphale des oiseaux et les nerfs crâniens.....	56
2- La moelle épinière .....	57
3- Particularité du contrôle nerveux chez les oiseaux.....	60
PARTIE II : PRISE EN CHARGE DU RAPACE TRAUMATISE.....	61
I- Les traumatismes vertébraux des rapaces.....	61
A- Définition du traumatisme et délimitation de notre étude .....	61
B- Les traumatismes du rachis.....	61
1- Les fractures vertébrales .....	61
2- Les luxations et subluxations vertébrales .....	61
3- Les entorses.....	61
4- Les hernies discales de types Hansen 3.....	61

C-	Prévalence .....	62
D-	Intérêts et limites de notre étude .....	64
1-	Conservation et protection d'une espèce : les relâchés dans la nature .....	64
2-	Le rapace comme animal de fauconnerie : la médecine individuelle .....	64
3-	Limites de notre étude .....	64
II-	Accueil du rapace traumatisé, examen clinique et moyens diagnostiques .....	65
A-	Attitude à adopter face à un rapace trouvé.....	65
1-	Ne jamais nourrir immédiatement un rapace blessé.....	65
2-	Le manipuler au minimum .....	65
3-	L'attraper.....	65
4-	Déplacer un rapace trouvé .....	66
5-	Le placer au calme .....	66
6-	Être prudent .....	67
B-	Contention du rapace.....	67
1-	Les dangers.....	67
2-	Contention des oiseaux de fauconnerie.....	68
3-	Contention des oiseaux sauvages .....	69
C-	Examiner un rapace : suspecter un traumatisme vertébral.....	69
1-	Prise en charge immédiate de l'oiseau traumatisé .....	70
2-	Recueil des commémoratifs et l'examen clinique à distance .....	71
3-	L'examen clinique rapproché .....	71
D-	L'examen neurologique et la localisation de la lésion .....	74
1-	Examen neurologique de l'oiseau .....	75
2-	Evaluer les nerfs crâniens.....	75
3-	Observer les réactions posturales .....	80
4-	Evaluer les réflexes spinaux.....	81
5-	Evaluer la sensation cutanée.....	84
6-	Apprécier la douleur profonde.....	84
E-	Exemple de fiche d'examen neurologique propre aux oiseaux .....	85
F-	Diagnostic différentiel des troubles neuronaux chez les rapaces.....	86
1-	Maladies dégénératives .....	86
2-	Maladies d'origine nutritionnelle .....	86
3-	Néoplasies .....	87
4-	Maladies infectieuses .....	87
5-	Maladie fongique.....	88
6-	Maladies d'origine toxique.....	88

7- Maladie locomotrice.....	89
G- La neurologie des rapaces en pratique .....	89
<b>PARTIE III : LE DIAGNOSTIC DU TRAUMATISME VERTEBRAL ET SA CARACTERISATION.....</b>	<b>91</b>
I- Examens complémentaires : le diagnostic du traumatisme vertébral et sa caractérisation ....	91
A- Examens complémentaires de base à réaliser .....	91
B- Ecarter les causes nerveuses non traumatiques et les problèmes nerveux périphériques..	91
1- Analyse du liquide céphalo-rachidien .....	92
2- L'électrodiagnostic .....	92
C- La radiographie.....	92
1- Les caractéristiques techniques d'une radiographie de rapace.....	93
2- Le positionnement.....	93
D- Le scanner.....	94
E- La myélographie .....	95
F- L'imagerie nucléaire .....	95
G- L'imagerie à résonance magnétique (IRM) .....	96
II- Cas cliniques : exemples de diagnostics de traumatismes vertébraux chez les rapaces .....	98
A- Comparaison de l'IRM et de la radiographie dans le diagnostic de traumatismes vertébraux chez trois pygargues à tête blanche .....	98
1- Anamnèse et commémoratifs .....	98
2- Examen clinique.....	98
3- Examens complémentaires .....	98
B- Suspicion de traumatisme de la colonne vertébrale chez un milan noir .....	101
1- Anamnèse et commémoratifs .....	101
2- Examen clinique d'admission .....	102
3- Examens complémentaires .....	102
4- Traitement de la fracture et évolution post-opératoire .....	102
5- Examens complémentaires : explorer une éventuelle lésion neurologique.....	102
6- Evolution.....	104
C- Signes de traumatisme vertébral chez 14 oiseaux sauvages : diagnostic et pronostic.....	105
1- Matériel et méthodes.....	105
2- Résultats .....	107
D- Conclusion des études précédentes.....	108
<b>PARTIE EXPERIMENTALE.....</b>	<b>109</b>
I- Matériel et méthodes.....	109
A- Observation des squelettes de rapaces en musée.....	109

B-	Incidence des traumatismes vertébraux : statistiques du centre de soin de la faune sauvage à Toulouse .....	109
C-	Radiographies, images scanners et autopsie de rapaces présentant des symptômes neurologiques.....	110
II-	Résultats .....	111
A-	Anatomie du squelette axial des rapaces : observations personnelles .....	111
1-	Les vertèbres cervicales.....	111
2-	Les vertèbres thoraciques .....	119
3-	Le synsacrum .....	131
4-	Les vertèbres caudales libres et le pygostyle .....	138
B-	Incidence et étiologie des traumatismes vertébraux chez les rapaces.....	145
C-	Scanners, radiographies et autopsies de rapaces présentant des signes cliniques compatibles avec un traumatisme vertébral .....	147
1-	Radiographies de rapaces présentés au Centre de soins de l'ENVV .....	147
2-	Autopsie d'un élanion blanc.....	157
III-	Discussion .....	159
A-	Anatomie du squelette axial des rapaces.....	159
1-	Comparaison du squelette axial des différentes familles de rapaces.....	159
2-	Biomécanique de la colonne des rapaces .....	160
B-	Incidence des traumatismes vertébraux.....	162
C-	Scanners, radiographies et autopsies de rapaces suspectés de traumatismes vertébraux	162
	CONCLUSION .....	163
	BIBLIOGRAPHIE.....	165
	ANNEXES.....	169

## **TABLE DES FIGURES**

Figure 1: (a) crâne de hibou Grand-duc ( <i>Bubo bubo</i> ) présentant un bec acéré permettant l'arrachage de lambeaux de nourriture, (b) schéma typique de serres de rapaces, type anisodactyle (O'malley, 2005).....	23
Figure 2: Serres (à gauche) et bec (à droite) d'aigle royal (Pinasseau, 2015) .....	24
Figure 3: Condor des Andes ( <i>Vultur gryphus</i> ) (oiseaux .net) .....	25
Figure 4: Fauconnet Moineau ( <i>Microhierax fringillarius</i> ) (oiseaux.net) .....	25
Figure 5: Classification des principales espèces de rapaces en France (OISEAUX.NET et Dubois, 2008, Nouvel Inventaire des Oiseaux de France).....	26
Figure 6: (a) Balbuzard et le produit de sa pêche, (b) Bondrée apivore, rapace exclusivement insectivore, (c) Vautour fauve, charognard (oiseaux.net).....	27
Figure 7: (a) Pygargue de Steller ( <i>Haliaeetus pelagicus</i> ), (b) Autour chanteur ( <i>Melierax canorus</i> ) (oiseaux.net).....	28
Figure 8: Aire de répartition du autour chanteur (oiseaux.net).....	28
Figure 9: Aire de répartition du pygargue de Steller (oiseaux.net).....	29
Figure 10: Aire de répartition du faucon Pèlerin (oiseaux.net).....	29
Figure 11: Aigle botté en vol (oiseaux.net, photographie Yann Ponthieux) .....	30
Figure 12: Faucon pèlerin en piqué (oiseaux.net).....	31
Figure 13: Les types de plumes et leur rôle dans le vol (photographies oiseaux.net) .....	31
Figure 14: Schéma d'une articulation entre deux vertèbres (d'après Sawaya, cours d'anatomie S6,). 33	
Figure 15: Buse variable (à gauche) et chouette Effraie des Clochers (à droite) (oiseaux.net) .....	34
Figure 16: Atlas et axis de busard commun (Bitoiu, 2011).....	35
Figure 17: Vertèbres cervicales du busard commun (Bitoiu, 2011) .....	36
Figure 18: Vertèbres cervicales de busard commun (sans atlas et axis), vue latérale gauche (Bitoiu, 2011).....	36
Figure 19: Présentation des douze vertèbres cervicales de la chouette Effraie en vue dorsale (Hivernaud, 2011).....	37
Figure 20: Vertèbres cervicales de chouette Effraie, assemblées en vue latérale droite (Hivernaud, 2010).....	38
Figure 21: Vues crâniale (a) et caudale (b) des vertèbres cervicales de chouette Effraie (d'après Hivernaud, 2011).....	39
Figure 22: Vertèbres thoraciques de busard commun (Bitoiu, 2011).....	40
Figure 23: Aspect latéral droit des vertèbres thoraciques de chouette effraie (d'après Hivernaud, 2011).....	40
Figure 24: Aspect dorsal des vertèbres thoraciques de la chouette effraie (a) présentées séparément, (b) présentées en connexion.....	41
Figure 25: Aspect ventral des vertèbres thoraciques de chouette Effraie (a) présentées séparément, (b) présentées en connexion.....	41
Figure 26: Aspect crânial (a) et caudal (b) des vertèbres thoraciques de chouette effraie (d'après Hivernaud 2011).....	42
Figure 27: Schéma de la vue latérale gauche du squelette axial d'un oiseau adulte (d'après Silverman, 2010).....	48
Figure 28: Schéma de la vue ventrale du squelette d'un oiseau adulte (d'après Silverman, 2010) .....	49
Figure 29: schéma de vue latérale droite de squelette de poule domestique ( <i>Gallus gallus</i> ) (d'après King et McLelland, 1984).....	50
Figure 30: Radiographie de profil gauche de corps de buse à queue rousse (d'après Silverman, 2010) .....	51

Figure 31: Radiographie de profil gauche de buse à queue rousse (Silverman, 2010).....	52
Figure 32: Radiographies de vues ventro-dorsale (à droite) et latéro-latérale gauche (à gauche) de chouette effraie adulte (Hivernaud, 2011) .....	53
Figure 33: Radiographies de vues ventro-dorsale (à droite) et latéro-latérale gauche (à gauche) de thorax de chouette effraie (Hivernaud, 2011) .....	54
Figure 34: Radiographies de vues ventro-dorsale (à droite) et latéro-latérale (à gauche) de chouette effraie (Hivernaud, 2011) .....	55
Figure 35: Vue ventrale du système nerveux central d'une poule domestique (Gallus gallus) (d'après Orosz, Bradshaw 2007).....	56
Figure 36: Section médiane du cerveau d'un poussin âgé d'un jour, échelle 2mm (McLelland, 1990)	57
Figure 37: Répartition des principales causes de morbidité chez les falconidés examinés pour motif médical à l'hôpital Fahad bin Sultan Falcon Center, entre le premier septembre et le premier mars 2001 (d'après Robin, 2007) .....	63
Figure 38: Répartition des principales causes de mortalité chez les falconidés examinés pour motif médical à l'hôpital Fahad bin Sultan Falcon Center, entre le premier septembre et le premier mars 2001 (d'après Robin, 2007) .....	63
Figure 39: Contention d'un circaète Jean-le-Blanc sauvage (réalisation personnelle) .....	66
Figure 40: Aigle royal dans un carton (vetbrasseur.be) .....	67
Figure 41: Serres d'aigle et bec de pygargue de Steller (oiseaux.net) .....	67
Figure 42: Contention d'un faucon lannier domestiqué (Photographies Michel Lierz) .....	68
Figure 43: Logo de la fondation Bioandina.....	69
Figure 44: Photographie d'un aigle royal en détresse respiratoire (Samour, 2007) .....	71
Figure 45: Schémas de la forme des muscles pectoraux en coupe transversale (d'après Nyeland et al, 2003).....	72
Figure 46: Schéma simplifié des différents muscles du bréchet en coupe transversale (Gretzinger, 2016).....	73
Figure 47: Photo d'une buse variable présentant une fracture du tibia (Samour,2007) .....	74
Figure 48: Photographie d'un faucon pèlerin présentant un port d'ailes anormal (Samour, 2007).....	75
Figure 49: Evaluation des placers visuels (à gauche) et du réflexe de battement des ailes (à droite) (Modesto, 2017) .....	80
Figure 50: Photographie de réalisation du test du réflexe cloacal (Modesto, 2017).....	82
Figure 51: Exemple de fiche d'examen neurologique d'un oiseau (Clippinger, 2007).....	85
Figure 52: Exemple du positionnement pour une radiographie de face des cervicales chez une chouette effraie (Tyto alba) (Robin, 2012).....	93
Figure 53: Exemple du positionnement pour une radiographie de profil des cervicales chez une chouette effraie (Tyto alba) (Robin, 2012).....	94
Figure 54: Image par résonance magnétique de pygargue à tête blanche (Stauber, 2007).....	96
Figure 55: Radiographie de face du rachis d'un pygargue à tête blanche (Stauber, 2007) .....	99
Figure 56: Image de résonance magnétique d'un aigle avec présentant des signes cliniques de traumatisme médullaire. Image pondérée en T2 (plan sagittal), corps entier avec crâne à gauche (Stauber, 2007).....	100
Figure 57: Image de résonance magnétique de l'aigle présentant des signes cliniques de traumatisme médullaire (Stauber, 2007).....	101
Figure 58: Radiographie vue latérale gauche d'un milan noir (Grioni, 2008) .....	103
Figure 59: Radiographie de face d'un milan noir (Grioni, 2008) .....	103
Figure 60: Photo de la colonne vertébrale du milan noir à l'autopsie (Grioni, 2008).....	104
Figure 61: Lésion de la colonne vertébrale observées chez le milan noir à l'autopsie (Grioni, 2008)	105



Figure 62: Vue dorsale (à gauche) et latérale droite (à droite) d'une vertèbre cervicale de Hibou Grand-duc (Réalisation personnelle).....	111
Figure 63: Vue dorsale de cou monté de Hibou Grand-duc (réalisation personnelle) .....	112
Figure 64: vue ventrale de vertèbres cervicales assemblées de Hibou grand-duc (Réalisation personnelle).....	113
Figure 65: Vue dorsale (à gauche) et ventrale (à droite) de trois vertèbres cervicales de faucon pèlerin (Réalisation personnelle).....	113
Figure 66: Vue dorsale de vertèbres cervicales de faucon Pèlerin assemblées (réalisation personnelle) .....	114
Figure 67: Vue crâniale d'atlas de vautour fauve (réalisation personnelle) .....	115
Figure 68: Vue dorsale (à gauche) et ventrale (à droite) d'une vertèbre cervicale isolée de vautour fauve (réalisation personnelle, d'après un squelette du Musée des Confluences) .....	115
Figure 69: Vue latérale droite de vertèbres cervicales assemblées de condor des Andes (réalisation personnelle, squelette du musée des Confluences) .....	116
Figure 70: Vue ventrale de vertèbres cervicales assemblées de Condor des Andes (Réalisation personnelle, squelette du Musée des Confluences) .....	117
Figure 71: Vue latérale gauche de vertèbres cervicales montées de balbuzard pêcheur (réalisation personnelle).....	118
Figure 72: Vue de face de vertèbre thoracique de hibou Grand-Duc (réalisation personnelle).....	119
Figure 73: vue dorsale de vertèbres thoraciques de hibou grand-duc assemblées (réalisation personnelle), extrémité crâniale à gauche.....	120
Figure 74: Vue latérale gauche des côtes de hibou grand-duc (réalisation personnelle).....	120
Figure 75: Vue ventrale de notarium de faucon pèlerin (réalisation personnelle).....	121
Figure 76: Vue latérale droite de notarium de faucon pèlerin (réalisation personnelle).....	122
Figure 77: Vue dorsale de notarium de faucon pèlerin sur un squelette monté (réalisation personnelle).....	123
Figure 78: vue latérale gauche de sternum de faucon pèlerin (réalisation personnelle) .....	124
Figure 79: vue dorsale du sternum d'un faucon pèlerin (réalisation personnelle).....	124
Figure 80: Vue latérale gauche de deux vertèbres thoraciques de vautour fauve (réalisation personnelle).....	125
Figure 81: Vue dorsale de deux vertèbres de vautour fauve (réalisation personnelle).....	126
Figure 82: Vue ventrale de sternum de vautour fauve (réalisation vertébrale) .....	126
Figure 83: Vue latérale droite de vertèbres thoraciques de condor des Andes (réalisation personnelle) .....	127
Figure 84: Vue dorsale de vertèbres thoraciques assemblées de condor des Andes (réalisation personnelle).....	128
Figure 85: Vue dorsale de vertèbres thoraciques assemblées de balbuzard pêcheur (réalisation personnelle).....	129
Figure 86: vue latérale droite de vertèbres de buse variable solidarisée par du cartilage entre les processus épineux (réalisation personnelle).....	130
Figure 87: vue dorsale (à gauche) et vue ventrale (à droite) de synsacrum et de vertèbres caudales libres de hibou grand-duc (réalisation personnelle) .....	131
Figure 88: Vues dorsale (à gauche) et ventrale (à droite) de synsacrum de faucon pèlerin (réalisation personnelle).....	132
Figure 89: Vue dorsale de synsacrum et d'une partie des vertèbres caudales de vautour fauve (réalisation personnelle) .....	133
Figure 90: Vue ventrale de synsacrum de vautour fauve (réalisation personnelle) .....	134
Figure 91: Vue dorsale de synsacrum de condor des Andes (réalisation personnelle) .....	135

Figure 92: Vue dorsale de synsacrum de balbuzard pêcheur (réalisation personnelle).....	136
Figure 93: vue ventrale de synsacrum et vertèbres caudales libres de busard commun (réalisation personnelle).....	137
Figure 94: vue latérale gauche des vertèbres caudales libres assemblées de hibou grand-duc (réalisation personnelle) .....	138
Figure 95: Vue dorsale de vertèbres caudales libres assemblées de faucon pèlerin (réalisation personnelle).....	139
Figure 96: Vue latérale gauche de vertèbres caudales de faucon pèlerin assemblées (réalisation personnelle).....	139
Figure 97: Vue caudale (à gauche) et latéral droite (à droite) de pygostyle de faucon pèlerin (réalisation personnelle) .....	140
Figure 98: Vue dorsale d'une partie des vertèbres caudales assemblées de vautour fauve (réalisation personnelle).....	141
Figure 99: Vue dorsale des vertèbres caudales libres de condor des Andes (réalisation personnelle) .....	142
Figure 100: Vue latérale gauche de vertèbres caudales de condor des Andes (réalisation personnelle) .....	143
Figure 101: Vue dorsale des vertèbres caudales libres de balbuzard pêcheur (réalisation personnelle) .....	144
Figure 102: Vue latérale gauche de vertèbres caudales libres assemblées de balbuzard pêcheur (réalisation personnelle) .....	144
Figure 103: Graphique des causes de traumatismes des rapaces amenés au centre entre Janvier 2016 et Juillet 2018 (réalisation personnelle d'après les données du registre de faune sauvage d'École Nationale Vétérinaire de Toulouse) .....	145
Figure 104: Graphique du nombre de rapaces présentant des signes de traumatisme vertébral selon la cause d'entrée au centre de soins de l'ENVT entre Janvier 2016 et Juillet 2018 (réalisation personnelle à partir des données du registre de faune sauvage de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse).....	146
<i>Figure 105 : Radiographie de face d'un hibou des marais présentant des signes cliniques compatibles avec un traumatisme vertébral (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) .</i>	<i>147</i>
Figure 106: Agrandissement de l'image douteuse de la radiographie du hibou des marais (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse).....	148
Figure 107: Coupe sagittale de rachis d'un hibou des marais présentant une parésie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) .....	148
Figure 108: Image scanner d'une coupe transversale T5 de hibou des marais présentant une parésie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) .....	149
Figure 109: Agrandissement de l'image scanner en coupe transversale de la zone douteuse observée sur la radiographie (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) .....	149
Figure 110: Radiographie de face d'un faucon crécerelle présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) .....	150
Figure 111: agrandissement de la lésion observée sur la radiographie de face de faucon crécerelle (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse).....	151
Figure 112: Radiographie de profil de faucon crécerelle présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) .....	151
Figure 113: Coupe transversale de rachis de faucon crécerelle (entre T5 et synsacrum) présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse).....	152

<i>Figure 114: coupe transversale de rachis de faucon crécerelle présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse).....</i>	<i>152</i>
Figure 115: Radiographie de face d'une buse variable présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse).....	153
Figure 116: Radiographie de profil d'une buse variable présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) .....	154
Figure 117: Lésion de la colonne observée sur la radiographie de face de la buse variable (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse).....	154
Figure 118: Coupe transversale de rachis de buse variable (dernière vertèbre thoracique) présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle).....	155
Figure 119: Coupe transversale de rachis (quatrième vertèbre thoracique) de buse variable présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle).....	155
Figure 120: Coupe longitudinale dorsale de rachis (vertèbres thoraciques en haut et synsacrum en bas) de chouette effraie présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse).....	156
Figure 121: Coupe longitudinale de rachis (vertèbres thoraciques à gauche, synsacrum à droite) de chevêchette d'Athéna présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) .....	156
Figure 122: Coupes transversales de rachis (dernière vertèbre thoracique et extrémité crâniale du synsacrum) de chevêchette d'Athéna présentant une paralysie des membres pelviens (coupe tous les 4 mm, réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse).....	157
Figure 123: Hématomes du dos de l'élanion blanc (à gauche) et fractures vertébrales (à droite) observés lors de son autopsie (réalisation personnelle).....	158
Figure 124: vue dorsale de vertèbre cervicale de vautour fauve, ordre des accipitriformes (à droite) et de vertèbres cervicales de faucon pèlerin, ordre des falconiformes (à gauche) (réalisation personnelle).....	159
Figure 125: schéma récapitulatif des caractéristiques biomécaniques des différentes zones de la colonne du rapace .....	161
Figure 126: Situation des potentiels points de fragilité de la colonne d'une faucon crécerelle.....	161



## TABLE DES TABLEAUX

Tableau I: Organisation de la moelle épinière des oiseaux (Gretzinger, 2016, d'après Orosz et Bradshaw).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau II: Poids du mâle et de la femelle de quelques espèces de rapaces (Samour, 2011).....	72
Tableau III: Examen des nerfs crâniens des oiseaux (partie 1/4) (d'après (CLIPPINGER, BENNETT, PLATT 2007) ; (JONES, OROSZ 1996) ; (OROSZ, BRADSHAW 2007) et (HUNT 2015)) .....	76
Tableau IV: Examen des nerfs crâniens des oiseaux (partie 2/4) (Gretzinger, d'après (CLIPPINGER, BENNETT, PLATT 2007) ; (JONES, OROSZ 1996) ; (OROSZ, BRADSHAW 2007) et (HUNT 2015)) ..	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau V: Examen des nerfs crâniens des oiseaux (partie 3/4) (Gretzinger, d'après (CLIPPINGER, BENNETT, PLATT 2007) ; (JONES, OROSZ 1996) ; (OROSZ, BRADSHAW 2007) et (HUNT 2015)) ..	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau VI: Examen des nerfs crâniens des oiseaux (partie 4/4) (Gretzinger, d'après (CLIPPINGER, BENNETT, PLATT 2007) ; (JONES, OROSZ 1996) ; (OROSZ, BRADSHAW 2007) et (HUNT 2015)) ..	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau VII: Localisation de la lésion en fonction des signes neurologiques observés (Gretzinger, 2017, d'après (JONES, OROSZ 1996) et (CLIPPINGER, BENNETT, PLATT 2007)).....	84
Tableau VIII: résumé de l'examen neurologique des patients rapaces présentés entre 2005 et 2007 (d'après Whittington, 2008) .....	106



## INTRODUCTION

Le mot « rapace » est un mot emprunté au latin *rapere*, qui signifie « emporter rapidement ». Ce terme regroupe un ensemble d'oiseaux présentant des serres tranchantes et un bec puissant et crochu. On les appelle également « oiseaux de proies ».

Certains rapaces peuvent être « affaîlés » (dressés) pour exercer la fauconnerie. Cette discipline, pratiquée dans plus d'une quarantaine de pays, et inscrite au patrimoine de l'UNESCO en 2016, consiste à reproduire le comportement de capture d'un gibier par l'oiseau dans son milieu naturel. Certains faucons à hautes performances sportives coûtent plus de 200 000 euros. Des compétitions organisées aux Emirats Arabes Unis peuvent en effet rapporter plusieurs milliers à l'écurie gagnante. L'acquisition de certains rapaces rares, pour des spectacles de fauconnerie ou des parcs animaliers, dépasse également la dizaine de milliers d'euros.

La détention de rapaces en parcs animaliers peut également être réalisée dans un but de conservation. La reproduction de certains oiseaux de proies en captivité peut permettre la préservation de l'espèce, et, parfois, mener à des relâchés dans la nature.

En effet, le territoire des rapaces rétrécit avec la diminution des forêts et l'extension des zones urbaines. Le gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*, Accipitriforme, Accipitridé) est le plus grand des vautours de la faune Européenne. En voie d'extinction en France au début du siècle, il est maintenant devenu une espèce emblématique des Alpes suite à sa réintroduction couronnée de succès il y a une trentaine d'années. Cependant, l'espèce reste menacée par l'activité humaine : lignes à haute tension, chasse, circulation... Autant de menaces auxquelles sont exposés bon nombre de rapaces.

Ces menaces sont à l'origine de blessures et mènent souvent à la mort. L'une de ces blessures est le traumatisme vertébral. Les oiseaux atteints présentent fréquemment des troubles neurologiques, comme une paralysie des membres pelviens, parfois associée à une paralysie des ailes. Ces rapaces sont ainsi aisément repérables et souvent amenés en centre de soins de la faune sauvage, s'ils sont encore vivants. Il est alors nécessaire de savoir repérer au plus vite les traumatismes vertébraux pour apporter aux patients un traitement adapté et une chance de guérison.

Dans le cas d'un rapace de fauconnerie, il est plus aisé de rassembler les moyens financiers pour leur prise en charge. Des examens complémentaires doivent être immédiatement réalisés pour tenter de sauver l'oiseau, et, au mieux, de faire en sorte que cette blessure n'anéantisse pas son avenir sportif.

Les traumatismes vertébraux sont assez fréquents chez les oiseaux et chez les rapaces en particulier. Malgré leur fréquence, les connaissances sur l'anatomie du squelette axial des rapaces restent limitées et il n'existe aucun ouvrage de référence pour la prise en charge de ces oiseaux traumatisés. Nous nous sommes donc interrogés sur les particularités du squelette axial des rapaces, sur son aspect aux examens d'imagerie, puis sur la pertinence des différentes méthodes d'imagerie actuellement disponibles en médecine vétérinaire pour le diagnostic de certitudes des traumatismes vertébraux.

Dans la première partie de ce travail, nous nous sommes penchés sur les rapaces, leurs caractéristiques qui font d'eux des oiseaux si particuliers, puis nous nous sommes appliqués à décrire au mieux l'anatomie générale et radiographique du squelette axial de certains représentants du groupe. L'atteinte de la moelle épinière étant un facteur décisif dans la guérison de l'oiseau, nous nous sommes intéressés également à l'anatomie du système nerveux et aux méthodes permettant la mise en évidence et la caractérisation des atteintes neurologiques chez les oiseaux. Les chocs ayant conduit à l'apparition de fractures vertébrales pouvant mener à une hospitalisation en centre de soin ou en

hôpital spécialisé, nous avons décrit les particularités de l'accueil d'un rapace, de son examen clinique et neurologique, puis développé les examens complémentaires permettant le diagnostic d'un traumatisme vertébral. Quelques études tirées de la littérature, résumées ensuite, nous ont permis d'avoir un aperçu des moyens mis en œuvre en pratique et de leur succès.

Dans une deuxième partie, nous nous sommes intéressés aux spécificités du squelette axial des différentes familles de rapaces en observant et photographiant des squelettes mis à notre disposition dans différents muséums d'histoire naturelle. Enfin, une étude des cas présentés au centre soins de la faune sauvage de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse a permis de mieux appréhender la fréquence des rapaces admis avec une suspicion de traumatismes vertébraux et les causes rapportées de ces traumatismes et d'illustrer notre travail par quelques clichés d'imagerie réalisés sur des rapaces traumatisés.



# PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

## PARTIE I : PRESENTATION DES RAPACES ET ANATOMIE DU SQUELETTE AXIAL

### I- Présentation générale des rapaces

#### A- Position taxinomique

Nous nous sommes concentrés sur l'ensemble des espèces regroupées sous le nom vernaculaire « rapaces ». Les rapaces sont un ensemble d'oiseaux ayant plusieurs caractéristiques communes, liées notamment à leur régime alimentaire (dictionnaire de français, Larousse, 2018). Ils possèdent en effet des membres postérieurs terminés par quatre doigts prolongés chacun par de longues griffes recourbées : les serres. Leur bec est crochu et très coupant et ils éliminent les restes non digérés de leurs proies (os, écailles, poils) dans des boulettes de régurgitation.

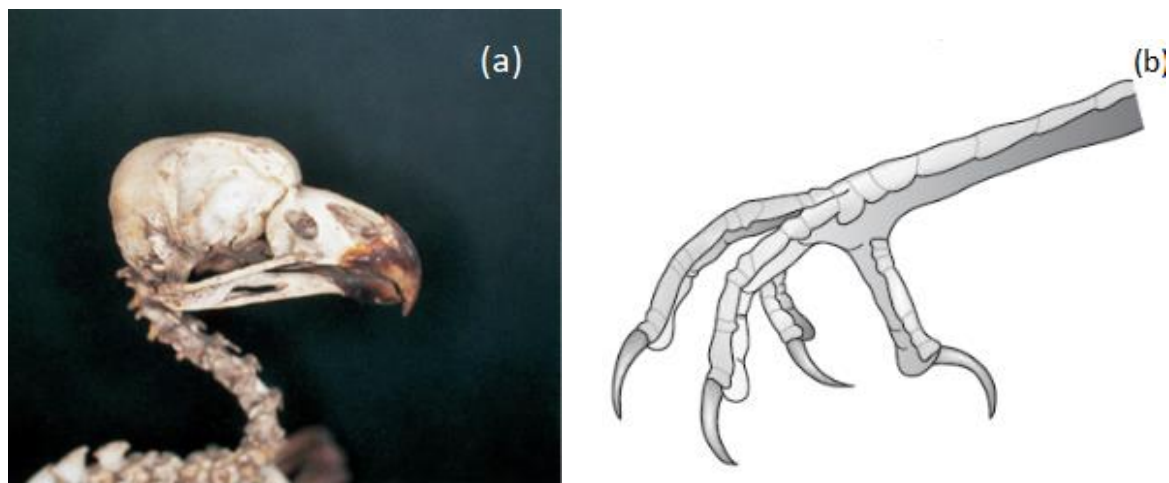


Figure 1: (a) crâne de hibou Grand-duc (*Bubo bubo*) présentant un bec acéré permettant l'arrachage de lambeaux de nourriture, (b) schéma typique de serres de rapaces, type anisodactyle (O'malley, 2005)

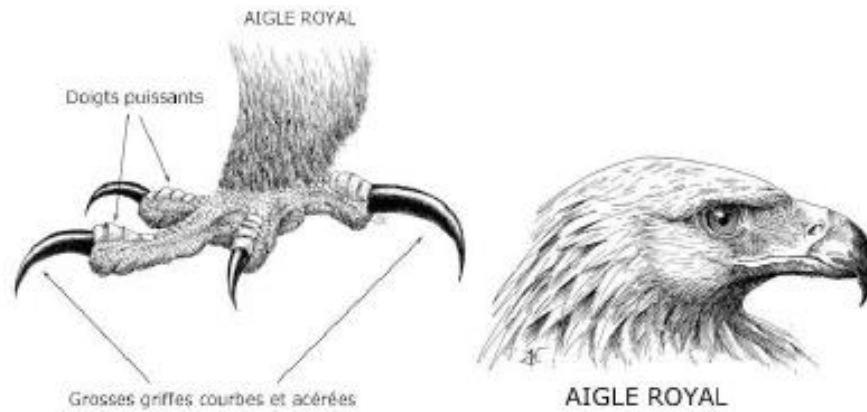


Figure 2: Serres (à gauche) et bec (à droite) d'aigle royal (Pinasseau, 2015)

Ils ont une vision excellente, monoculaire et binoculaire. Leur vue est en couleur. Les rapaces possèdent deux fovéas par rétine (une latérale et une centrale), leur conférant une vision très sensible (Tucker, 2000).

Les rapaces sont des oiseaux (classe des Aves), donc des vertébrés tétrapodes bipèdes ailés (Von Liné, (Linneaus) 1758).

Le terme « rapace » est un nom vernaculaire qui regroupe trois ordres (Congrès National Ornithologique, 2015) : les Accipitriformes (aigles, vautours...), les Falconiformes (ensemble des faucons) et les Strigiformes (chouettes et hiboux). L'ordre des Accipitriformes comprend 4 familles : les Accipitridés, les Catharidés, les Sagittariidés et les Pandionidés. Celui des Strigiformes est divisé en deux familles : les Strigydés et les Tytonidés. L'ordre des Falconiformes ne contient, lui, qu'une seule famille, les Falconidés.

En France, les trois ordres de rapaces sont présents. Environ 48 espèces sont observables en France, dont 23 espèces nicheuses et 23 espèces hivernantes. La France abrite ainsi la moitié des rapaces d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient (Dubois, 2008).

Les tailles et les poids des rapaces sont très variables. Les envergures varient de 3,20 mètres pour le Condor des Andes (*Vultur gryphus*) avec un poids pouvant aller jusqu'à 15 kilogrammes, à une envergure de 27 centimètres et un poids de 28 grammes pour le Fauconnet moineau (*Polihierax semitorquatus*) (oiseaux.net).



Figure 3: Condor des Andes (*Vultur gryphus*) (oiseaux .net)



Figure 4: Fauconnet Moineau (*Microhierax fringillarius*) (oiseaux.net)

Il existe différentes classifications des rapaces. Les plus anciennes comptaient deux ordres, les Falconiformes (rapaces diurnes) et les Strigiformes (rapaces nocturnes). Elles ont été longtemps utilisées par le monde scientifique, mais les avancées des classifications phylogénétiques ont permis de réaliser les différences entre les différents rapaces diurnes et plus particulièrement entre les faucons et le reste des rapaces nocturne (Mc Cormack, 2008). Les rapaces appartiennent donc aujourd'hui à des ordres phylogénétiquement assez éloignés (figure 5).

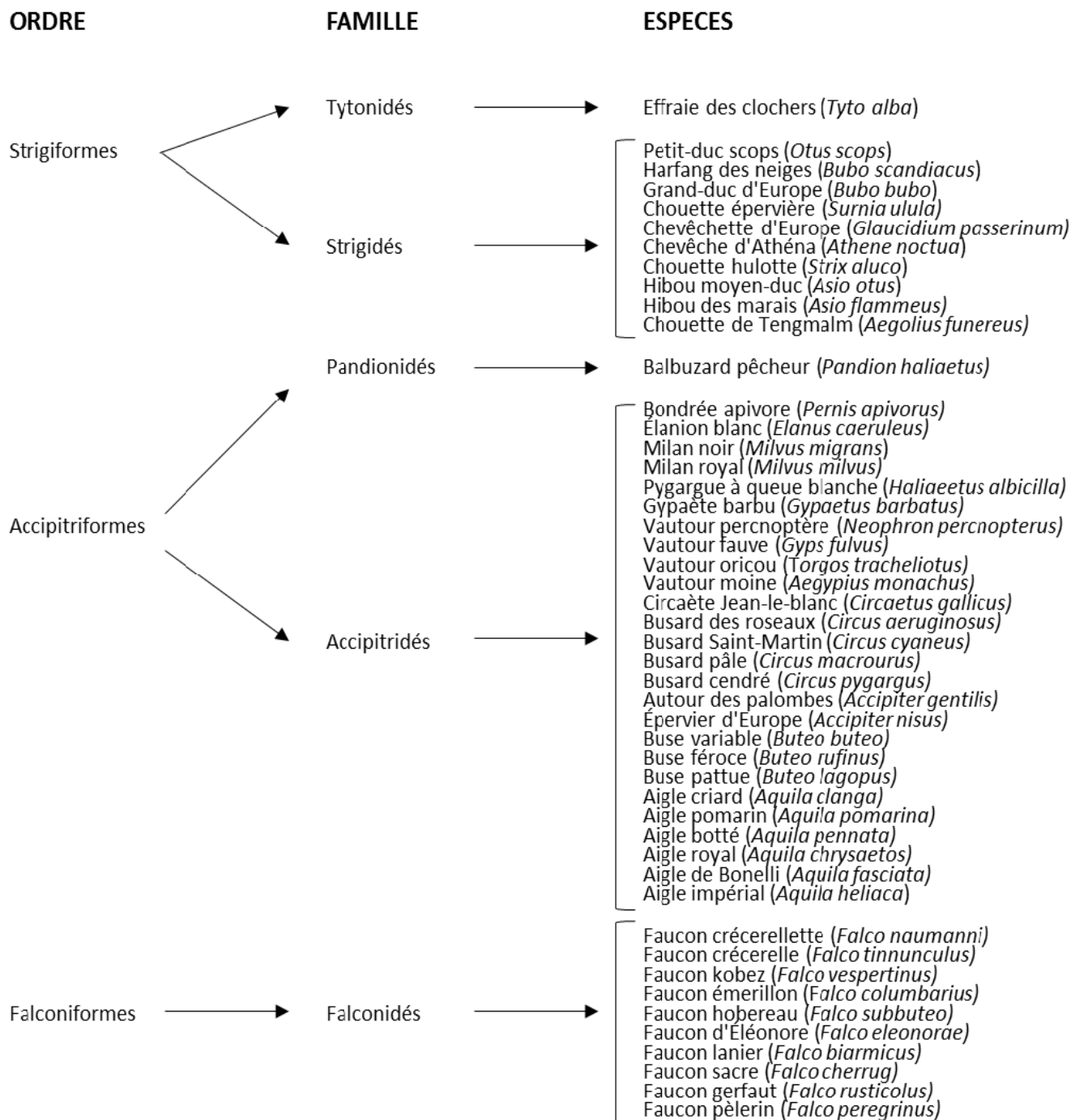


Figure 5: Classification des principales espèces de rapaces en France (OISEAUX.NET et Dubois, 2008, *Nouvel Inventaire des Oiseaux de France*)

## B- Régimes alimentaires

La plupart des rapaces sont carnivores, prédateurs ou charognards. Les prédateurs sont des régulateurs d'espèces dont la densité tend à devenir trop importante (les rongeurs notamment). Une majorité des oiseaux de proie se nourrissent de charognes : pour exemple, la buse variable (*Buteo buteo*), le milan royal (*Milvus migrans*), l'aigle royal (*Aquila chrysaetos*) et toutes les espèces de vautours, comme le vautour fauve (*Gyps fulvus*). Tous ont alors un rôle de « nettoyeurs ». Certains rapaces peuvent être insectivores : 24% des accipitridés dans le monde sont exclusivement insectivores (comme la bondrée apivore, *Pernis apivorus*) et 42% le sont occasionnellement. Enfin, il existe également des espèces piscivores, telles que le balbuzard pêcheur (*Padion haliaetus*) (Dubois, 2008 et oiseaux.net).

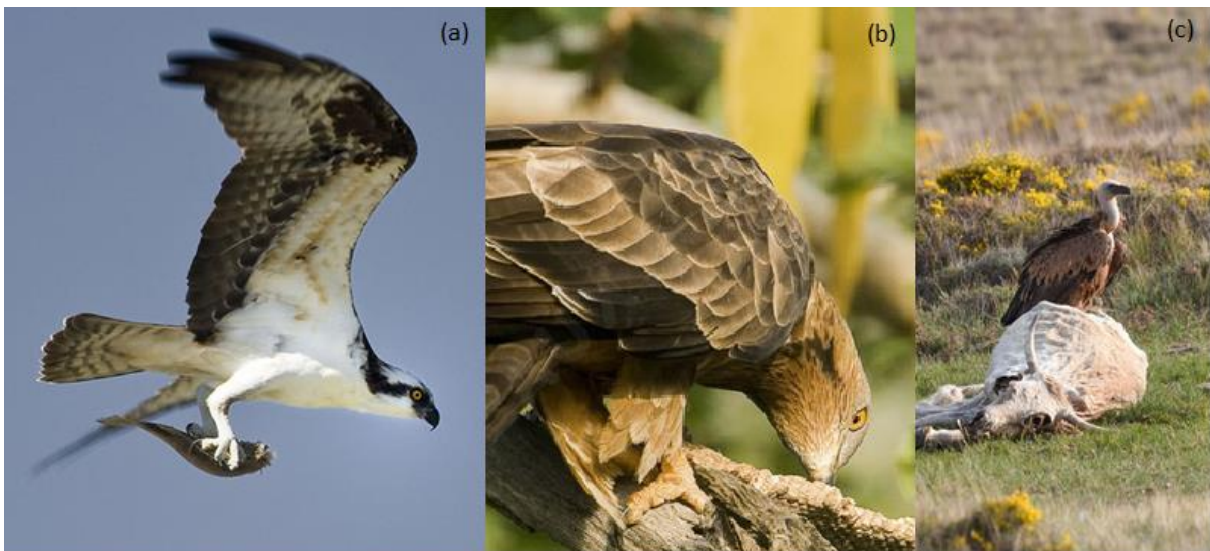


Figure 6: (a) Balbuzard et le produit de sa pêche, (b) Bondrée apivore, rapace exclusivement insectivore, (c) Vautour fauve, charognard (oiseaux.net)

Ces régimes alimentaires nécessitent un bec puissant et crochu qui permet d'arracher des lambeaux de viande ou de proie. Des serres acérées facilitent la capture et la mise à mort de la proie.

## C- Répartition géographique

Les rapaces sont des animaux très largement distribués. Certaines espèces sont visibles sur les quatre continents, comme le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), tandis que d'autres sont endémiques de certains pays. On compte plusieurs espèces vivant en milieu désertique chaud et d'autres en zones aux températures très basses (oiseaux.net).



Figure 7: (a) Pygargue de Steller (*Haliaeetus pelagicus*), (b) Autour chanteur (*Melierax canorus*) (oiseaux.net)



Figure 8: Aire de répartition du autour chanteur (oiseaux.net)

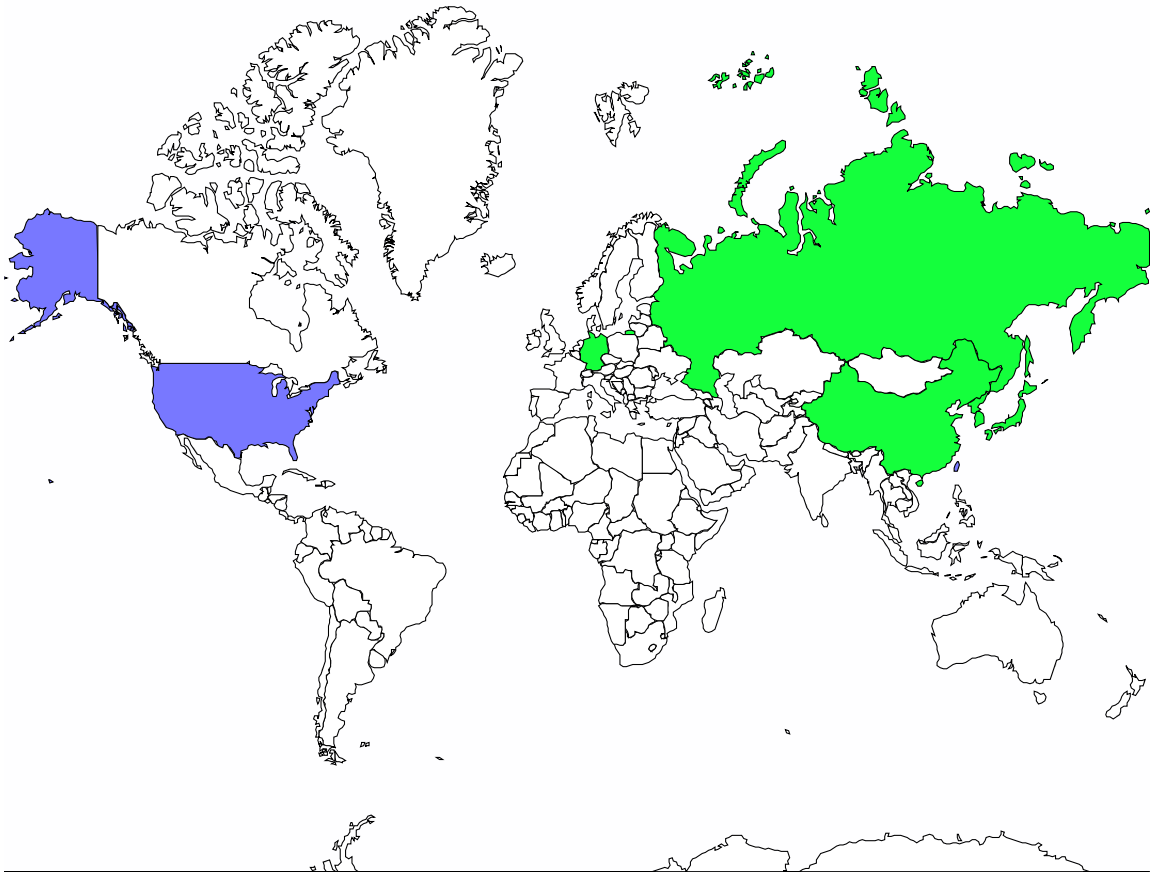


Figure 9: Aire de répartition du pygargue de Steller (oiseaux.net)



Figure 10: Aire de répartition du faucon Pèlerin (oiseaux.net)

Certaines espèces sont migratrices, comme l'aigle Botté (*Aquila pennata*). Ce rapace passe l'hiver en Inde et dans les savanes du Sénégal à l'Ethiopie, et migre dans le Nord de l'Afrique et en Chine pour sa reproduction (oiseaux.net).



Figure 11: Aigle botté en vol (oiseaux.net, photographie Yann Ponthieux)

## D- Le vol des rapaces

### 1- Les différents types de vol

On note plusieurs types de vols différents, reliés au mode de vie et de prédation de l'animal. Ces vols sont les vols plané (vol sans battement où l'énergie nécessaire est tirée directement des mouvements de l'air), battu (l'oiseau bat des ailes) et piqué (Popinet, 2000).

Certains rapaces, plus particulièrement les faucons pour chasser, adoptent le vol dit « piqué ». Le faucon Pèlerin est un des oiseaux les plus connus pratiquant ce genre d'attaque. Après repérage de sa proie (« vol d'amont »), il gagne en altitude (« vol de placement ») avant de piquer « ailes fermées » (Tucker, 1998). Il se pourrait que, pour accélérer, le faucon tende le cou en avant au lieu de le conserver replié, ce qui aurait pour effet d'améliorer son coefficient aérodynamique, comme c'est le cas chez les oiseaux plongeurs (Lovvorn et al, 2001). Cette hypothèse n'est pas absolument avérée en ce qui concerne le Faucon Pèlerin, car les piqués d'attaque se déroulent toujours très loin de l'observateur, mais c'est en tout cas ce qui semble se produire quand le faucon accélère en donnant l'impression de « s'allonger » sur sa trajectoire (Monneret, 2001).





Figure 12: Faucon pèlerin en piqué (oiseaux.net)

## 2- Adaptation des phanères au vol : la forme des ailes et le plumage

Les oiseaux de proie présentent chacun une morphologie expliquant leur manière de voler. La taille joue un rôle important (petits oiseaux plus aptes à piquer par exemple). Un des critères les plus remarquables est la forme des ailes, différant largement d'une espèce à une autre. Les rapaces à ailes coniques sont adaptés au vol battu et piqué, souvent rapide (petite surface des ailes) et ceux qui possèdent des ailes larges et longues ont préférentiellement un vol plané. Dans tous les cas, la colonne vertébrale joue un rôle de stabilisateur important et de point d'ancrage des ailes (Popinet, 2001).

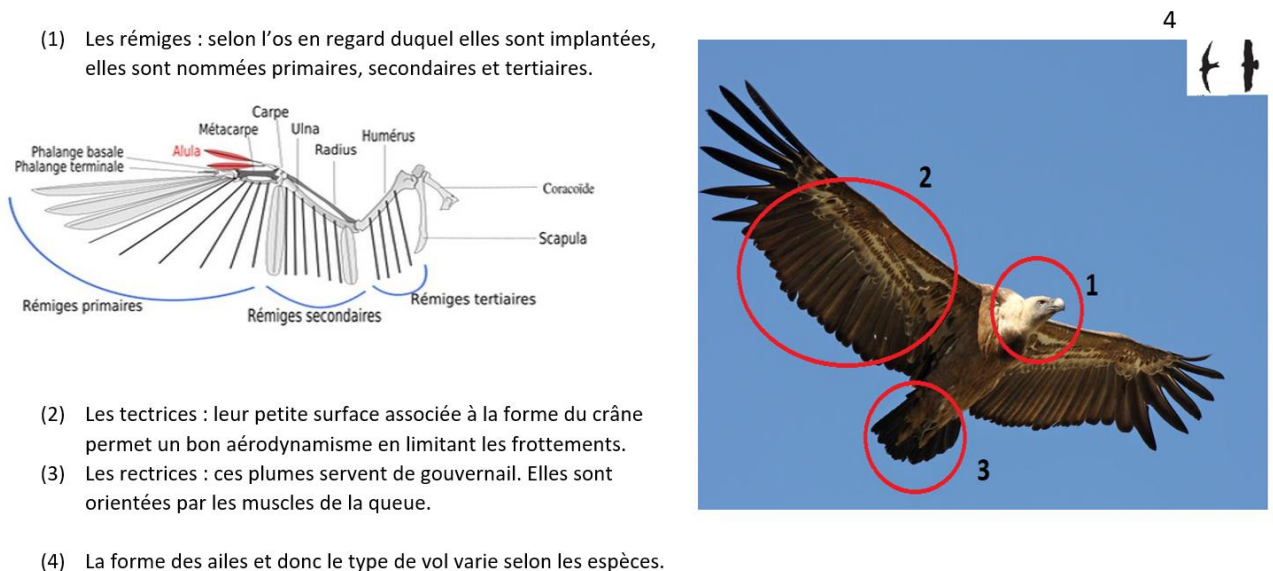


Figure 13: Les types de plumes et leur rôle dans le vol (photographies oiseaux.net)

### 3- Rôle de la colonne vertébrale dans le vol

On croit observer, lors du vol et selon l'espèce, de légères différences de posture de la colonne vertébrale. Chez les oiseaux possédant un plus grand nombre de vertèbres cervicales (les vautours par exemple), le cou est replié lors du vol pour un meilleur équilibre et une solidarisation du tronc face au vent. Des études en soufflerie ont montré que la flexion latérale de la tête, par exemple, augmente de 50% les forces de frottement aérodynamique (Tucker, 2000, a). L'aérodynamisme d'un objet est augmenté lorsque celui-ci n'est pas déformable et le plus compact possible. Chez les espèces au cou plus court et plus charnu, les cervicales sont donc également en flexion plus ou moins importante. Le corps de l'oiseau est ainsi plus droit et plus solide, les mouvements de la tête étant limités (Tucker, 1987, 1998). Ceci est observable chez les faucons. Les rapaces ont donc globalement la même posture lors du vol, hors décollage et atterrissage.

Le squelette des rapaces et des oiseaux en général, donc la colonne, est modifié pour être plus rigide mais également plus léger. Les vertèbres et syncytium vertébraux sont en effet des os pneumatisés (O'Malley, 2005). Nous allons développer dans la partie suivante l'anatomie de la colonne pour comprendre ses spécificités.

## II- Le squelette axial des rapaces

### A- Anatomie générale

#### 1- L'unité structurale de la colonne : la vertèbre

La colonne vertébrale est constituée, comme chez les mammifères, d'un assemblage d'os courts, les vertèbres, séparées par un disque intervertébral, et reliées les unes aux autres grâce à la capsule articulaire, et un ensemble de ligaments et de muscles.

Les vertèbres présentent des différences morphologiques qui correspondent à une spécialisation fonctionnelle ; la colonne vertébrale est ainsi divisée en cinq régions : cervicale, thoracique, lombaire, sacrale et coccygienne. Chez les rapaces cependant, nous verrons que les délimitations de ces zones sont un peu différentes (King et McLelland, 1984).

Les vertèbres présentent une organisation typique : un corps, un arc vertébral et des reliefs osseux divers, appelés processus. Le corps et l'arc vertébral par leur union délimitent le foramen vertébral qui forme le canal vertébral. Les vertèbres sont en rapport les unes aux autres par des articulations, dont on distingue deux types : l'articulation intercorporéale, qui est une articulation fibrocartilagineuse composée d'un disque, et l'articulation synoviale, qui répond au modèle classique des diarthroses, composée d'un cartilage articulaire et d'une membrane synoviale sécrétant du liquide synovial (King et McLelland, 1984).

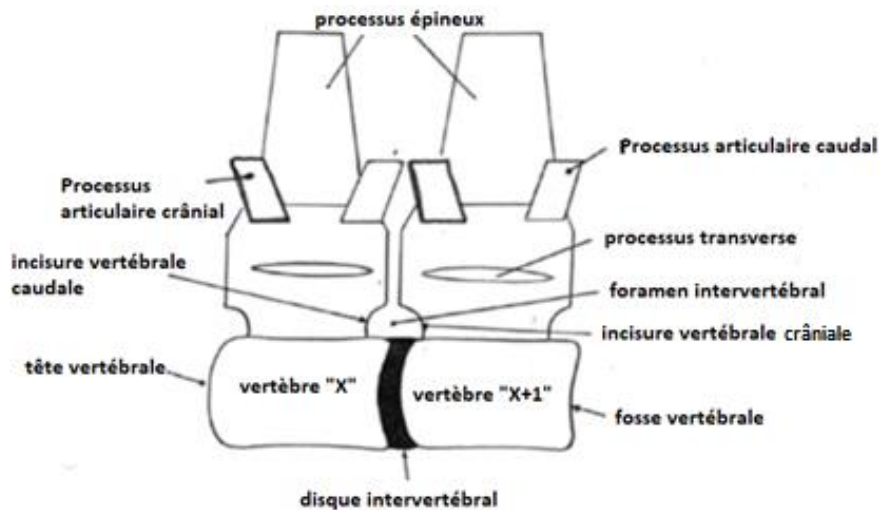


Figure 14: Schéma d'une articulation entre deux vertèbres (d'après Sawaya, cours d'anatomie S6,)

## 2- Particularités des vertèbres des rapaces

Le nombre de vertèbres peut varier d'une espèce à l'autre. Dans cette partie, nous avons choisi de présenter en image les vertèbres du busard commun, ou buse variable (*Buteo Buteo*) et de la chouette Effraie des Clochers (*Tyto alba*). Ce sont des oiseaux morphologiquement très différents et que l'on retrouve assez communément en France (Dubois, 2008).



Figure 15: Buse variable (à gauche) et chouette Effraie des Clochers (à droite) (oiseaux.net)

Le nombre de vertèbres chez les oiseaux dans chaque région de la colonne est difficile à évaluer. Ceci est en partie dû au fait qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les vertèbres quand celles-ci sont fusionnées sous la forme d'un seul os, comme pour le *synsacrum* par exemple (King et Mc Lelland, 1984).

On découpe conventionnellement la colonne vertébrale de l'oiseau en cinq parties : les vertèbres cervicales, les vertèbres thoraciques, le *synsacrum* (soit la fusion des dernières vertèbres thoraciques, des vertèbres lombaires, sacrales et des premières vertèbres caudales), les vertèbres caudales libres et le pygostyle (dernières vertèbres caudales soudées) (O'Malley, 2005).

## a- Les vertèbres cervicales

Les vertèbres du tronc des oiseaux sont pour la majorité soudées entre elles, ce qui confère à la colonne une certaine rigidité. Pour compenser, les vertèbres cervicales chez les oiseaux sont plus nombreuses que chez les mammifères. Il n'existe pas de méthode permettant de définir avec justesse, à l'extrémité caudale du cou, où commencent les vertèbres dites « thoraciques ». Cependant, il est admis conventionnellement que les vertèbres thoraciques sont celles qui portent une côte complète (King et McLelland, 1984).

Le cou est long et flexible. Les vertèbres cervicales sont au nombre de 12 pour la plupart des espèces de rapaces. Les surfaces articulaires sont très mobiles, en forme de selle (O'Malley, 2005). Les surfaces articulaires crânielles sont concaves de gauche à droite, et convexe de haut en bas. L'arrangement des vertèbres permet un mouvement libre du tiers crânial et du tiers caudal vers l'avant, et du tiers central vers l'arrière. Cette caractéristique est à l'origine de la forme sigmoïde du cou, ce qui est propre aux oiseaux (King et McLelland, 1984). Crânialement, l'atlas est relié à un unique condyle occipital par une articulation orbiculaire (O'Malley, 2005). La plupart des vertèbres cervicales possèdent des processus articulaires permettant l'attache des ligaments et de la musculature complexe du cou.

Ce système, associé au grand nombre de vertèbres cervicales et à la forme des surfaces articulaires, permet une grande flexibilité des mouvements de la tête. La plupart des rapaces peuvent tourner la tête à plus de 180 degrés (Sturkie, 2000).

Le busard commun possède, selon les sources utilisées par la suite, 14 vertèbres cervicales (dont l'Atlas et l'Axis), et la chouette Effraie 12.

La vertèbre cervicale la plus caudale possède des côtes rudimentaires sur lesquelles viennent s'insérer les muscles cervicaux (O'Malley, 2005).



### Légende :

A, à gauche -Atlas/ B, à droite- Axis du busard commun

A -1-Arc vertébral ; 2-Cavité glénoïdienne (articulation orbiculaire) ; 3- processus ventral ; 4- processus transverse ; 5-incisure vertébrale

B-1-Fosse de la vertèbre ;2-tubercule de la crête ventrale ; 3-Foramen transversaire ;4-crête ventrale ; 5- processus odontoïde ;6- processus transverse ;7-foramen vertébral.

Figure 16: Atlas et axis de busard commun (Bitoiu, 2011)



Légende :

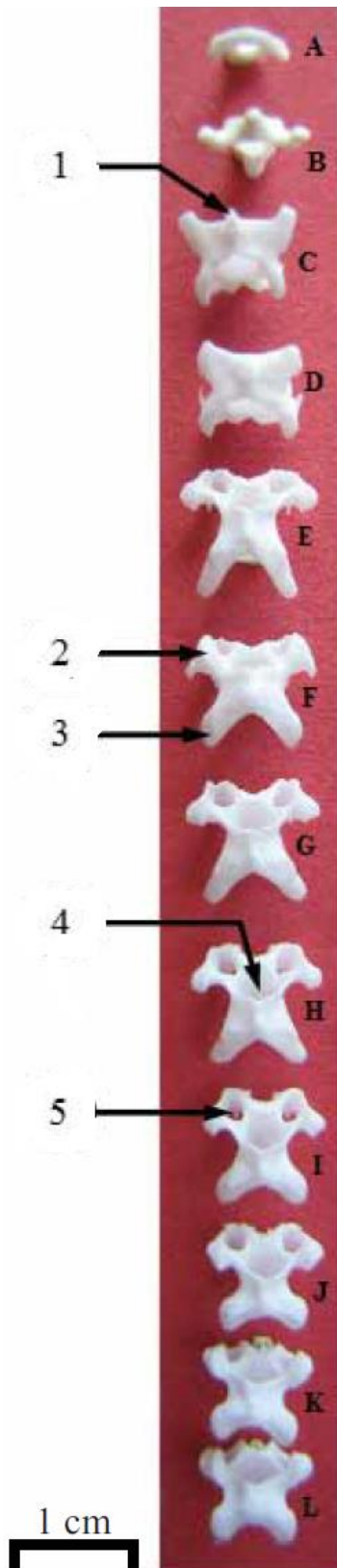
6<sup>e</sup> vertèbre cervicale, aspect dorsal (A) et 8<sup>e</sup> vertèbre cervicale-aspect latéral gauche (B) du busard commun. 6<sup>e</sup> vertèbre cervicale, aspect dorsal (C) et latéral gauche (D) du hibou grand-duc (Bubo bubo)

1-processus épineux ; 2-extrémité crâniale ; 3-processus articulaire caudal ; 4-extrémité caudale ; 5-processus transverse ; 6-foramens transversaire ; 7-processus articulaires crâniens

Figure 17: Vertèbres cervicales du busard commun (Bitoiu, 2011)



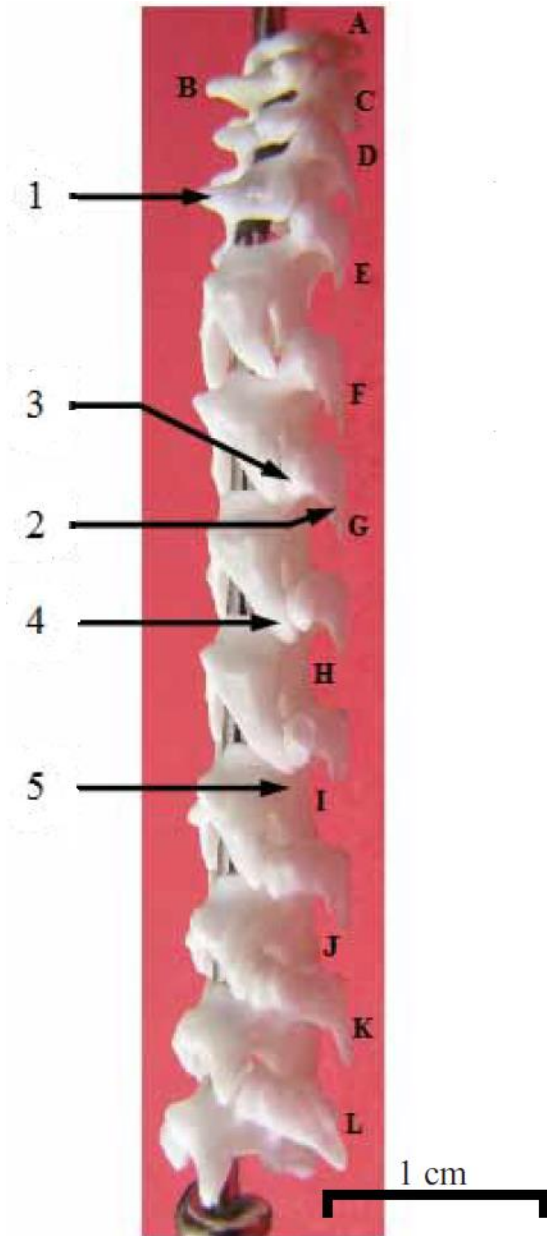
Figure 18: Vertèbres cervicales de busard commun (sans atlas et axis), vue latérale gauche (Bitoiu, 2011)



Légende : A. première vertèbre cervicale (atlas), B- deuxième vertèbre cervicale (axis), C. troisième vertèbre cervicale, D. quatrième vertèbre cervicale, E. cinquième vertèbre cervicale, F. sixième vertèbre cervicale, G. septième vertèbre cervicale, H. huitième vertèbre cervicale, I. dixième vertèbre cervicale, J. onzième vertèbre cervicale, K. douzième vertèbre cervicale.

1. Processus épineux, 2. Processus articulaire crânial, 3. Processus articulaire caudal, 4. Foramen vertébral, 5. Foramen transversaire

Figure 19: Présentation des douze vertèbres cervicales de la chouette Effraie en vue dorsale (Hivernaud, 2011)



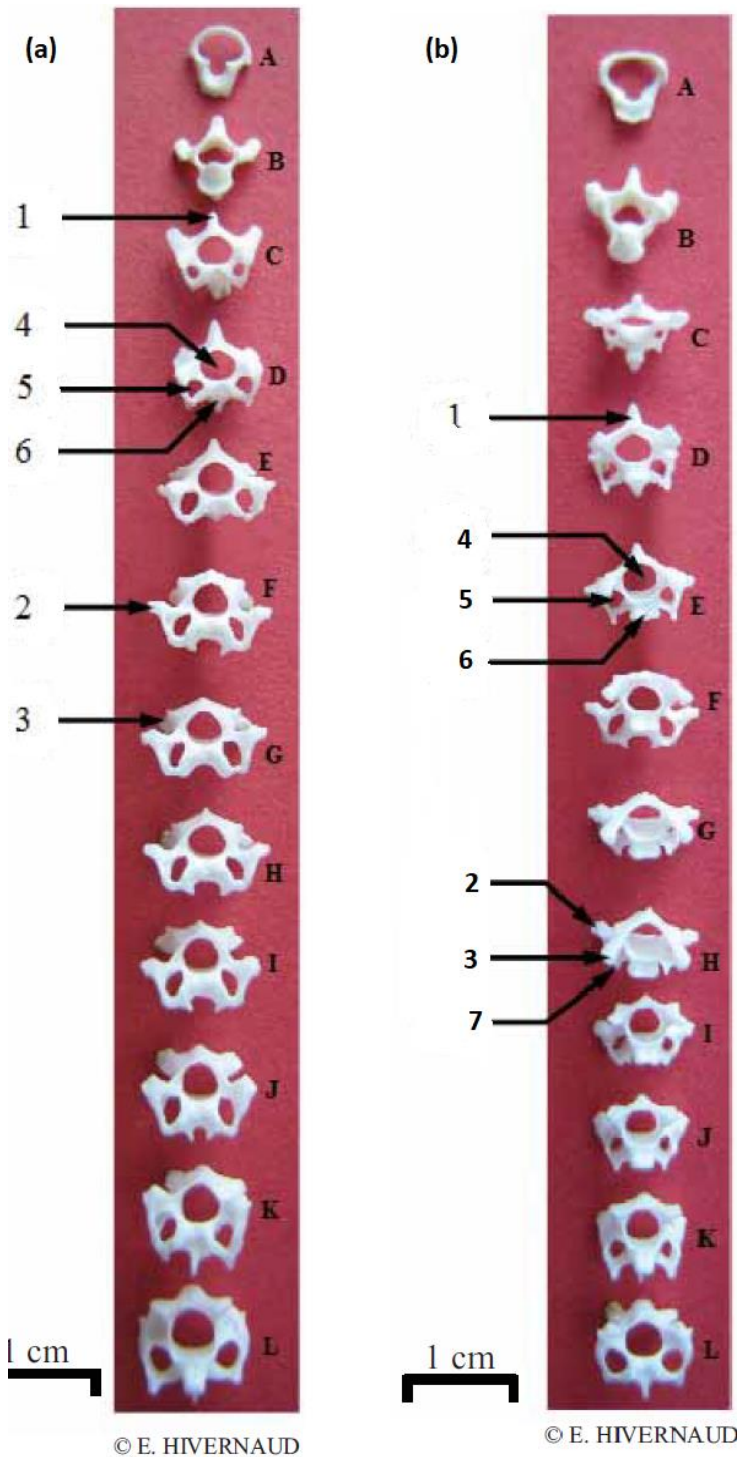
© E. HIVERNAUD

Figure 20: Vertèbres cervicales de chouette Eptesicus, assemblées en vue latérale droite (Hivernaud, 2010)

Légende : A. première vertèbre cervicale (atlas), B. deuxième vertèbre cervicale (axis), C. troisième vertèbre cervicale, D. quatrième vertèbre cervicale, E. cinquième vertèbre cervicale, F. sixième vertèbre cervicale, G. septième vertèbre cervicale, H. huitième vertèbre cervicale, I. dixième vertèbre cervicale, J. onzième vertèbre cervicale, K. douzième vertèbre cervicale.

1. Processus épineux, 2. Processus transverse, 3. Processus articulaire crânial, 4. Processus articulaire caudal, 5. Corps vertébral





Légende : 1. Processus épineux, 2. Processus articulaire crânial, 3. Processus articulaire caudal, 4. Foramen vertébral, 5. Foramen transversaire, 6. Corps vertébral, 7. Processus transverse

Figure 21: Vues crâniale (a) et caudale (b) des vertèbres cervicales de chouette Effraie (d'après Hivernaud, 2011)

On observe des similitudes de structure dans la forme des vertèbres de ces deux espèces. D'après *Bird Structure and Function* de King et Mc Lelland (1984), il n'existe pas de différence particulièrement notable entre les cervicales des rapaces et celles des autres oiseaux, dans leur structure et leur fonction. Les schémas de squelette axial de coq nous ont permis de confirmer la similitude des vertèbres cervicales du coq avec celles des rapaces. Nous présenterons ces schémas par la suite.

b- Les vertèbres thoraciques

La première vertèbre thoracique est la première portant une paire de côtes complète et articulée avec le sternum. Une ou plusieurs vertèbres thoraciques faisant partie du *synsacrum*, il est difficile de les distinguer des premières lombaires. En général, chez les rapaces, il est admis qu'il existe entre sept et dix vertèbres thoraciques (Sturkie,2000). Chez de nombreux falconidés, les deux à cinq premières vertèbres thoraciques sont soudées pour former le *notarium* (comme chez les galliformes, par exemple). Il n'y a presque pas de mouvements entre ces vertèbres et les processus épineux ne sont plus distinguables, car reliés entre eux (O'Malley, 2005). Le *notarium* est donc une base rigide pour la cage thoracique, ce qui permet une meilleure résistance aux forces s'exerçant sur la cage thoracique durant le vol. Chez le busard commun, un cordon osseux relie les processus transverses (Bitoiu, 2011). Caudalement, on note la présence de vertèbres mobiles qui permettent l'articulation avec le *synsacrum*. Les articulations permettant l'union des vertèbres thoraciques libres ont également la forme de selle (King et McLelland, 1984).

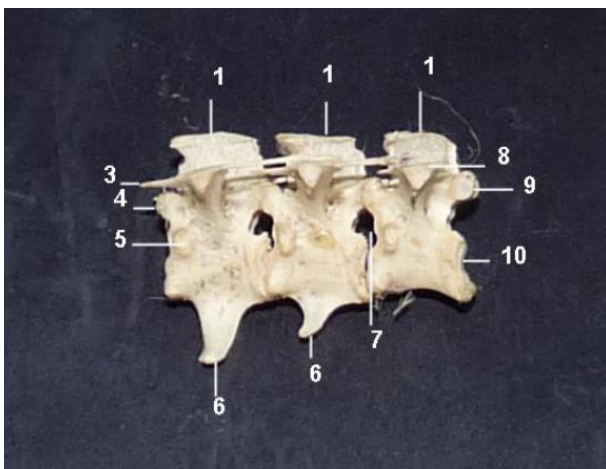


Figure 22: Vertèbres thoraciques de busard commun (Bitoiu, 2011)

Légende : Vertèbres thoraciques V-VII soudées (vue latérale) chez *Buteo buteo*.

1-processus épineux ; 3-cordons d'os qui se soudent aux extrémités des processus transverses ; 4-processus articulaire crânial ; 5-racine ventrale du processus transverse, avec surfaces articulaires de liaison avec tête de la côte ; 6-crête vertébrale ventrale ; 7-foramens intervertébraux ; 8-racine dorsale du processus transverse avec surfaces articulaires de liaison avec la tubérosité de la côte

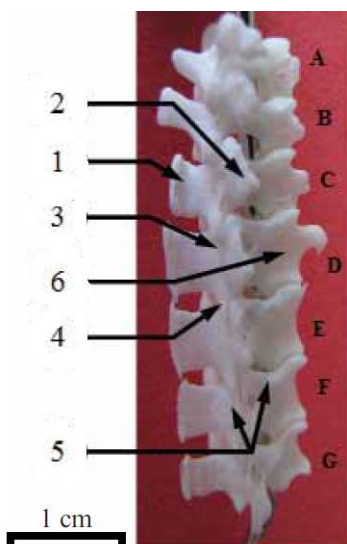
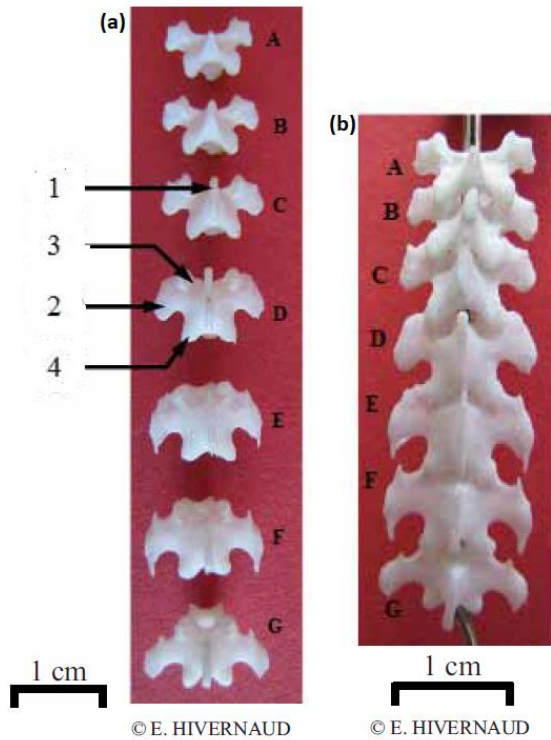


Figure 23: Aspect latéral droit des vertèbres thoraciques de chouette effraie (d'après Hivernaud, 2011)

Légende : A. Première vertèbre thoracique, B. Deuxième vertèbre thoracique, C. Troisième vertèbre thoracique, D. Quatrième vertèbre thoracique, E. Cinquième vertèbre thoracique, F. Sixième vertèbre thoracique, G. Septième vertèbre thoracique

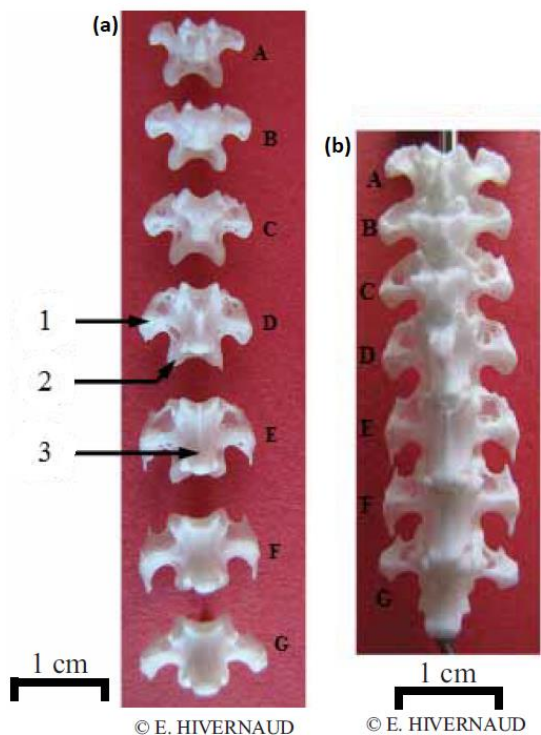
1. Processus épineux, 2. Processus transverse, 3. Processus articulaire crânial, 4. Processus articulaire caudal, 5. Processus articulaires costaux, 6. Corps vertébral



Légende : A. Première vertèbre thoracique, B. Deuxième vertèbre thoracique, C. Troisième vertèbre thoracique, D. Quatrième vertèbre thoracique, E. Cinquième vertèbre thoracique, F. Sixième vertèbre thoracique, G. Septième vertèbre thoracique

1. Processus épineux, 2. Processus transverse, 3. Processus articulaire crânial, 4. Processus articulaire caudal

Figure 24: Aspect dorsal des vertèbres thoraciques de la chouette effraie (a) présentées séparément, (b) présentées en connexion



Légende : A. Première vertèbre thoracique, B. Deuxième vertèbre thoracique, C. Troisième vertèbre thoracique, D. Quatrième vertèbre thoracique, E. Cinquième vertèbre thoracique, F. Sixième vertèbre thoracique, G. Septième vertèbre thoracique

1. Processus transverse, 2. Processus articulaire caudal, 3. Corps vertébral

Figure 25: Aspect ventral des vertèbres thoraciques de chouette Effraie (a) présentées séparément, (b) présentées en connexion

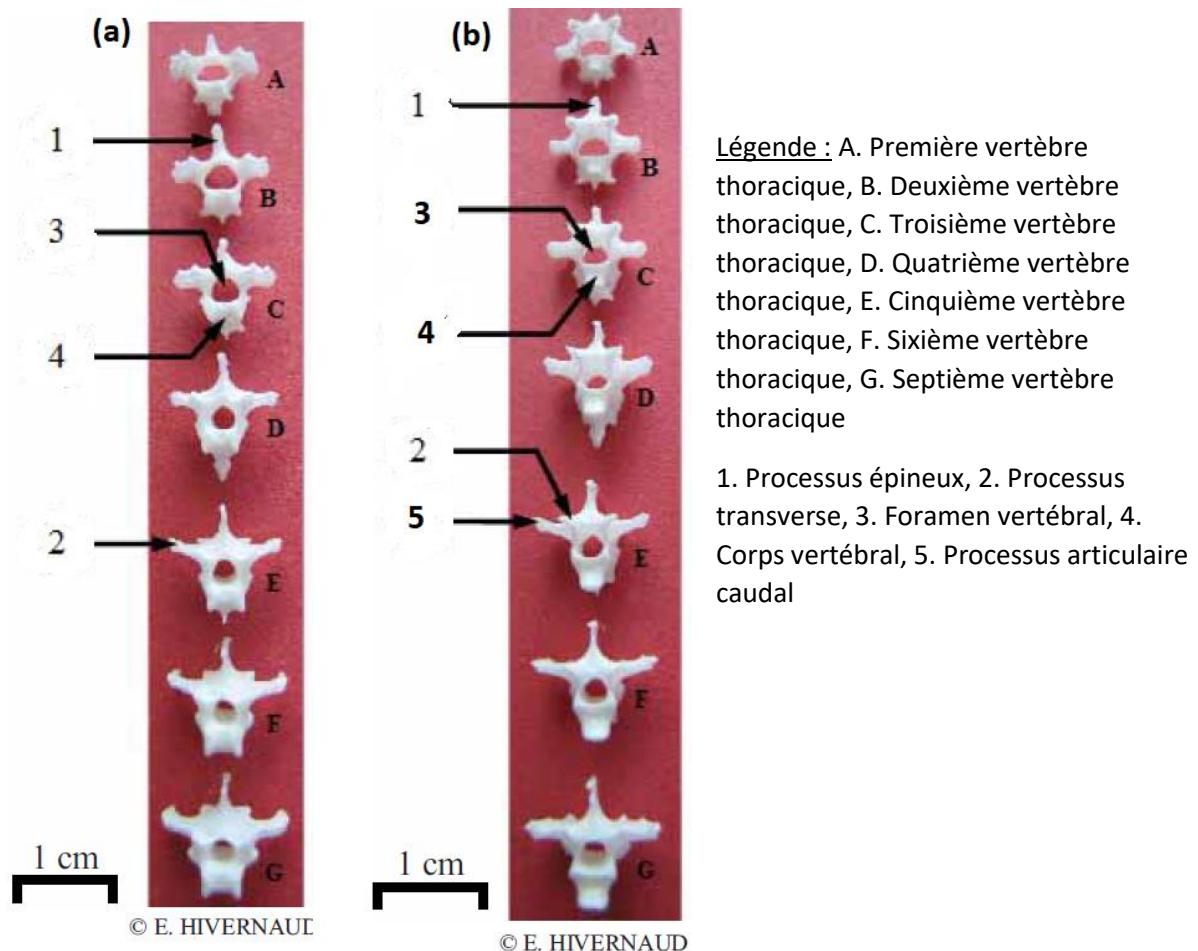


Figure 26: Aspect crânial (a) et caudal (b) des vertèbres thoraciques de chouette effraie (d'après Hivernaud 2011)

On peut donc identifier les vertèbres thoraciques grâce aux côtes auxquelles elles sont rattachées. Ces côtes sont formées de deux parties, l'une vertébrale osseuse, l'autre sternale cartilagineuse. La portion vertébrale est bifurquée (apophyses uncinées) de manière à s'imbriquer sur la côte précédente, ce qui donne à la cage thoracique plus de résistance. Ce processus sert d'attache à des muscles qui s'étendent ventro-caudalement à la côte suivante, ce qui augmente la rigidité et la solidité du thorax (O'Malley, 2005). Elles sont rattachées ventralement au sternum (le nombre de côtes se soudant au sternum varie de deux à neuf), sauf potentiellement les plus caudales et les plus crâiales. Dans ce cas, elles sont reliées au sacrum via des ligaments. Entre chaque côte, on trouve les muscles intercostaux. Ces caractéristiques permettent une meilleure tenue du thorax lors des mouvements des ailes (O'Malley, 2005).

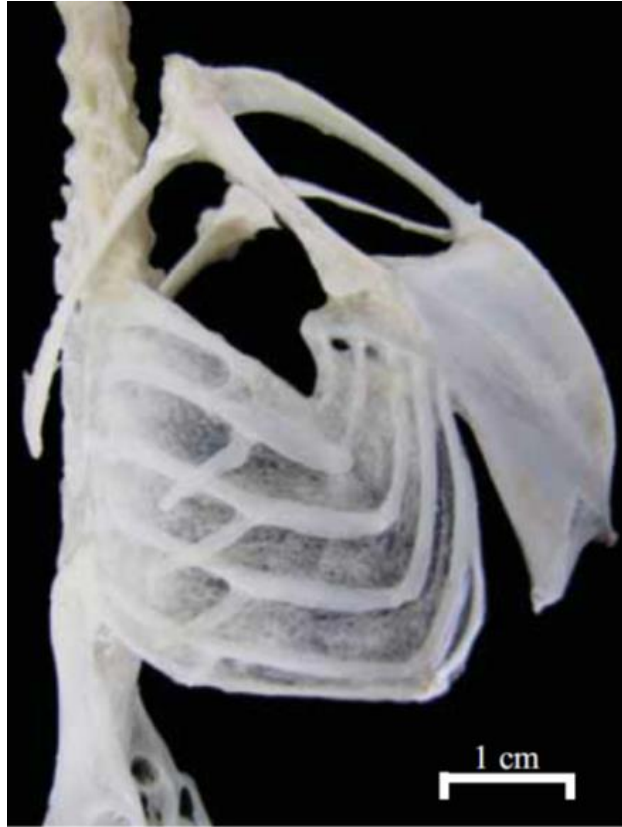
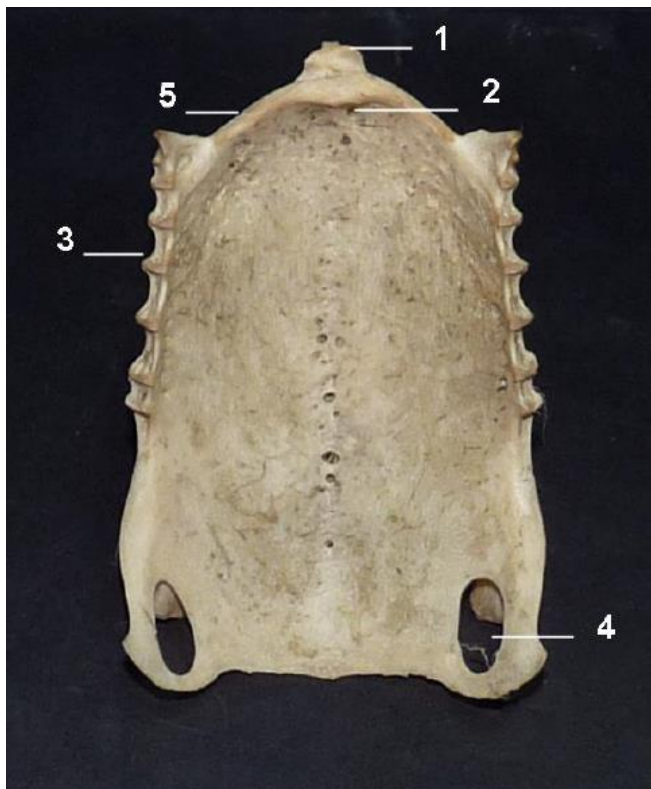


Figure 26 : Vue latérale droite de cage thoracique de chouette effraie (Hivernaud, 2011)

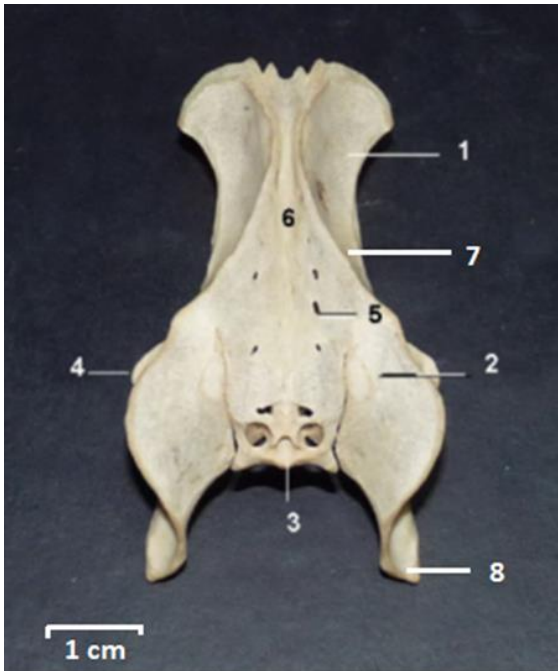


Légende : 1- épisternum ; 2- foramen pneumatique, 3- incisure costale, 4- foramen sternal

Figure 27 : Aspect dorsal d'un sternum de busard (Bitoiu, 2011)

c- Le *symsacrum*

Le *symsacrum*, contenant 10 à 23 vertèbres chez les oiseaux (aucune étude n'a été réalisée sur les rapaces en particulier) est la fusion des dernières vertèbres thoraciques, des vertèbres lombaires et sacrales, et des premières vertèbres caudales (O'Malley, 2005). Les frontières entre les différentes régions ne peuvent pas être précisément identifiées (King et McLelland, 1984). Le *symsacrum* est très rigide et permet le soutien du corps par les membres pelviens (King et McLelland, 1984).



Légende :

1-aile préacetabulaire de l'ilium ; 2- aile postacetabulaire de l'ilium, 3-première vertèbre caudale soudée au symsacrum; 4-antitrochanter; 5-foramen interdiaphysaire; 6- crête médiale ; 7-aile périacetabulaire de l'ilium, 8-apex du pubis ; 9-vertèbre thoracique soudée au symsacrum

Figure 28 : Symsacrum et os coxaux de busard commun, vue dorsale (Bitoiu, 2011)

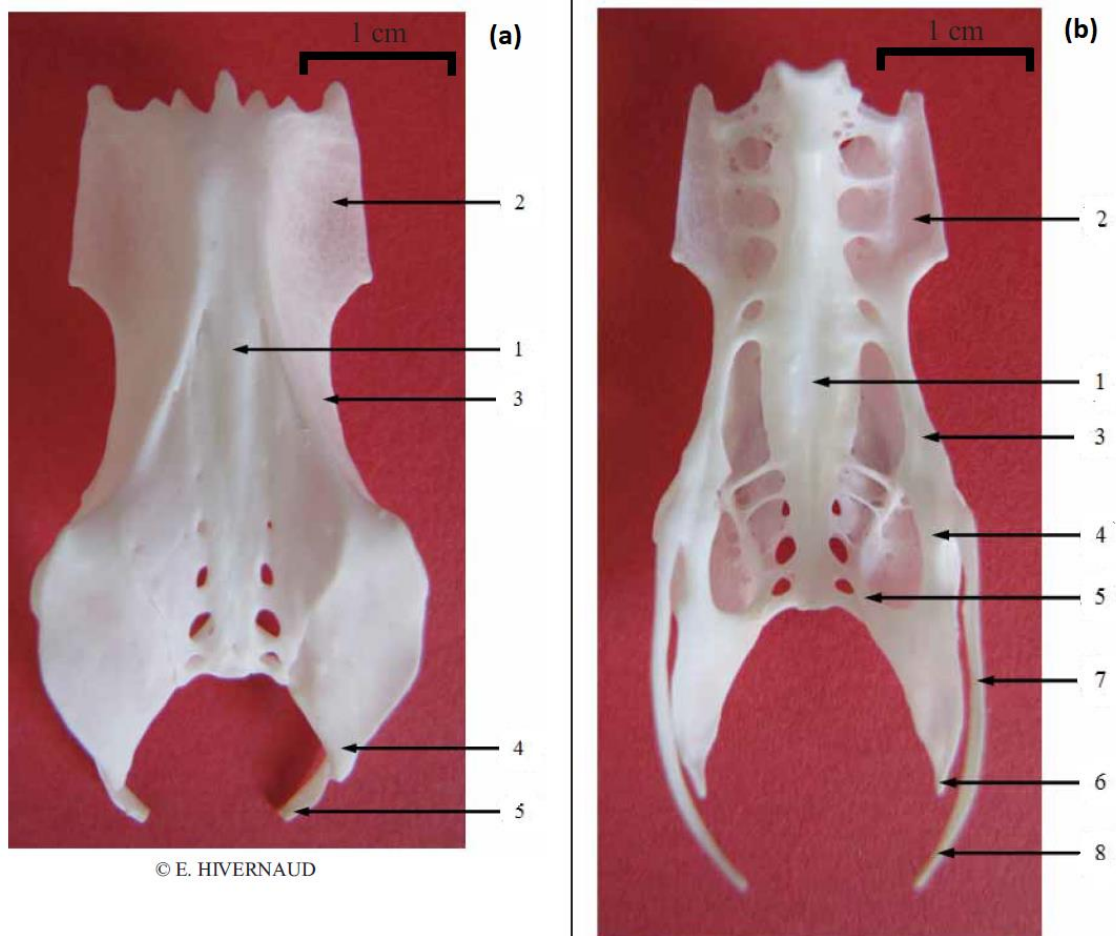


Figure 29 : Synsacrum et os coxaux de chouette effraie vue dorsale (a) et ventrale (b) (Hivernaud, 2011)

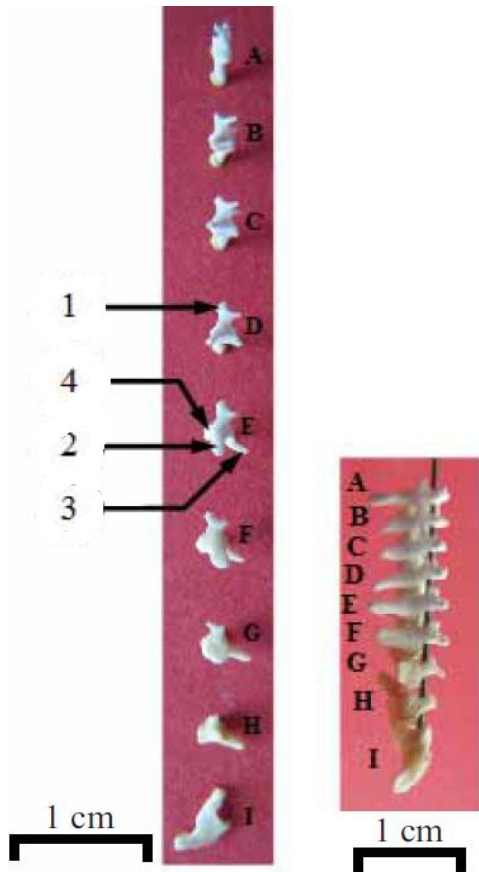
Légende :

(a) 1. Synsacrum, 2. Aile préacétabulaire de l'ilium, 3. Portion périacétabulaire de l'ilium, 4. Portion périacétabulaire de l'ischium, 5. Épine dorso-latérale de l'ischium, 6. Processus terminal de l'ischium, 7. Corps du pubis, 8. Apex du pubis

(b) 1. Synsacrum 2. Aile préacétabulaire de l'ilium 3. Portion périacétabulaire de l'ilium, 4. Processus terminal de l'ischium, 5. Apex du pubis

d- Les vertèbres caudales libres et le pygostyle

La queue est courte et les dernières vertèbres caudales sont soudées en un os aplati appelé le pygostyle, qui supporte les plumes de la queue. Les vertèbres caudales libres sont au nombre de 5 à 8 chez les oiseaux (aucune étude ne décrit leur nombre chez les rapaces). Les articulations entre ces vertèbres sont des cavités remplies de liquide synovial et un disque intervertébral incomplet. Des muscles très développés s'attachent sur les processus transverses (King et McLelland, 1984), pour aider à contrôler la direction pendant le vol (O'Malley, 2005).

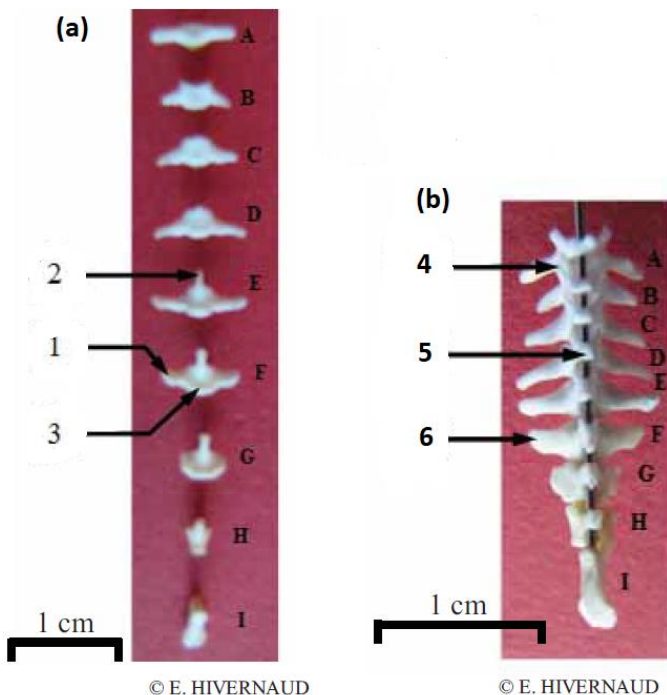


© E. HIVERNAUD © E. HIVERNAUD

Figure 30 : Aspect latéral des vertèbres caudales libres et du pygostyle de chouette effraie, présentés séparément (à gauche) et en connexion (à droite) (d'après Hivernaud, 2011)

**Légende :** A. Première vertèbre caudale libre, B. Deuxième vertèbre caudale libre, C. Troisième vertèbre caudale libre, D. Quatrième vertèbre caudale libre, E. Cinquième vertèbre caudale libre, F. Sixième vertèbre caudale libre, G. Septième vertèbre caudale libre, H. Huitième vertèbre caudale libre, I. Dernières vertèbres caudales (pygostyle)

1. Processus épineux, 2. Processus transverse, 3. Processus ventral, 4. Corps vertébral



© E. HIVERNAUD

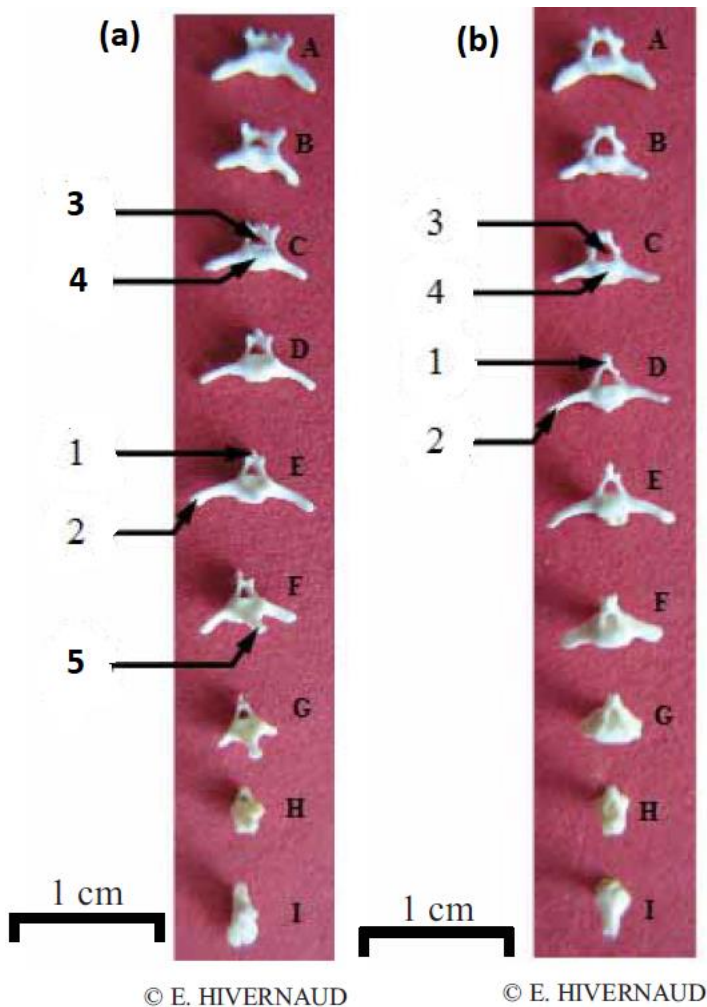
© E. HIVERNAUD

Figure 31 : Aspect dorsal des vertèbres caudales libres de chouette effraie (a) présentées séparément (b) présentées en connexion

**Légende :** A. Première vertèbre caudale libre, B. Deuxième vertèbre caudale libre, C. Troisième vertèbre caudale libre, D. Quatrième vertèbre caudale libre, E. Cinquième vertèbre caudale libre, F. Sixième vertèbre caudale libre, G. Septième vertèbre caudale libre, H. Huitième vertèbre caudale libre, I. Dernières vertèbres caudales = Pygostyle

1 et 6- Processus transverse, 2- Processus ventral, 3- Corps vertébral, 4- Processus articulaire, 5- Processus épineux





Légende : A. Première vertèbre caudale libre, B. Deuxième vertèbre caudale libre, C. Troisième vertèbre caudale libre, D. Quatrième vertèbre caudale libre, E. Cinquième vertèbre caudale libre, F. Sixième vertèbre caudale libre, G. Septième vertèbre caudale libre, H. Huitième vertèbre caudale libre, I. Dernières vertèbres caudales (pygostyle)

1-Processus épineux, 2- Processus transverse, 3- Foramen vertébral, 4- Corps vertébral, 5- Processus ventral

Figure 32 : Aspect caudal (a) et crânial (b) des vertèbres caudales libres et du pygostyle de chouette effraie (d'après Hivernaud, 2011)

### 3- Comparaison de l'anatomie des rapaces et des autres oiseaux en général

Les photographies exploitées plus haut peuvent servir de base d'étude de l'anatomie de la colonne des rapaces (chouette Effraie et buse variable). Les schémas ci-dessous, présentant les caractéristiques du squelette axial des psittacidés et des gallinacés, nous ont permis d'observer les différences et similitudes entre ces oiseaux et les rapaces.

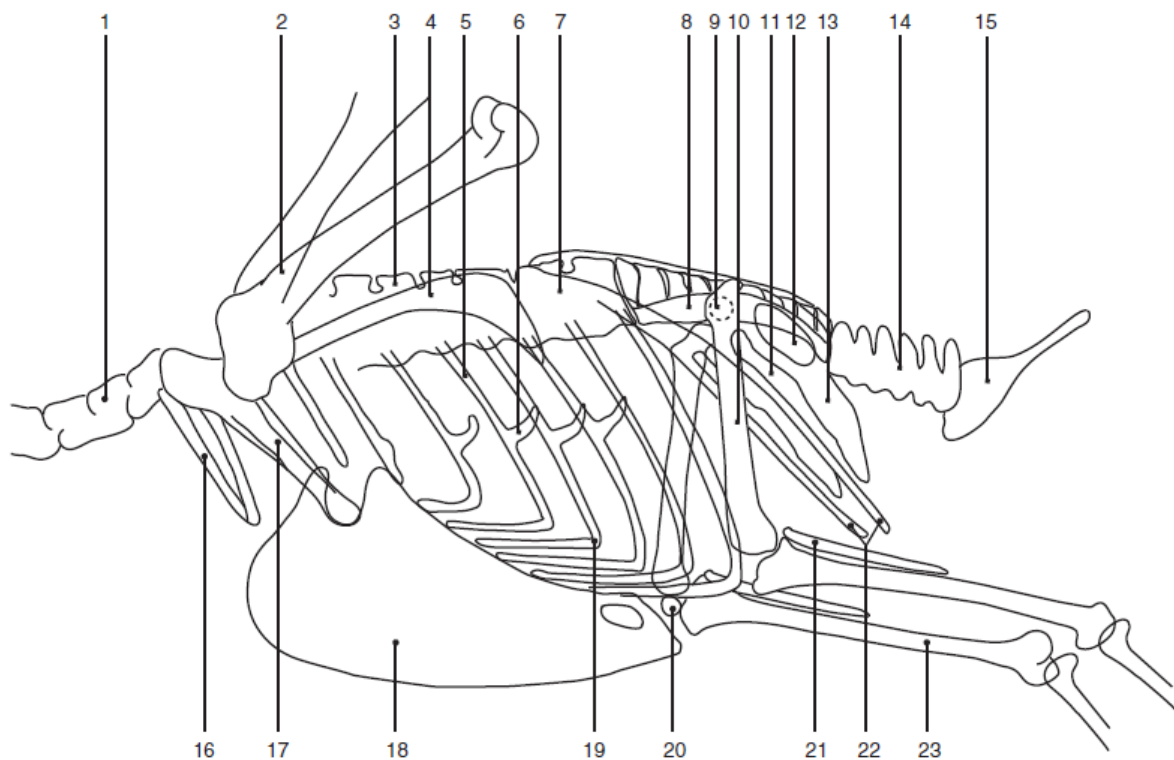


Figure 27: Schéma de la vue latérale gauche du squelette axial d'un oiseau adulte (d'après Silverman, 2010)

Légende : **1. Vertèbres cervicales**, **2. Humérus**, **3. Vertèbres thoraciques**, **4. Scapula**, **5. Côte**, **6. Processus unciné de la côte**, **7. Ilium**, **8. Synsacrum**, **9. Tête du fémur**, **10. Fémur**, **11. Foramen obturateur**, **12. Foramen ilioischiatique**, **13. Ischium**, **14. Vertèbres caudales**, **15. Pygostyle**, **16. Clavicule**, **17. Coracoïde**, **18. Sternum**, **19. Jonction costo-chondrale de la côte**, **20. Patella**, **21. Fibula**, **22. Os pubiens**, **23. Os tibio-tarsien**

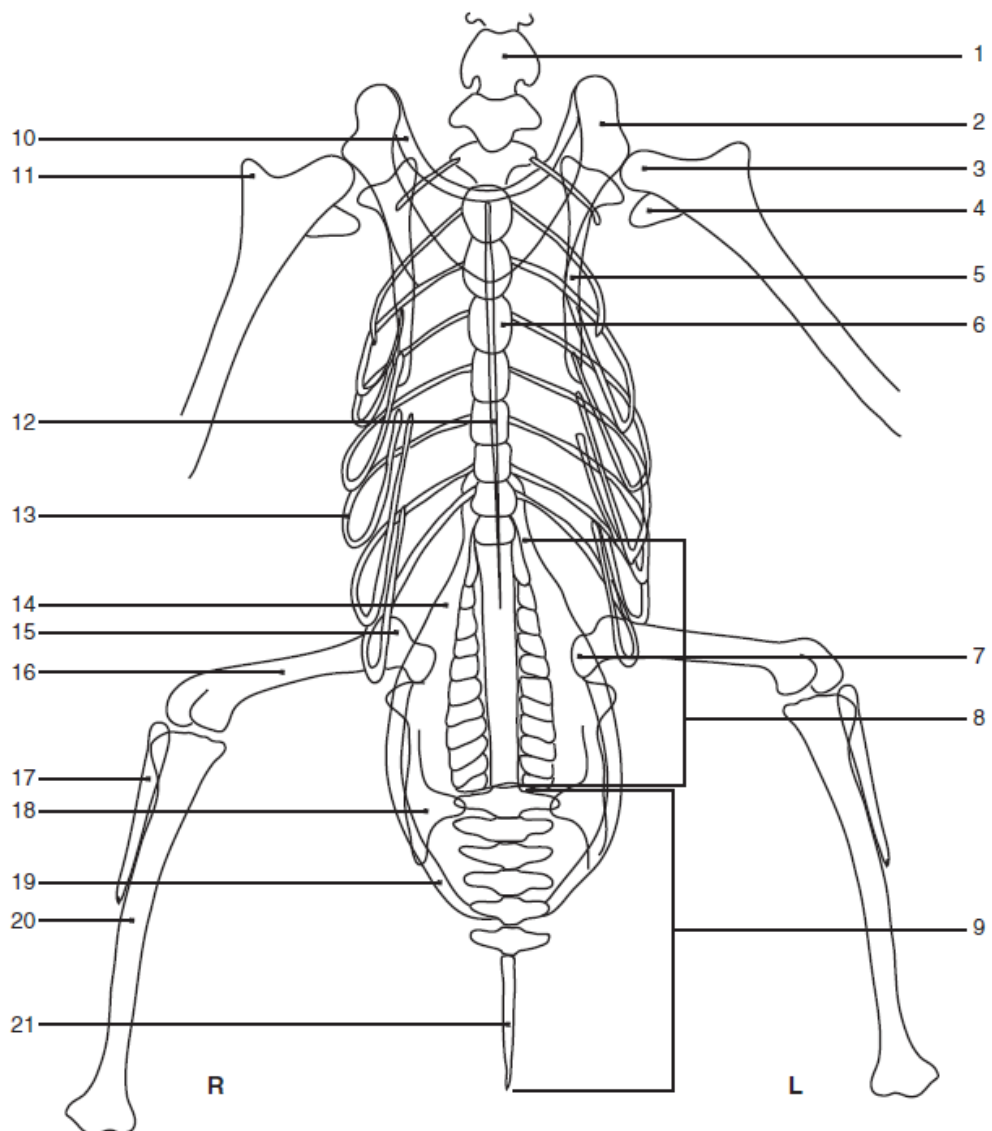


Figure 28: Schéma de la vue ventrale du squelette d'un oiseau adulte (d'après Silverman, 2010)

**Légende :** **1. Vertèbre cervicale**, **2. Coracoïde**, **3. Tête de l'humérus**, **4. Tubercule ventral de l'humérus**, **5. Scapula**, **6. Vertèbre thoracique**, **7. Tête du fémur**, **8. Symsacrum**, **9. Vertèbre caudale**, **10. Clavicule**, **11. Tubercule dorsal de l'humérus**, **12. Sternum**, **13. Côte**, **14. Ilium**, **15. Trochanter du fémur**, **16. Fémur**, **17. Fibula**, **18. Ischium**, **19. Os pubien**, **20. Os tibio-tarsien**, **21. Pygostyle**

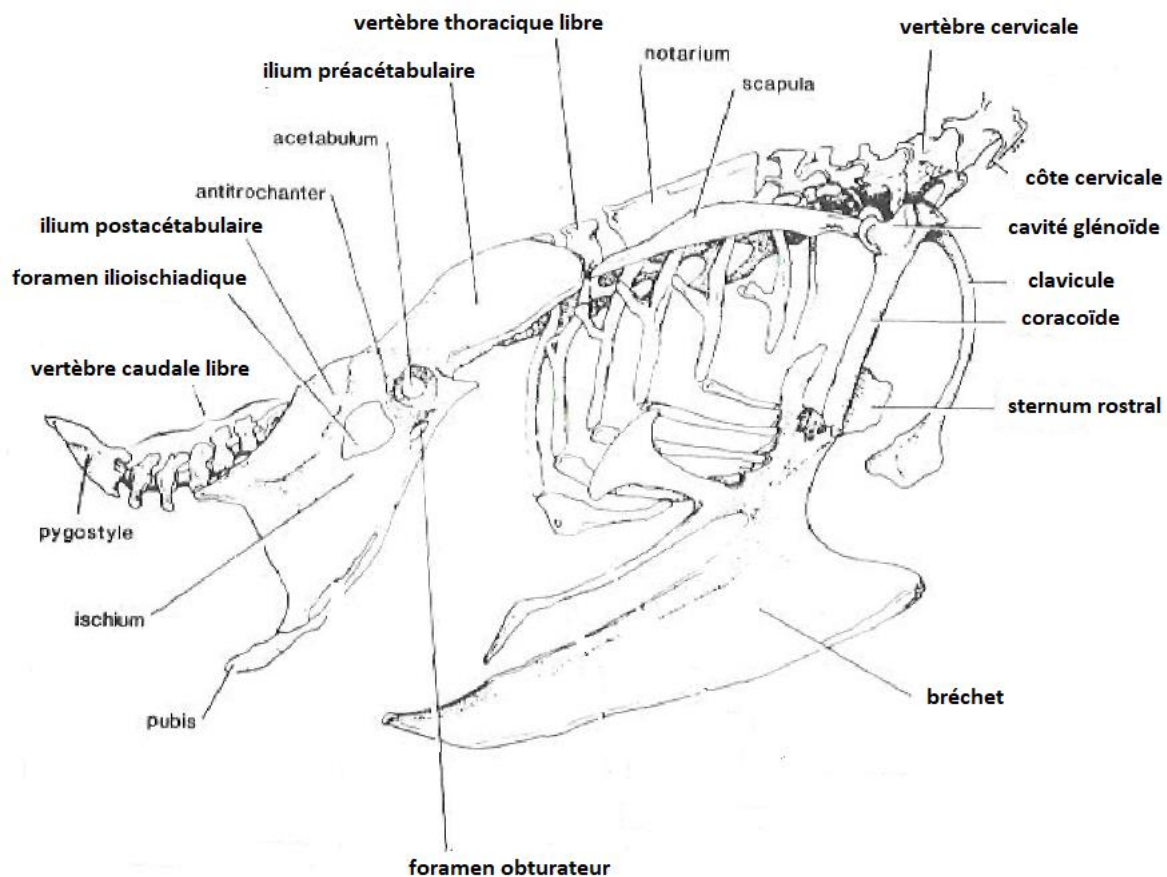


Figure 29: schéma de vue latérale droite de squelette de poule domestique (*Gallus gallus*) (d'après King et McLelland, 1984)

En comparant ces schémas et les photos exposées dans la partie précédente, on ne remarque pas de grande différence dans la structure de la colonne des rapaces et d'autres types d'oiseaux. Les différences seraient plutôt le nombre de vertèbres, et, chez les faucons, la soudure des premières vertèbres cervicales, appelée le *notarium* (Baumel, 1993). Cet os est également caractéristique des Gallinacés et est visible sur le schéma ci-dessus (Sturkie, 2000). Cette observation nous

Cependant, il nous est impossible de comparer dans le détail les squelettes axiaux des oiseaux et ceux des rapaces. Nous disposons en effet de trop peu de données concernant les différentes espèces de rapaces. Nous avons développé plus haut les zones du squelette axial d'un représentant des Accipitriformes et des Strigiformes. Cependant, nous savons que les faucons sont génétiquement assez éloignés de ces deux ordres. De plus, la littérature ne nous a pas permis de comparer deux espèces d'un même ordre ou encore d'une même famille.

#### 4- Particularités histologiques des vertèbres des rapaces

La plupart des vertèbres, les côtes, le sternum et les os coxaux sont envahis par des diverticules de sacs aériens, qui remplacent la moelle osseuse (O'Malley, 2005). Comme chez les Mammifères, les os sont préformés en cartilage, et ce modèle est peu à peu remplacé par un processus d'ossification (King et McLelland, 1984). Cette structure particulière entraîne des différences d'aspects aux examens d'imagerie.

## 5- Les muscles entourant la colonne

Les rapaces possèdent des muscles épaxiaux dorsalement et hypaxiaux ventralement à la colonne vertébrale. Ces muscles sont généralement plus développés au niveau du cou ainsi qu'au niveau de la queue (King et McLelland, 1984). Ces derniers permettent un contrôle optimal des rectrices (O'Malley, 2005).

### **B- Anatomie radiographique à partir d'exemples**

L'étude de l'aspect radiographique de la structure de la colonne vertébrale est indispensable pour détecter d'éventuelles anomalies aux examens d'imagerie, et, plus particulièrement dans notre étude, observer les traumatismes vertébraux.

#### 1- Anatomie radiographique du squelette axial de la buse à queue rousse

La buse à queue rousse (*Buteo jamaicensis*) est un rapace d'Amérique Centrale et du Nord. Il appartient à la famille des Accipitridés. Les clichés ci-dessous sont ceux d'une buse à queue rousse adulte, sans problème de santé connu, en décubitus latéral droit. Cet exemple permet d'illustrer l'aspect radiographique de l'ensemble de la colonne (Figure 29).

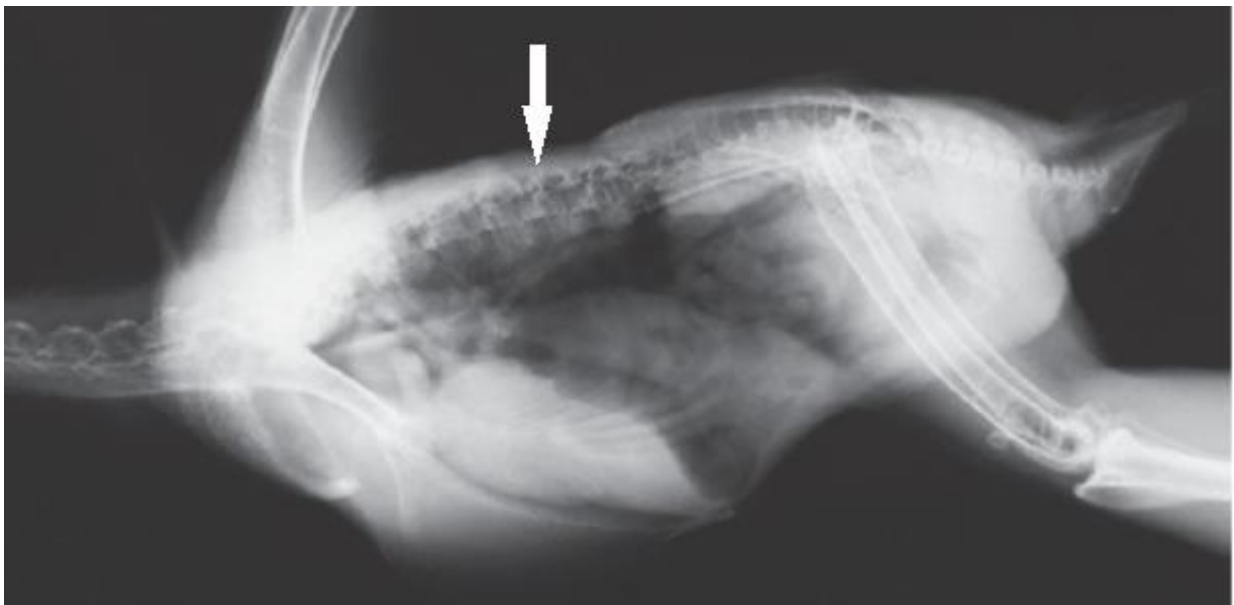


Figure 30: Radiographie de profil gauche de corps de buse à queue rousse (d'après Silverman, 2010)

Cette image montre la radio-transparence des vertèbres (flèche). Il s'agit d'une différence majeure avec les Mammifères en lien avec leur pneumatisation (Silvermann, 2010). Comme évoqué plus haut, les sacs aériens envahissent certains os, ce qui leur confère leur aspect caractéristique à la radiographique. Ci-dessous, les contours osseux ont été dessinés et légendé pour une meilleure lisibilité.

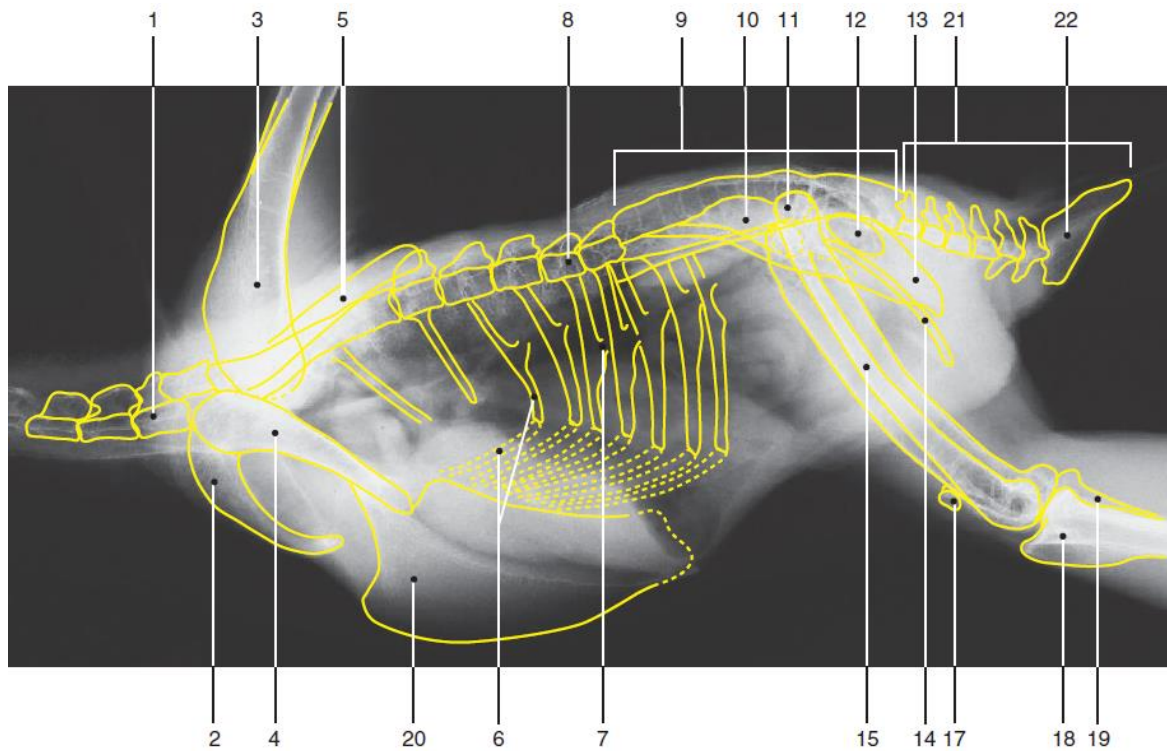


Figure 31: Radiographie de profil gauche de buse à queue rousse (Silverman, 2010)

**Légende :** 1- **Vertèbre cervicale**, 2- Clavicule, 3- Humérus, 4- Coracoïde, 5- Scapula, 6- Processus unciné, 8- **Vertèbre thoracique**, 9- Synsacrum, 10- Ilium, 11- Tête du fémur, 12- Foramen ilioischiat, 13- Ischium, 14- **Pubis**, 15- Fémur, 16- Foramen obturateur, 17- Patella, 18- Os tibio-tarsien, 19- Fibula, 20- Sternum, 21- **Vertèbres caudales**, 22- **Pygostyle**

## 2- Anatomie radiographique du squelette axial de la chouette effraie des clochers (Hivernaud, 2011)

La chouette Effraie des Clochers (*Tyto alba*) est un rapace de l'ordre des Strigiformes. Dans cette partie, nous nous sommes appliqués à montrer le détail de l'aspect radiographique des vertèbres cervicales, des vertèbres thoraciques, du *synsacrum* et des vertèbres caudales.

a- Les vertèbres cervicales

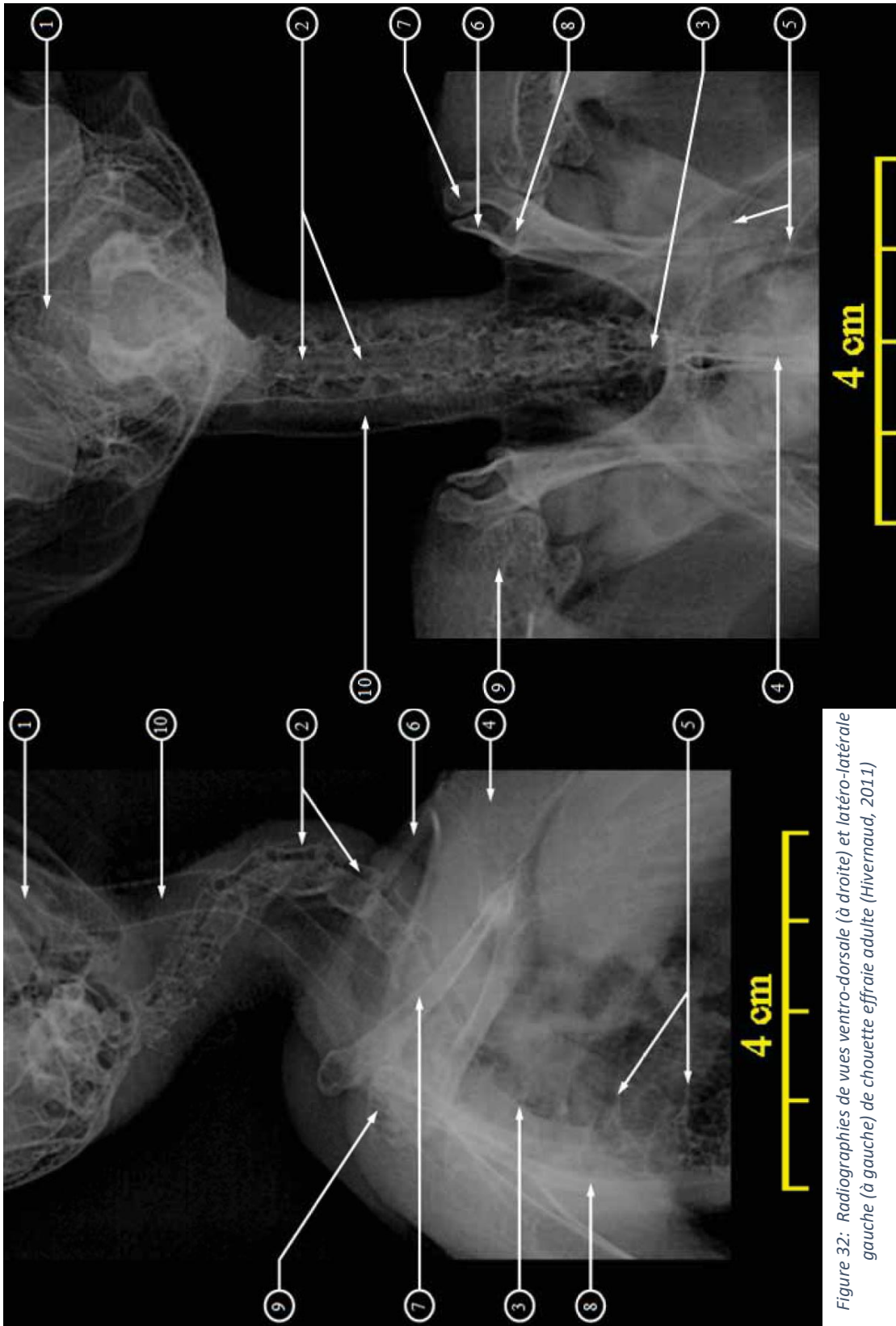


Figure 32: Radiographies de vues ventro-dorsale (à droite) et latéro-latérale gauche (à gauche) de chouette effraie adulte (Hivernaud, 2011)

**Légende:** 1. Crâne, 2. Vertèbres cervicales, 3. Première vertèbre thoracique, 4. Sternum, 5. Côtes, 6. Clavicule, 7. Coracoïde, 8. Scapula, 9. Humérus, 10. Trachée

b- Les vertèbres thoraciques

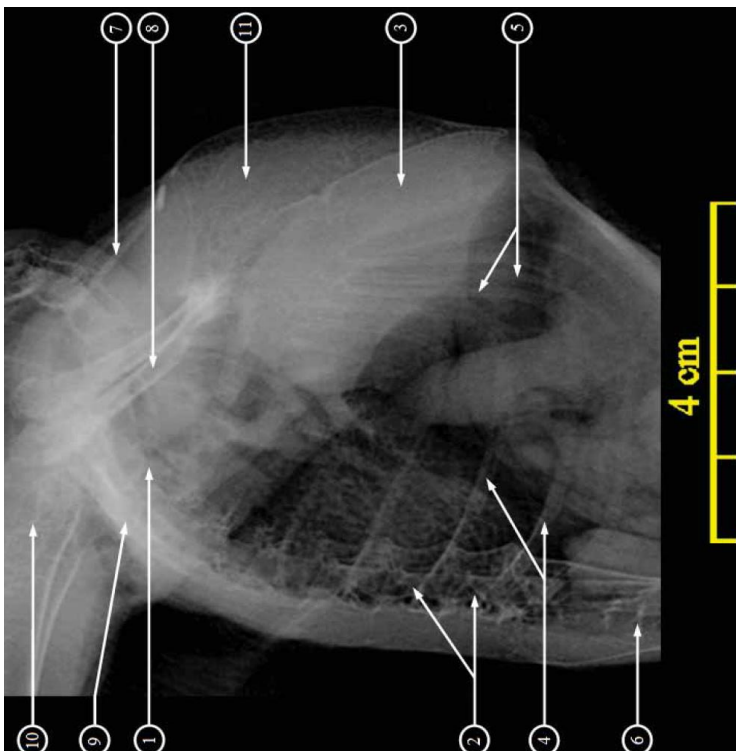
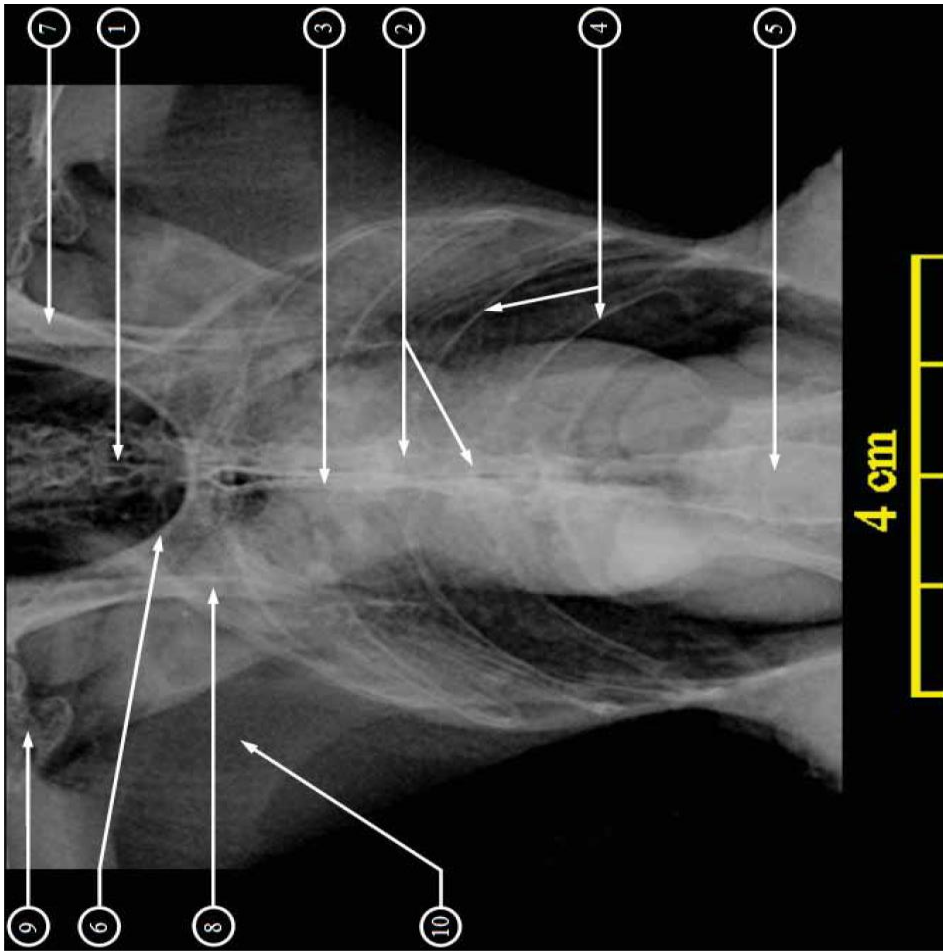


Figure 33: Radiographies de vues ventro-dorsale (à droite) et latéro-latérale gauche (à gauche) de thorax de chouette effraie (Hivernaud, 2011)

**Légende :** 1. Dernière vertèbre cervicale, 2. Vertèbres thoraciques, 3. Sternum, 4. Côtes vertébrales, 5. Côtes sternales, 6. Synsacrum, 7. Clavicule, 8. Coracoïde, 9. Scapula, 10. Humérus, 11. Muscles pectoraux



c- Le synsacrum et les vertèbres caudales

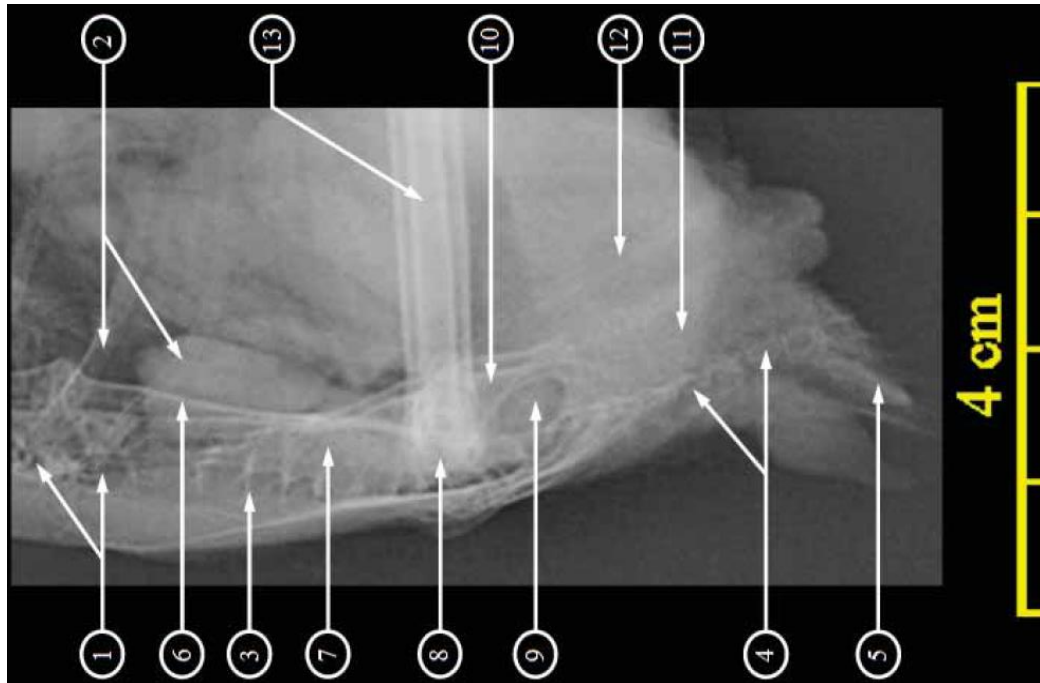
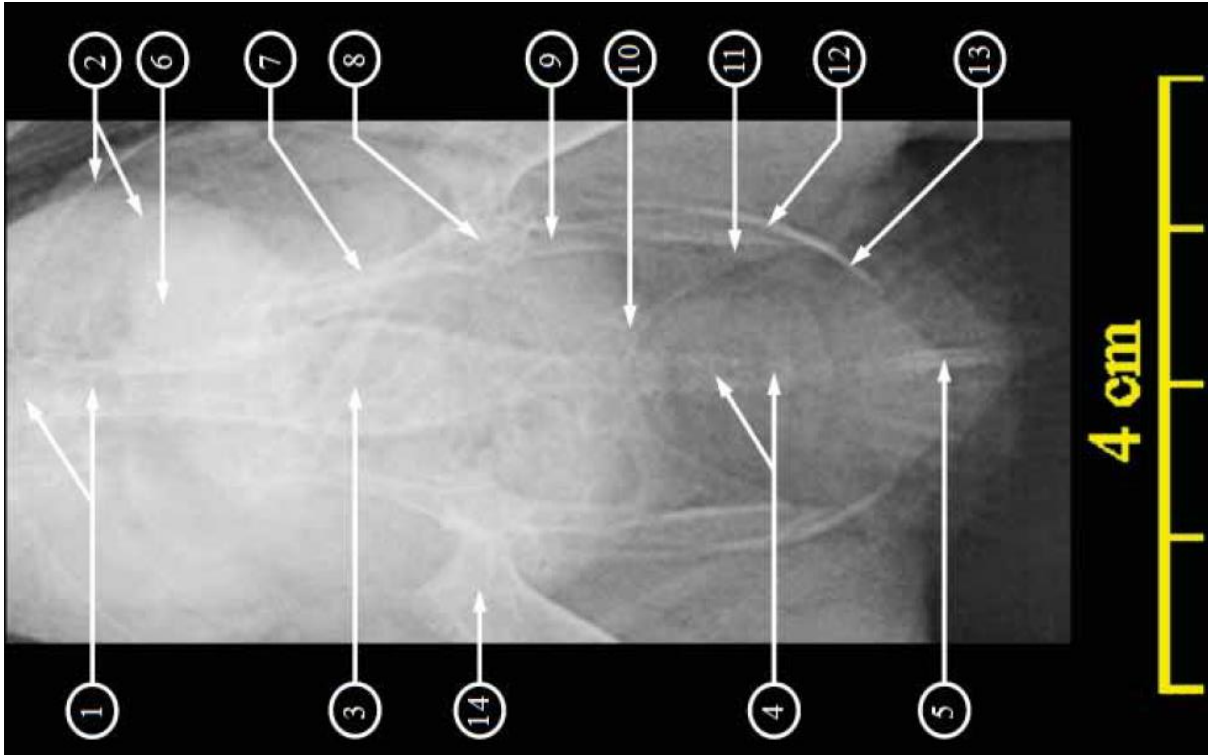


Figure 34: Radiographies de vues ventro-dorsale (à droite) et latéro-latérale (à gauche) de chouette effraie (Hivernaud, 2011)

**Légende :** 1. Vertèbres thoraciques, 2. Côtes, 3. Synsacrum, 4. Vertèbres caudales, 5. Pygostyle, 6. Aile préacétabulaire de l'ilium, 7. Portion périacétabulaire de l'ilium, 8. Foramen acétabulaire et tête du fémur, 9. Foramen ilio-ischiatique, 10. Portion périacétabulaire de l'ischium, 11. Processus terminal de l'ischium, 12. Corps du pubis, 13. Fémur

### C- Particularités du système nerveux des rapaces

Le système nerveux des Oiseaux présente globalement la même disposition que chez les Mammifères (Sturkie, 2001).

#### 1- L'encéphale des oiseaux et les nerfs crâniens

L'encéphale des oiseaux est de petite taille et les hémisphères cérébraux sont moins développés que chez les mammifères. Ils sont principalement composés de la *Corpora Striata* (O'Malley, 2005). Le cervelet est très développé ainsi que les lobes optiques. Les oiseaux possèdent douze paires de nerfs crâniens, comme les Mammifères. Les nerfs optiques sont très développés, tandis que les lobes olfactifs le sont très peu. Il n'existe peu, voire pas de différences entre les systèmes nerveux des différents oiseaux (Harrison, 2006).

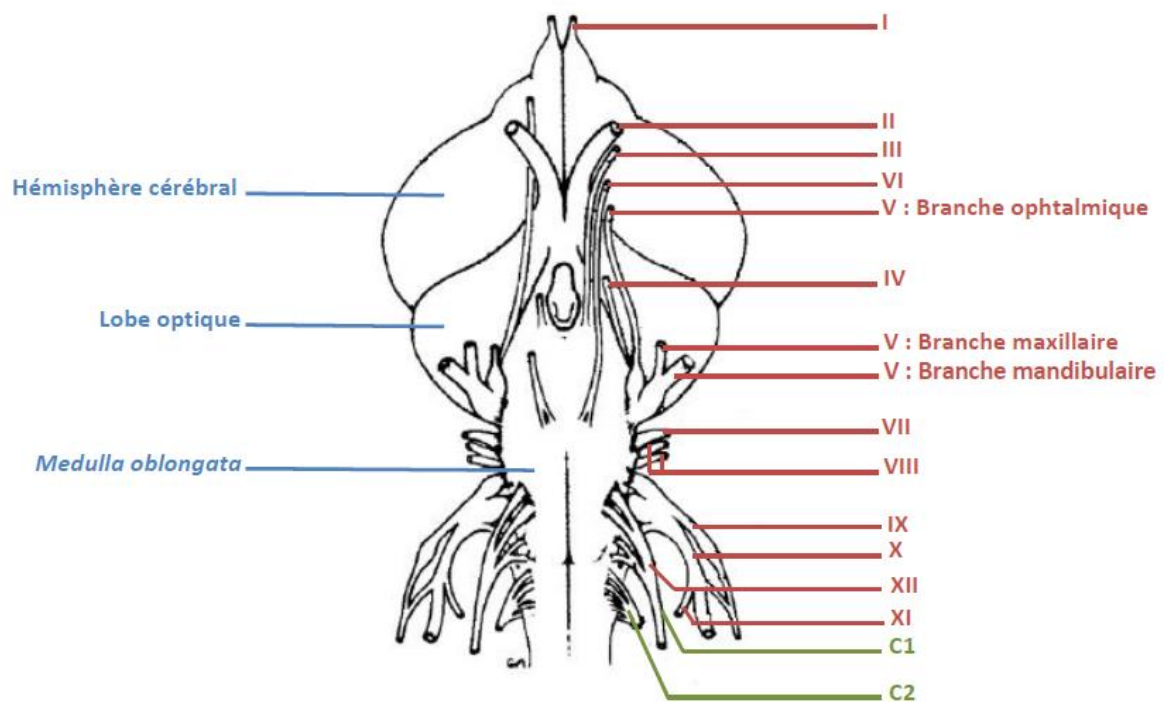


Figure 35: Vue ventrale du système nerveux central d'une poule domestique (*Gallus gallus*) (d'après Orosz, Bradshaw 2007)

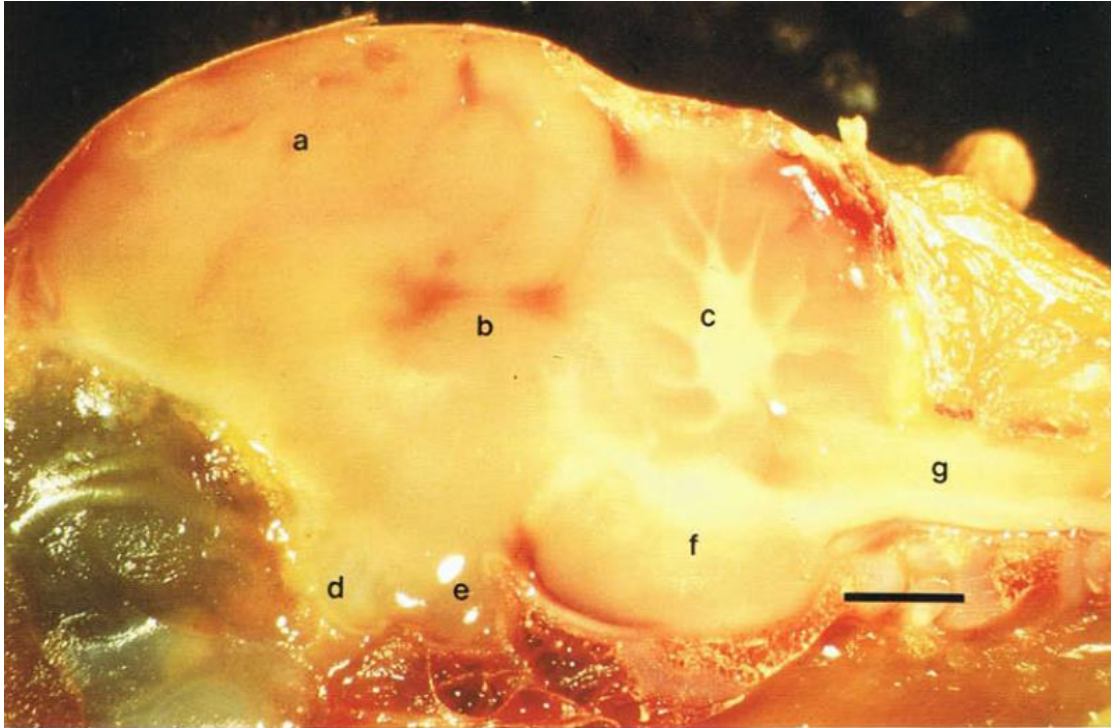


Figure 36: Section médiane du cerveau d'un poussin âgé d'un jour, échelle 2mm (McLelland, 1990)

Légende : a-Télocéphale, b- Mésencéphale, c-Cervelet, d- Chiasma optique, e- Tige pituitaire, f- *Medulla Oblongata*

## 2- La moelle épinière

L'organisation de la moelle épinière des oiseaux ressemble à celle de tous les autres vertébrés. Il existe cependant des particularités chez les oiseaux, décrites par la suite.

### a- Anatomie et histologie

Il faut garder à l'esprit que les oiseaux sont des bipèdes ; qu'ils volent ou qu'ils marchent, il existe des spécificités d'organisation de la moelle épinière liées à ce mode de déplacement (O'Malley, 2005).

La moelle épinière des oiseaux peut être divisée en plusieurs segments, regroupés dans les différentes régions de la colonne (cervicale, thoracique, lombaire, sacré et coccygienne). Le nombre de segments varie selon l'espèce d'oiseau. Aucune étude à ce jour n'a permis de donner le nombre de segments chez une espèce de rapace (Sturkie, 2000).

La moelle épinière est arrondie, mesure environ la même taille que la colonne vertébrale et il n'existe pas de queue de cheval, ni de filum terminal (Sturkie, 2000). Ceci implique qu'un segment de moelle se trouve au même niveau que le segment de colonne auquel il correspond, ce qui peut faciliter la localisation des lésions. Elle s'épaissit en régions cervicale (origine du plexus brachial) et sacrée (origine du plexus lombosacré). L'élargissement de la moelle en région lombosacrée contient le sinus lombosacré et un corps gélatineux, propre aux oiseaux (Sturkie, 2000).

Le plexus brachial innerve la paroi thoracique et les ailes. Le plexus lombo-sacré innerve la paroi coelomique caudale, le cloaque, la queue et les membres pelviens. Les nerfs ont la même distribution générale que chez les Mammifères (Sturkie, 2000).

Cependant, au contraire des Mammifères, la dure-mère est séparée du périoste par un espace épidual dans les régions cervicale et thoracique. Cet espace contient un tissu gélatineux servant « d'antichoc » et permettant une grande flexibilité du cou (Mc Lelland, 1990).

Sur des coupes transversales de moelle épinière, on peut distinguer la substance grise au centre, entourée par la substance blanche. La substance grise peut être divisée en une corne ventrale, une corne dorsale et une zone intermédiaire entre les deux (Sturkie, 2000).

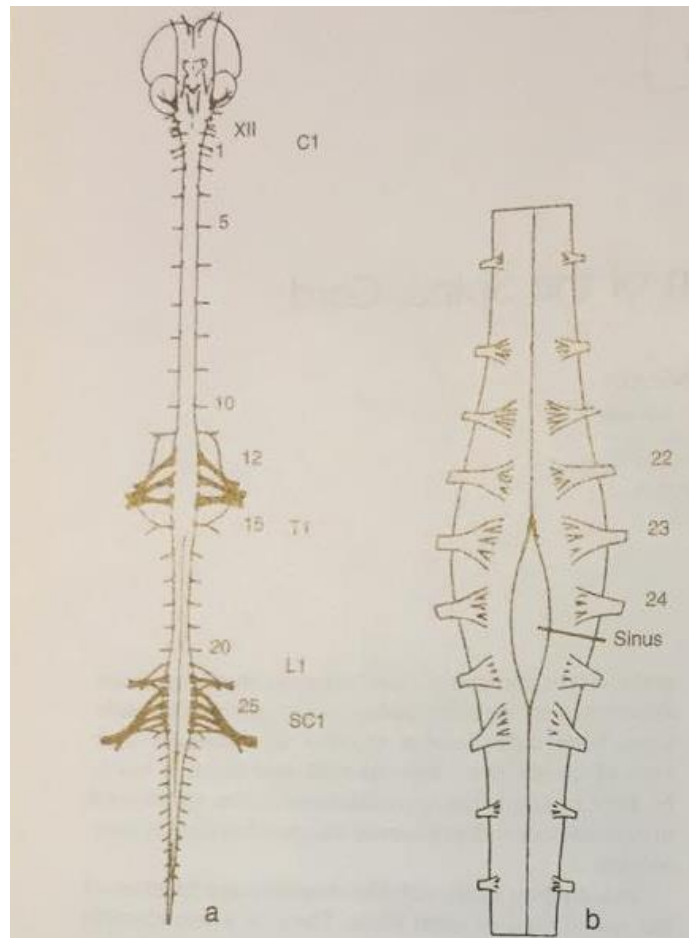


Figure 36 : schéma du système nerveux central du pigeon (Sturkie, 2000)

**Légende :** (a) Segments cervicaux 1 à 14 (C1 à C14), segments thoraciques 15-20 (T1 à T6), segments lombaires 21-24 (L1-L4), segments sacro-coccygiens 25-39 (SC1-SC15), (b) élargissement lombo-sacré de la moelle épinière et sinus

La répartition matière blanche/matière grise chez les oiseaux est sensiblement la même que celle des mammifères (tableau 1).

Tableau I: Organisation de la moelle épinière des oiseaux (Gretzinger, 2016, d'après Orosz et Bradshaw)

Types de fibres	Dénomination chez les oiseaux	Homologie chez les mammifères	Rôles	Transmission de l'information
	Colonne dorsale	Fasiculus gracilis et cuneatus	Sensibilité des parois externes du corps (peau + plumage) et proprioception au niveau des articulations.	Ipsilatérale
Fibres longues ascendantes	"Dorsolateral ascending bundle"	"Dorsal spinocerebellar tract"	Proprioception au niveau des ailes (transmission ipsilatérale des informations).	Ipsilatérale
	"Ventrolateral ascending bundle"	"Ventral spinocerebellar tract"	Proprioception au niveau des membres pelviens (transmission ipsilatérale des informations).	Ipsilatérale
	"Dorsolateral fasciculus"	"Spinothalamic tract"	Sensibilité profonde (douleur et température).	Controlatérale
	"Spinoreticular tract"	-	Sensibilité douloureuse.	Controlatérale
	"Propriospinal system"	"Fasiculus proprius"	Nociception sans localisation précise de l'origine du stimulus.	Non connu
Fibres longues descendantes	"Lateral reticulospinal tract"	"Lateral reticulospinal tract"	Fibres motrices des viscères.	Ipsilatérale
	"Rubrospinal tract"	"Rubrospinal tract"	Tonus fléchisseur des muscles squelettiques.	Controlatérale
	"Cerebrospinal tract"	"Pyramidal tract"	Transmission d'informations motrices jusqu'à la région cervicale.	Controlatérale
	"Vestibulospinal tract"	"Vestibulospinal tract"	Tonus extenseur des muscles squelettiques. Ces fibres sont originaires d'une portion de matière blanche issue du tronc cérébral ce qui permet une coordination des mouvements de l'oiseau dans un espace tridimensionnel en fonction des informations reçues par les yeux.	Ipsilatérale
	"Reticulospinal tract"	"Medial reticulospinal tract"	Fonction inconnue chez l'oiseau.	Ipsilatérale
	"Tectospinal tract"	"Tectospinal tract"	Coordination des mouvements réflexes entre les yeux et la partie crâniale du corps (principalement le cou).	Ipsilatérale

;

Microscopiquement, il existe des différences dans le groupement des cellules et les chemins empruntés par le message nerveux (O'Malley, 2005).

#### b- Physiologie

Les cellules nerveuses des oiseaux fonctionnent de la même manière que celles des Mammifères ; nous ne développerons donc pas ce point ici.

### 3- Particularité du contrôle nerveux chez les oiseaux

(Harrison, 2006)

#### a- Contrôle des mouvements de la tête et des yeux

Un rapace immobile est capable d'observer une grande partie de ce qui se trouve autour de lui en associant les mouvements de sa tête et de ses yeux. On peut différencier plusieurs types de mouvements des yeux : les mouvements saccadés suite à un stimulus soudain et rapide, et le mouvement lent, lorsque le regard suit une cible mouvante. Six muscles sont responsables du mouvement de l'œil, innervés par des branches des nerfs oculomoteurs, trochléaire et abducens. Ils sont stimulés par les centres vestibulaires.

#### b- Contrôle de la langue et des joues

Les muscles des joues ont une origine viscérale ; ces muscles et les noyaux moteurs les innervant sont considérés comme des éléments viscéro-moteurs. Les mouvements de la langue sont dus à l'action de deux groupes de muscles : les extrinsèques et les intrinsèques. Les extrinsèques ont une origine viscérale et les intrinsèques une origine somatique. Ces derniers sont innervés par le nerf hypoglosse. Un système pré-moteur est nécessaire pour coordonner l'activité de la langue et des muscles des joues ; en effet, le bec et la langue bougent de manière synchronisée.

#### c- Contrôle de la locomotion

La formation réticulaire dans le pédoncule cérébral contient des neurones prémoteurs du système moteur de la moelle épinière, qui contrôlent le vol et la marche. Les dernières cellules contrôlant les mouvements des ailes et des pattes sont les neurones moteurs bas, respectivement des plexus brachial et lombaire.

#### d- Contrôle de la respiration et de la vocalisation

Les rapaces utilisent le syrinx (entre la trachée et les bronches) pour produire des sons. Leur capacité à vocaliser dépend de quelques muscles et de la régulation du flux d'air. Ceci est la cause d'une grande coordination des motoneurones des muscles du syrinx et les muscles respiratoires. La partie caudale du neurone moteur de l'hypoglosse dorsal innerve les muscles du syrinx, alors que les cellules motrices des muscles respiratoires se trouvent dans la moelle épinière. De plus, il existe plusieurs groupes de cellules ayant un rôle dans la respiration dans le pédoncule cérébral.

#### e- Contrôle de la coordination

Le rôle précis du cervelet (très développé chez les oiseaux) dans la coordination n'est pas très connu. Cependant, il est supposé qu'un cervelet intact est garant de la précision des mouvements. Les axones des cellules de Purkinje forment l'extérieur du cortex cérébelleux. Les noyaux cérébelleux centraux et quelques noyaux vestibulaires sont les cibles de ces fibres. Les cellules de Purkinje ont en effet une action inhibitrice sur l'activité des noyaux centraux.

## **PARTIE II : PRISE EN CHARGE DU RAPACE TRAUMATISÉ**

### **I- Les traumatismes vertébraux des rapaces**

#### **A- Définition du traumatisme et délimitation de notre étude**

Le site du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (cntrl.fr) définit un traumatisme comme un « ensemble de manifestations locales ou générales provoquées par une action violente sur l'organisme ». Le dictionnaire Larousse propose l'« ensemble des lésions locales intéressant les tissus et les organes provoquées par un agent extérieur ».

Un traumatisme peut être, dans notre étude, assimilé à une blessure. Les lésions de la colonne vertébrale associées à un traumatisme sont les fractures, les luxations, les entorses ainsi que les hernies discales de type Hansen III. Nous allons donc travailler sur ces différents types d'atteintes et nous intéresser à leur diagnostic et leur pronostic chez les rapaces sauvages et de fauconnerie.

#### **B- Les traumatismes du rachis**

Un choc peut être à l'origine de plusieurs types de blessures n'étant pas à l'origine des mêmes symptômes. Leur diagnostic est plus ou moins compliqué et les examens complémentaires indiqués diffèrent ainsi que leur traitement.

##### **1- Les fractures vertébrales**

Une fracture se définit comme la rupture d'un élément squelettique de nature osseuse ou cartilagineuse. Une fracture peut toucher n'importe quelle partie de la vertèbre. La plupart des fractures vertébrales comportent un risque important de lésion de la moelle épinière. Il en existe plusieurs types, qu'il est nécessaire de connaître pour traiter la fracture chirurgicalement. Notre sujet portant sur les moyens diagnostics des traumatismes vertébraux, nous ne développerons donc pas ces différences.

##### **2- Les luxations et subluxations vertébrales**

La luxation est une perte totale de contact des surfaces articulaires entre deux vertèbres, suite à un déplacement des deux vertèbres, se produisant lors d'un choc.

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

##### **3- Les entorses**

Une entorse est un traumatisme des ligaments occasionné par une mobilisation excessive d'une articulation, ou dans notre étude, par un choc. Le ligament est en général étiré ou distendu mais il peut être également déchiré. Les entorses vertébrales des rapaces et des oiseaux en général n'ont pas été étudiées dans la littérature.

##### **4- Les hernies discales de types Hansen 3**

Une hernie discale est la migration du disque intervertébral dans le canal médullaire. Cette migration du disque inter-vertébra pourra entraîner de l'inflammation, des hémorragies et une compression de la moelle épinière, ce qui provoquera les symptômes neurologiques d'intensités variables.

La hernie discale de type Hansen III, est une hernie discale traumatique. Le déplacement du disque, suite au choc, se produit à grande vitesse, provoquant de graves dégâts.

Dans notre travail, nous allons nous concentrer plus particulièrement sur les fractures et les luxations. En effet, nous ne disposons que de rares informations bibliographiques sur les autres types de traumatismes chez les oiseaux.

### **C- Prévalence**

(Naldo et Samour, 2004)

Nous nous sommes penchés sur une étude s'intéressant aux causes de morbidité et mortalité des faucons en Arabie saoudite (Naldo et Samour, 2004). Un total de 3376 faucons a été admis à l'hôpital et institut de recherche dédié au faucon du Fahad bin Sultan Falcon Center (Centre Fahad bin Sultan pour faucons, F.S.F.C.) à Riyadh (Arabie Saoudite) entre 1998 et 2001 (82 % de faucons sacres, 13 % de pèlerins, 2% de gerfauts et 2 % de lanniers, le reste correspondant à des hybrides). Cela a représenté 4323 consultations pour motif pathologique et 2515 consultations de médecine préventive (bilan de santé, traitement d'un traumatisme de plume, taille de bec et des serres...).

La plupart des faucons appartenaient à des fauconniers d'Arabie saoudite mais aussi d'autres pays du Moyen-Orient. Cent-dix-neuf sont décédés pendant l'hospitalisation et 12 ont été apportés déjà morts. Selon les cas, des séries d'exams complémentaires divers ont pu être réalisées de façon non standardisée (coproculture, hématologie, examens anatomo-pathologiques, radiographie, endoscopie...).

Les causes de morbidité et de mortalité répertoriées pendant les 4323 consultations ont été classées en six catégories : traumatismes, maladies infectieuses (identification de l'agent pathogène par un examen parasitaire, microbiologique, lésions caractéristiques) toxicose (agent toxique -plomb, ammonium quaternaire, médicaments- isolé et signes cliniques correspondants), affection métabolique ou nutritionnelle, maladie dégénérative, et néoplasie. Cette étude donne une idée de la fréquence des traumatismes (soit 8,7 %, chez les rapaces de fauconnerie uniquement) mais ne donne aucune indication de la fréquence des traumatismes vertébraux. Les figure 37 et 38 présentent respectivement la répartition des principales causes de morbidité et de mortalité, en fréquence, chez les falconidés examinés pour motif médical à l'hôpital Fahad bin Sultan Falcon center, entre le 1er septembre 1998 et le 1er mars 2001 (n = 3918).



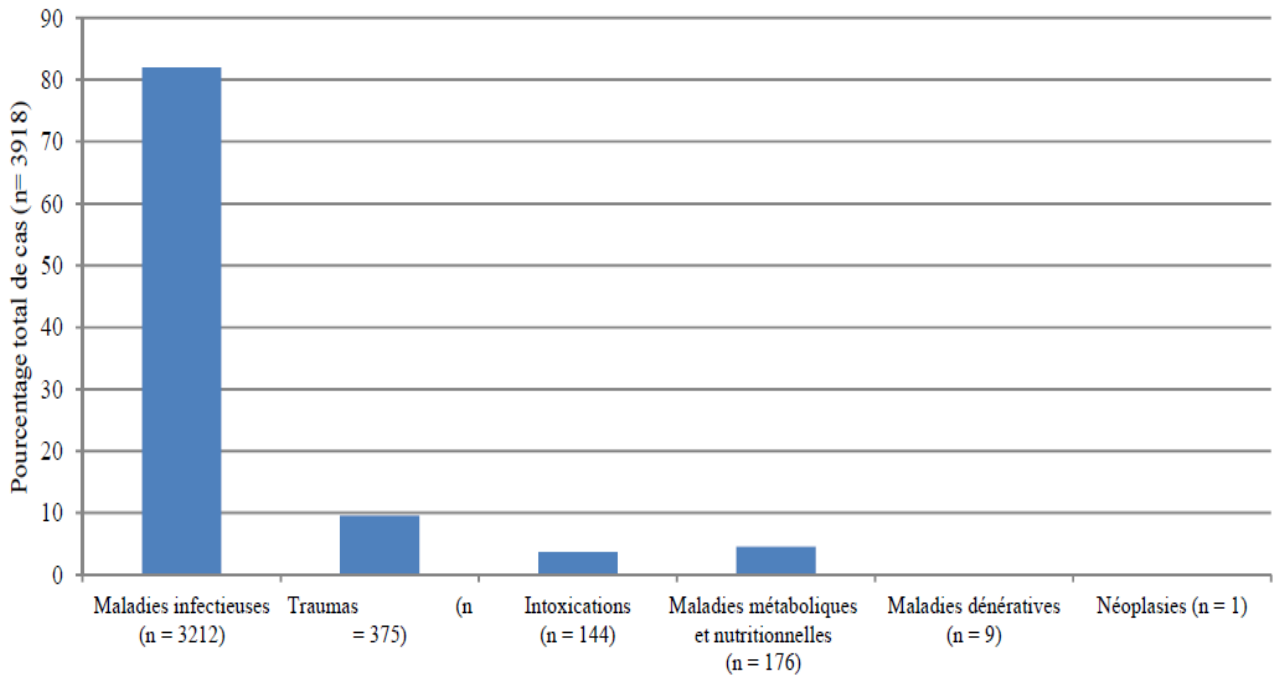


Figure 37: Répartition des principales causes de morbidité chez les falconidés examinés pour motif médical à l'hôpital Fahad bin Sultan Falcon Center, entre le premier septembre et le premier mars 2001 (d'après Robin, 2007)

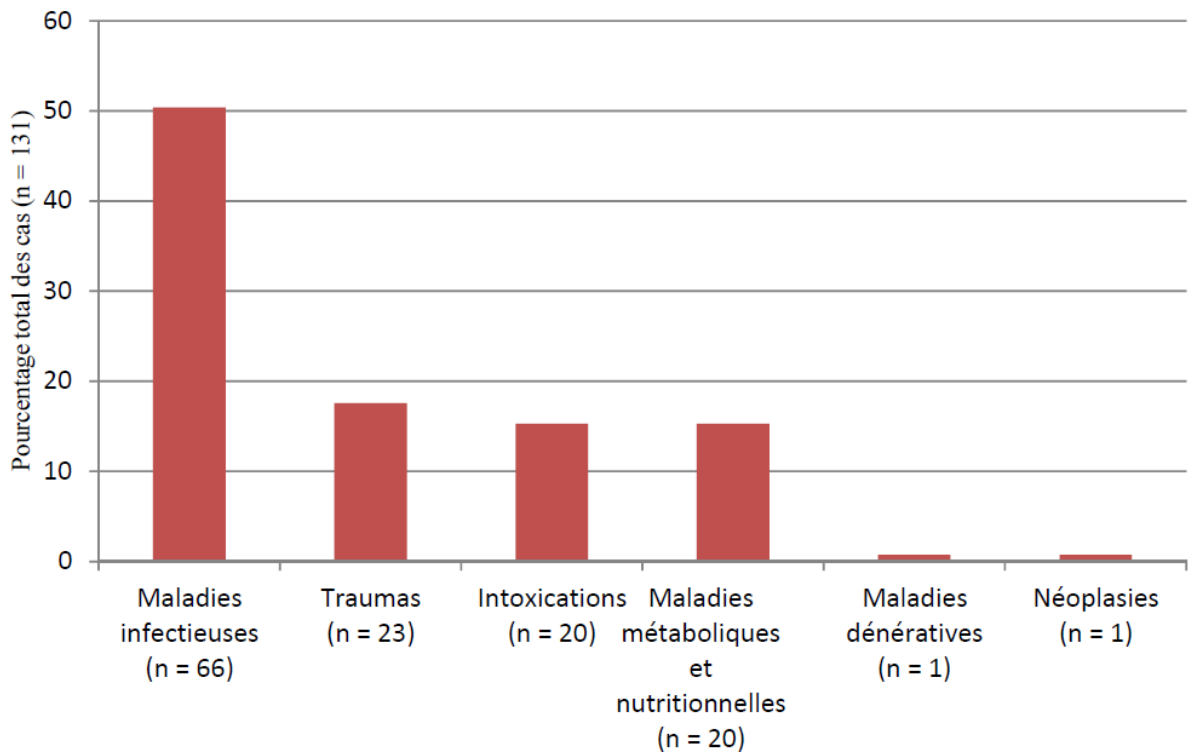


Figure 38: Répartition des principales causes de mortalité chez les falconidés examinés pour motif médical à l'hôpital Fahad bin Sultan Falcon Center, entre le premier septembre et le premier mars 2001 (d'après Robin, 2007)

Cette étude montre que les traumatismes représentent la deuxième cause de morbidité et de mortalité chez les faucons domestiques. Aucune étude à ce jour n'a étudié le pronostic ou la fréquence des traumatismes vertébraux de manière plus précise.

#### **D- Intérêts et limites de notre étude**

##### **1- Conservation et protection d'une espèce : les relâchés dans la nature**

Le traumatisme vertébral est un accident d'incidence non négligeable. Son diagnostic précoce est indispensable à la prise en charge efficace de l'animal. Une prise en charge tardive est susceptible de compromettre le vol et donc la réintroduction de l'oiseau dans son milieu naturel.

En effet, un animal relâché dans la nature doit être en pleine possession de ses moyens. Un animal diminué, au vol imparfait, ne pourra être aussi efficace à la chasse et mourra rapidement de faim. Un diagnostic rapide et une idée de la limite de temps au-delà de laquelle le pronostic s'assombrit serait donc utile en centre de soins, pour limiter les moyens mis en œuvre et concentrer les efforts sur les animaux plus probablement relâchables. Un oiseau présentant un traumatisme vertébral nécessite des soins intensifs et un nursing permanent, ce qui n'est pas toujours envisageable en centre de soins.

##### **2- Le rapace comme animal de fauconnerie : la médecine individuelle**

Dans le cas d'un oiseau de fauconnerie ou d'une espèce protégée (gypaète barbu, condor des Andes...), il est également utile de diagnostiquer le plus rapidement possible les traumatismes vertébraux pour pouvoir les traiter avec le plus d'efficacité possible. L'aspect de la lésion associée avec un examen clinique et neurologique poussé donnera des informations sur la possibilité de traitement et le pronostic.

##### **3- Limites de notre étude**

Les traumatismes vertébraux sont des affections difficiles à traiter, surtout sur des animaux de petite taille et pour lesquels les moyens financiers sont limités (centre de soins). Le traitement (qui ne sera pas détaillé dans ce travail) est la plupart du temps chirurgical. De plus, dans ce cas, il n'est pas toujours aisé de dater l'accident et le pronostic est donc difficile à évaluer avec certitude.

## II- Accueil du rapace traumatisé, examen clinique et moyens diagnostiques

### A- Attitude à adopter face à un rapace trouvé

(vetbrasseur.be, lpo.fr)

Il est difficile de savoir comment réagir face à de rapace trouvé blessé. Les rapaces sont des animaux pouvant être dangereux. Il faut donc être prudent et éviter de stresser l'animal ce qui est susceptible d'aggraver son état.

#### 1- Ne jamais nourrir immédiatement un rapace blessé.

Il existe chez les rapaces une grande diversité de régimes alimentaires. Il faut donc pouvoir identifier précisément l'oiseau recueilli afin de définir avec exactitude son régime alimentaire.

De plus, les oiseaux trouvés blessés souffrent souvent de déshydratation et/ou d'émaciation. Une administration non contrôlée de nourriture ou de boisson est susceptible d'aggraver l'état de ces animaux en détresse physiologique.

#### 2- Le manipuler au minimum

Le stress (lié au traumatisme et à la détention), tout comme une contention inadaptée peuvent être rapidement mortels chez les oiseaux, plus particulièrement sauvages. Les contacts avec les humains devront donc être limités au maximum pour augmenter les chances de survie.

#### 3- L'attraper

Quand il faut l'appréhender, le mieux est de porter des gants épais qui remontent sur les avant-bras. Une veste épaisse est également recommandée. Il ne faut en outre jamais approcher le visage du rapace. L'oiseau doit être isolé du monde extérieur en lui couvrant la tête avec un tissu épais (serviette, torchon...). Il est recommandé de le maintenir dans une position physiologique, les ailes collées au corps tout en veillant à ne pas lui appuyer sur la cage thoracique.



*Figure 39: Contention d'un circaète Jean-le-Blanc sauvage (réalisation personnelle)*

#### 4- Déplacer un rapace trouvé

L'oiseau peut être installé dans une boîte en carton (éviter les boîtes de transport métalliques, dans lesquelles l'oiseau peut se blesser) dans laquelle il faudra préalablement réaliser des trous d'aération au niveau des parois et du couvercle. La boîte devrait être à peine plus grande que l'oiseau lui-même. Moins l'oiseau pourra se débattre dans cette boîte, moins il aura de chance de se blesser à nouveau. La boîte ne doit pas être trop ouverte, pour éviter qu'il puisse engager sa tête ou une aile et se blesser.

#### 5- Le placer au calme

Il faut assurer à l'oiseau un environnement tranquille, reposant, sombre et jouissant d'une température raisonnable. Il faut le garder le moins longtemps possible et ne jamais le mettre en présence d'un autre animal ou d'un enfant.



Figure 40: Aigle royal dans un carton (vetbrasseur.be)

#### 6- Être prudent

Il faut se souvenir qu'un rapace, même blessé sérieusement, peut infliger des blessures redoutables. Il est effectivement effrayé par la présence humaine et considère l'homme comme une menace. Ses attaques sont imprévisibles. Les parties du corps présentant un risque pour les manipulateurs sont les serres et le bec.

### B- **Contention du rapace**

#### 1- Les dangers

Les oiseaux de proie sont pourvus d'un bec puissant mais les serres sont les plus à craindre. Elles sont particulièrement tranchantes et causent des blessures profondes et septiques. Il est donc toujours nécessaire de s'assurer de bien faire tenir les membres pelviens du rapace avant le début de l'auscultation. Il est également recommandé de tenir la tête derrière en plaçant un doigt de chaque côté du cou (le pouce et le majeur) pour empêcher sa rotation. Un autre doigt est placé au sommet du crâne (l'index). L'autre main maintient les serres au niveau du tibia (Robin, 2012).

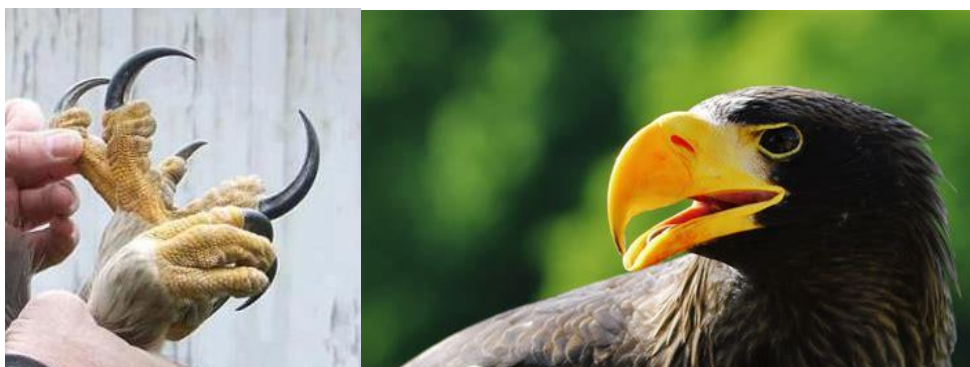


Figure 41: Serres d'aigle et bec de pygargue de Steller (oiseaux.net)

## 2- Contention des oiseaux de fauconnerie

Lors de la prise de rendez-vous, il est conseillé de demander au fauconnier d'apporter le chaperon et le gant pour faciliter la manipulation. De plus, l'observation de la boîte de transport de l'oiseau peut donner de nombreuses informations et il faut s'assurer qu'il sera bien amené dans sa propre cage.

Lors de la consultation, les oiseaux de fauconnerie peuvent être tenus par le fauconnier, qui sont habitués à les manipuler. Cependant, il faut garder à l'esprit que le vétérinaire est responsable de la sécurité du propriétaire et de l'animal (Robin,2012).

Si une hospitalisation est nécessaire, le vétérinaire doit avoir des gants et chaperons pour la contention, ainsi qu'une balance précise pour le suivi du poids de l'oiseau. Des chaperons de différentes tailles existent. Ces coiffes sont placées sur la tête des oiseaux et recouvrent leurs yeux. Ils sont alors moins soumis au stress que procure leur environnement et demeurent plus calmes.

Le matériel doit être préparé avant toute manipulation du rapace, afin de diminuer le temps de contention et le stress engendré. L'examen d'un rapace nécessite au moins une personne supplémentaire en plus du vétérinaire, pour assurer la contention de l'animal, pendant l'examen clinique ou l'administration de soins. Pour les rapaces de grand format (accipitridés de type aigle royal), un second manipulateur est requis pour maintenir les pattes pendant que le premier maintient les ailes.

Pour contenir un rapace, le propriétaire peut le tenir sur le poing ganté, une autre personne lui appliquant un linge sur le dos et le rabattant sur ses ailes. La contention doit être douce mais ferme, afin d'éviter que le rapace n'abîme son plumage ou ne s'échappe. Puis, l'oiseau peut être posé sur une table, bréchet face au support, tout en maintenant ses ailes plaquées sur le corps en « position physiologique ».



Figure 42: Contention d'un faucon lannier domestiqué (Photographies Michel Lierz)

Si l'oiseau présente des membres pelviens mobiles, il est recommandé de mettre un coussin au niveau des serres afin qu'il l'agrippe : cela diminue son stress et évite les automutilations (Robin, 2012). Pour un examen plus approfondi des membres, la contention des jambes s'effectue à l'aide de deux doigts placés au niveau de la moitié du tarso-métatarse sur un rapace de taille moyenne, afin de ne pas engendrer de fractures iatrogènes. Les ailes peuvent être délicatement sorties du linge, l'une après l'autre, en les étirant doucement en manipulant l'extrémité distale de l'ulna.

### 3- Contention des oiseaux sauvages (vetbrasseur.be)

La contention des oiseaux sauvages est sensiblement la même que celle des oiseaux de fauconnerie. Des gants sont nécessaires pour tenir les serres et la tête de l'oiseau. De grands morceaux de tissu (serviettes) de préférence épais sont utiles pour plaquer les ailes le long de l'oiseau, ainsi assurer son immobilité et éviter des fractures lors de la contention. Couvrir la tête de l'oiseau est également nécessaire pour réduire le stress de la manipulation et éviter l'imprégnation.

Par exemple, la fondation BioAndina en Argentine collabore avec des parcs du monde en entier pour relâcher des condors de Andes nés en captivité. En 2008, un jeune condor est remis en liberté dans la Cordillère des Andes et est retrouvé décédé au bout d'une semaine suite à une collision avec un véhicule (Archives du Puy du Fou).



Figure 43: Logo de la fondation Bioandina

En 2015, un hibou Grand-Duc imprégné libéré dans la nature sème la terreur en attaquant les habitants d'un village aux Pays-Bas (europe1.fr). Il est donc très important de savoir garder ses distances et de limiter au maximum tout contact. L'oiseau, par exemple, ne doit pas être en mesure de comprendre que la nourriture qu'il reçoit en centre de soins vient de l'être humain.

En résumé, un rapace sauvage doit donc être manipulé le moins possible ; ses yeux doivent être couverts (serviette) ; il faut éviter de parler en sa présence et lui donner la nourriture de manière la plus discrète possible.

#### **C- Examiner un rapace : suspecter un traumatisme vertébral**

Cet examen est réalisé lorsque l'état de l'oiseau est stable et que son pronostic vital n'est pas en jeu. La plupart des oiseaux traumatisés apportés en consultation sont en état de choc, cet état pouvant provenir du traumatisme lui-même, ou d'une cause/maladie sous-jacente.

### 1- Prise en charge immédiate de l'oiseau traumatisé

Un rapace traumatisé doit, avant toute investigation, être stabilisé. Ses fonctions vitales doivent être correctes ; la survie de l'oiseau doit être garantie lors d'examens complémentaires, éventuellement sous anesthésie. Rappelons qu'un oiseau suspecté de traumatisme vertébral doit être manipulé avec douceur et précaution.

#### a- La température

Si l'oiseau est découvert tardivement après l'accident, il peut présenter une hypothermie. L'intervalle de température cloacale d'un oiseau se situe (selon l'espèce) aux alentours de 40°C (plus ou moins 1 degré). Il suffit donc de prendre la température avec un thermomètre rectal, dans le cloaque de l'oiseau, pour objectiver une hypothermie (Samour, 2007).

Le cas échéant, des mesures de réchauffement doivent être mises en place. L'animal doit être placé en couveuse, enveloppé dans une serviette pour favoriser le réchauffer et limiter au maximum les mouvements qui pourraient être délétères. La température de la couveuse doit se situer entre 25 et 28°C (Harrison, 2006). Si le vétérinaire ne dispose pas de couveuse, l'animal doit être enveloppé dans une serviette et disposé sur des bouillottes puis installé dans une salle chauffée.

#### b- L'état d'hydratation

L'état d'hydratation d'un oiseau est facilement évaluable. On utilise plusieurs critères. La présence de fils de salive dans le bec de l'oiseau, tout comme l'état de remplissage de la veine alaire (une veine alaire peu remplie et donc peu visible) signent la déshydratation. L'aspect « fripé » de la peau, plus particulièrement au niveau des plis inguinaux, critère plus difficilement objectivable mais néanmoins intéressant.

Il est important de vérifier que la baisse de volémie n'a pas pour origine une hémorragie interne.

Dans le cas d'un oiseau très déshydraté, restaurer la volémie nécessite la pose d'un cathéter veineux ou intra-osseux (Harrison, 2006).

L'accès veineux peut être difficile voire impossible lors d'hypovolémie trop importante ou d'état de choc. La cathétérisation intra-osseuse est alors nécessaire. La forte vascularisation des os permet une absorption immédiate des fluides et médicaments donnés par voie intra-osseuse. L'ulna distale est le site de choix pour le placement de cathéter intra-osseux chez les oiseaux. La fluidothérapie sous-cutanée est une méthode de choix. Il suffit d'injecter sous la peau 15 mL/kg de fluide (de préférence réchauffé) par point d'injection. Habituellement, deux points d'injections sont faits ; il s'agit des plis inguinaux ou encore des genoux (plus confortable pour l'oiseau).

#### c- La respiration

Un oiseau en difficultés respiratoires (mouvements respiratoires très visibles, bruits respiratoires, bec ouvert, position anormale...) doit être rapidement placé en cage en oxygène (Harrison, 2006).





Figure 44: Photographie d'un aigle royal en détresse respiratoire (Samour, 2007)

## 2- Recueil des commémoratifs et l'examen clinique à distance

Le vétérinaire doit d'abord recueillir des informations précises d'ordre zootechnique ainsi que les antécédents médicaux du patient. Ceci est très important pour détecter une éventuelle maladie sous-jacente pouvant être à l'origine du traumatisme. Les circonstances et la vitesse d'apparition des symptômes doivent être connues.

Avant toute manipulation, on doit observer à distance l'état de conscience et de vigilance du rapace ainsi que sa posture. Cet examen doit autant que faire se peut être réalisé hors de sa vue, par une fenêtre dissimulée par exemple. Le comportement du rapace par rapport à son environnement doit être noté : l'animal est-il alerte ou abattu, émet-il de cris anormaux ? (Harrison, 2006). En ce qui concerne la posture normale du rapace, les deux ailes doivent être à la même hauteur sur le plan sagittal, les deux pattes portent le poids du corps, le bec doit être bien dans l'axe. Il est possible que le rapace se tienne sur un seul membre, en position de repos, le corps demeurant vertical. Une position anormale peut être le signe d'une lésion neuromusculaire.

Il peut également être intéressant d'observer la boîte de transport de l'oiseau, la présence de plumes cassées, la présence ou non de fientes et leur aspect... (Robin, 2012)

Le reste de la consultation d'un animal traumatisé est composé de l'examen clinique rapproché, orthopédique, et neuro-musculaire.

## 3- L'examen clinique rapproché

L'examen clinique du rapace comporte plusieurs étapes, sensiblement les mêmes que pour un mammifère. Il est nécessaire d'évaluer le poids, les appareils digestif, cardio-respiratoire, musculosquelettique et observer les oreilles et les plumes. Dans le cas d'un animal présentant un traumatisme vertébral, les données importantes à évaluer sont particulièrement le poids, l'état des plumes, les oreilles, les yeux et l'appareil musculosquelettique (Robin, 2012).

La présence d'hématome dans le fond d'œil ou les oreilles peut être évocateur d'un choc et orienter vers le diagnostic du traumatisme vertébral. Des fractures et des lésions musculaires peuvent également nous aiguiller.

### a- Le poids et l'état des plumes

Le poids vif d'un rapace est lié en partie à l'espèce, à l'âge et au sexe de l'oiseau. En effet, de nombreux falconidés présentent un dimorphisme sexuel marqué, les mâles (tiercelet) pesant jusqu'à deux fois moins que les femelles (forme). D'autres facteurs tels que la saison ou la période de mue peuvent

jouer sur le poids. De même, un rapace malade, qui présente des difficultés pour chasser ou dont le métabolisme est diminué, présentera un poids plus faible.

Tableau II : Poids du mâle et de la femelle de quelques espèces de rapaces (Samour, 2011)

Nom vernaculaire	Poids de la femelle (g)	Poids du mâle (g)
Aigle royal	3630-6665	2840-4550
Buse à queue rousse	900-1460	690-1300
Autour des palombes	820-1509	517-1170
Faucon crécerelle	154-314	136-252
Faucon laggar	525-850	525-850
Faucon sacre	970-1330	730-990
Faucon gerfaut	1262-2200	961-1321

L'embonpoint est estimé par la palpation des muscles pectoraux et le degré de saillie de la carène du sternum (Heidenreich, 1997).

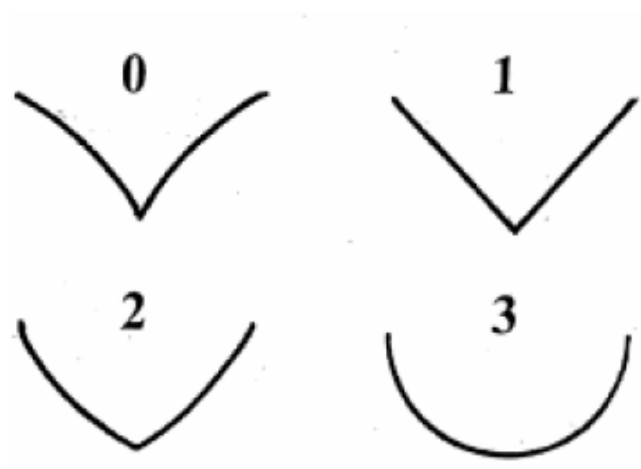


Figure 45: Schémas de la forme des muscles pectoraux en coupe transversale (d'après Nyeland et al, 2003)

**Légende :** 0- Oiseau émacié. Angle concave entre les muscles pectoraux et le sternum, 1- Oiseau maigre. Angle triangulaire entre les muscles pectoraux et le sternum, 2- Oiseau chez lequel le sternum n'est pas visible sous les muscles pectoraux, 3- Oiseau obèse, profil thoracique hyperconvexe.

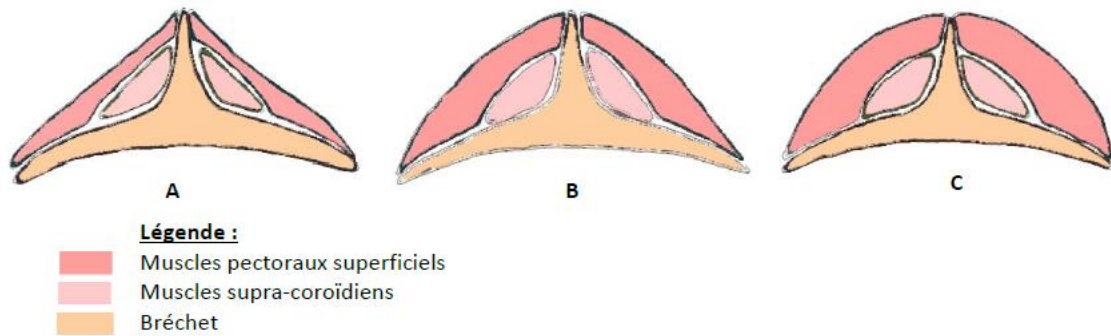


Figure 46: Schéma simplifié des différents muscles du bréchet en coupe transversale (Gretzinger, 2016)

**Légende :** A- cachexie avec fonte musculaire (muscles pectoraux creusés de part et d'autre du bréchet); B- état d'embonpoint normal; C- obésité (muscles pectoraux bombés de part et d'autre du bréchet).

Le poids et l'état des plumes sont des signes de mauvais état général pouvant être attribués dans certains cas à une blessure ancienne. Il est possible toutefois qu'une pathologie sous-jacente ait entraîné un amaigrissement de l'animal et que le traumatisme soit récent par exemple. Un mauvais aspect des plumes peut également être lié à l'âge de l'animal. Une asymétrie des muscles pectoraux peut indiquer une lésion neurologique, une fracture ou une luxation (Pizzy, 2008).

Cette étape est donc particulièrement indispensable pour un rapace sauvage.

#### b- L'examen ophtalmologique

Pour évaluer la vision, on peut effectuer le test de réponse à la menace, ou de la boule de coton, comme chez les mammifères. Cependant, les rapaces sauvages ont tendance, pour certaines espèces, à masquer leur réaction de manière plus ou moins réussie, rendant l'interprétation de ces tests difficile. L'examen du fond d'œil est compliqué, car les mydriatiques sont inefficaces chez les oiseaux (Harrison, 2006). L'iris est plat et mince, le cristallin est également plat (O'Malley, 2005). La rétine est globalement réfléchissante, avasculaire et le peigne peut être observé. Un hémorragie ou une anomalie au niveau de la papille du nerf optique peut être indicateur de traumatisme, plus particulièrement de traumatisme crânien.

#### c- L'examen de l'appareil musculo-squelettique (locomoteur)

L'examen doit d'abord être fait à distance. Lors de fractures sur les membres, l'animal a un port anormal du segment distal du membre sur lequel se situe la fracture. Certains mouvements lui sont impossibles ou d'amplitude diminuée. Si l'animal est incapable de se tenir sur ses pattes et/ou de se percher, une lésion neurologique peut être suspectée.

Pour repérer facilement un déficit de mouvement des ailes, on tient les pattes de l'oiseau dans une main et on effectue un mouvement assez rapide de haut en bas. L'oiseau aura le réflexe de déployer les ailes : ceci permet de déceler d'éventuelles fractures des ailes ou des déficits neurologiques (Modesto, 2017).

Sur un animal difficilement manipulable, une anesthésie flash à l'isoflurane (ou au sévoflurane) peut être réalisée (Harrison, 2006). On conseille, sur tous types de rapaces, un circuit ouvert non réinspirant.

Il faut disposer de masques de tailles différentes afin de s'adapter à la taille du patient, ou d'une « cage à isoflurane » si le rapace est facilement stressable (cas des rapaces sauvages). Pour toute anesthésie, même de courte durée, il est nécessaire de réchauffer le rapace endormi, à l'aide d'un tapis chauffant par exemple (Samour, 2007).

On peut alors examiner le rapace en détails. En écartant les plumes, on constate souvent la présence d'œdème ou d'un hématome fracturaire qui peuvent nous aider à localiser des lésions. Dans le cadre de notre étude, il est important de regarder tout au long de la colonne vertébrale. Ceux-ci sont chauds si la fracture est récente ou s'il y a présence d'une infection. On peut remarquer, en fonction de la gravité et de la localisation de la fracture, une mobilité anormale du segment osseux distal par rapport au foyer.



Figure 47: Photo d'une buse variable présentant une fracture du tibia (Samour,2007)

La présence de signes de traumatisme osseux et musculaires associés à des symptômes neurologiques sont indicateurs de traumatisme de la colonne vertébrale.

#### **D- L'examen neurologique et la localisation de la lésion**

Un traumatisme peut affecter le système nerveux central : l'encéphale et/ou la moelle épinière. Cette dernière localisation est celle qui nous intéresse dans cette étude. La suspicion d'un traumatisme vertébral repose sur une anamnèse précise et l'examen clinique associés, bien sûr, à l'examen neurologique. Ce dernier permet la localisation de la lésion neurologique, de déterminer sa sévérité et d'estimer le pronostic vital (Modesto, 2017). Cependant, il faut rester prudent lors de la manipulation car certains tests peuvent aggraver d'éventuelles lésions spinales.

Bien entendu, lorsqu'on suspecte un traumatisme vertébral sur un animal de fauconnerie, il est important de demander la date des premiers signes, si l'apparition était aigüe ou non, l'évolution depuis et bien entendu si un choc a été observé.

### 1- Examen neurologique de l'oiseau

Il est conseillé d'attendre quelques instants après l'arrivée de l'oiseau avant de commencer à l'observer. En effet, ce temps de latence permet l'acclimatation de l'oiseau et donc une meilleure visibilité des éventuelles anomalies (Harrison, 2006). Le système nerveux du rapace est divisé en plusieurs parties pour des raisons pratiques : cervicale, plexus brachial, thoracique et plexus lombosacré. Ce dernier est lui-même divisé en plexus lombaire, plexus sacré et plexus pudendal.

#### a- Estimer le niveau et la qualité de conscience du rapace

La qualité de la conscience de l'animal peut être estimée par des réponses comportementales anormales, un degré d'attention inhabituel ou une modification de la personnalité (agressivité vis-à-vis du fauconnier, désorientation...). Le vétérinaire peut évaluer ces critères en produisant un bruit sourd, un clappement de mains par exemple et observer la réponse de l'oiseau. Un état de conscience altéré est souvent le résultat d'une lésion du tronc cérébral. Attention, si les troubles neurologiques sont peu sévères, les oiseaux sont capables de cacher leurs symptômes et de présenter un état de conscience faussement normal. Le cortex cérébral, dans le cas d'une modification comportementale (qualité de la conscience), est souvent en cause.

#### b- Observer la démarche et la posture

L'observation à distance peut mettre en évidence un syndrome vestibulaire, une ataxie, une paralysie, une parésie ou encore un déficit proprioceptif. Il faut vérifier la symétrie des ailes, le port de la tête... S'il s'agit d'un rapace de fauconnerie, il peut être intéressant d'encourager le propriétaire à filmer l'animal dans son environnement familier. Le biais « stress » est alors atténué, et l'oiseau aura moins tendance à camoufler ses symptômes (Modesto, 2017).



Figure 48: Photographie d'un faucon pèlerin présentant un port d'ailes anormal (Samour, 2007)

### 2- Evaluer les nerfs crâniens

L'examen des nerfs crâniens est très semblable à celui des Mammifères, mais les résultats doivent toujours être interprétés avec prudence.

Le réflexe pupillaire, par exemple, qui permet d'évaluer le nerf optique (II) est très souvent surestimé chez les rapaces, car ceux-ci possèdent un muscle strié dans l'iris. De plus, ce test met en jeu un nerf supplémentaire, le nerf oculomoteur (III) responsable de la contraction de l'iris. Il faut savoir qu'un oiseau aveugle d'un œil cache le côté aveugle à l'examineur (Harrison, 2006). Les tests des nerfs crâniens étant relativement semblables à ceux des Mammifères, nous n'allons pas les développer dans notre étude. Ils sont répertoriés dans le tableau ci-dessous ;

Tableau III : Examen des nerfs crâniens des oiseaux (partie 1/4) (d'après (CLIPPINGER, BENNETT, PLATT 2007) ; (JONES, OROSZ 1996) ; (OROSZ, BRADSHAW 2007) et (HUNT 2015))

Nerfs crâniens	Rôles	Considérations anatomiques	Examen	Réponses attendues	Symptômes associés à une lésion du nerf
<b>Nerf olfactif (I)</b>	Olfaction, relativement peu développées chez les rapaces	Sensitif Sors du crâne par le foramen olfactif.	Bander les yeux du rapace et placer devant lui un coton imbibé d'alcool. Peu réalisé en pratique.	L'animal doit se détourner de la source de l'odeur.	Appétit diminué (peu pathognomonique et difficile à associer à une lésion nerveuse)
<b>Nerf optique (II)</b>	Vision (bien plus développé que chez les mammifères)	Sensitif Les fibres myélinisées quittent l'œil, passent par le foramen optique puis le chiasma optique, pour finir par rejoindre les lobes optiques, rostraux au cervelet	Réflexe à la menace, ou déplacement de l'objet autour de l'animal. Attention aux mouvements d'air (perçus par un oiseau même aveugle) Clignement à la menace Placer une perche à disposition (pour les oiseaux de fauconnerie)	Regarde les objets qui se déplace. Attention, le rapace aura tendance (surtout s'il est sauvage) à fixer son regard sur le vétérinaire. Cligne des paupières A tendance à se percher	Réticence à se déplacer et notamment à voler.
<b>Nerf oculomoteur (III)</b>	Responsable de la contraction de l'iris et moteur de l'œil (limité chez les oiseaux)	Moteur Origine dans le mésencéphale, innerve les muscles moteurs de l'œil et la paupière.	Déplacer des objets autour de l'oiseau, réflexe à la menace Réflexe pupillaire	Il doit suivre les objets des yeux. Attention aux mouvements d'air. Très peu réalisé car très peu fiable. En effet, il existe une composante volontaire dans la contraction de l'iris chez l'oiseau. Il peut donc passer de myosis à mydriase et inversement sans le moindre changement lumineux.	Déviation ventro-latérale du globe oculaire. Mydriase très importante, avec potentiellement des phases de myosis plus ou moins importantes.

Tableau IV: Examen des nerfs crâniens des oiseaux (partie 2/4) (Gretzinger, d'après (CLIPPINGER, BENNETT, PLATT 2007) ; (JONES, OROSZ 1996) ; (OROSZ, BRADSHAW 2007) et (HUNT 2015))

Nerfs crâniens	Rôles	Considérations anatomiques	Examen	Réponse attendue	Symptômes associés à une lésion du nerf
IV - Nef Trochléaire	Mobilité de l'œil (limitée chez l'oiseau)	Issu du mésencéphale puis déçusse avant de passer par le foramen trochléaire. Puis innerve les muscles extrinsèques de l'œil.	Déplacer des objets autour de l'oiseau.	Regarde les objets. Attention chez l'oiseau les mouvements oculaires sont naturellement très limités même sans lésion nerveuse.	Déviation dorsale du globe oculaire (difficile à percevoir chez les perroquets).
V - Nef crânial	Sensibilité de l'œil, de la paupière supérieure, du front, des cavités nasales, du palais dur et du bec maxillaire	Issu du tronc cérébral caudalement et ventralement aux lobes optiques puis rejoint les nerfs crâniens II et III.	Réflexe palpébral Reaction au toucher de la face avec les yeux bandés.	Clignement des paupières L'oiseau se tourne vers la zone touchée, généralement pour pincer le clinicien.	Pas de réponse.
	Branche maxillaire	Sensitif et moteur	Clignement à la menace Placer un objet fin dans le bec de l'oiseau	Clignement des paupières. Attention à ne pas créer de mouvement d'air que l'oiseau pourrait ressentir. L'oiseau se saisit de l'objet avec son bec	Pas de réponse. Incapacité à fermer complètement le bec.
VI - Nef abducens	Sensibilité de l'œil, de la paupière supérieure, du front, des cavités nasales, du palais dur et du bec maxillaire	Mouvements et sensibilité du bec mandibulaire et de l'oropharynx (texture des aliments). Chez les oiseaux il permet également certaines expressions faciales.	Placer un objet fin dans le bec de l'oiseau	L'oiseau se saisit de l'objet avec son bec	Incapacité à se saisir de l'objet et des aliments d'où une diminution de la prise alimentaire.
	Branche mandibulaire	Sensitif et moteur	Passer par le foramen abducens puis court derrière les lobes oculaires.	Observer le positionnement des globes oculaires.	Déviation médiale du globe oculaire (difficile à percevoir chez les perroquets).

Tableau V : Examen des nerfs crâniens des oiseaux (partie 3/4) (Gretzinger, d'après (CLIPPINGER, BENNETT, PLATT 2007) ; (JONES, OROSZ 1996) ; (OROSZ, BRADSHAW 2007) et (HUNT 2015))

Nerfs crâniens	Rôles	Considérations anatomiques	Examen	Réponse attendue	Symptômes associés à une lésion du nerf
VII - Nerf facial	Mobilité des muscles faciaux (peu développés chez l'oiseau), du muscle abaisseur de la mandibule (mastication), goût, innervation parasymphatique des microglandes salivaires et des glandes lacrymales, nasales et de la membrane nictitante.	Moteur et sensitif Passe par le foramen du nerf facial.	Observation de la face.	Nystagmus physiologique pour corriger la position du globe oculaire pour suivre le mouvement de la tête (difficile à percevoir chez les perroquets)	Asymétrie de la face, diminution de la prise alimentaire (perte du goût), cavité buccale sèche ou kératite sèche par diminution des sécrétions.
VIII - Nerf vestibulocochléaire	Branche vestibulaire	Détermination de la position de l'oiseau dans l'espace tridimensionnel et ajustement du port de tête en fonction de la position du corps.	Sensitif	Transmission de l'information jusqu'au tronc cérébral puis au thalamus et enfin au télencéphale où la discrimination des sons reçus est plus importante que chez les mammifères.	Tête penchée, nystagmus, posture anormale, chutes du perchoir, etc.
	Branche cochléaire	Audition (très développée chez l'oiseau)	Sensitif	Transmission de l'information jusqu'au tronc cérébral puis au thalamus et enfin au télencéphale où la discrimination des sons reçus est plus importante que chez les mammifères.	Aucune réaction aux sons, même son propriétaire.
IX - Nerf glossopharyngien	Sensibilité de la langue et goût, déglutition, moteur du jabot (avec le nerf X) et de la syrinx (avec le nerf XI)	Sensitif et moteur Passe par le foramen glossopharyngien mais comporte de nombreuses anastomoses avec les nerfs X et XI. Il est donc difficile de les différencier les uns des autres lors de l'examen neurologique.	Réflexe de déglutition (possibilité de déposer quelques gouttes d'eau dans la cavité buccale)	L'oiseau doit déglutir. S'il est trop stressé l'oiseau va plutôt crier et secouer la tête pour recracher le liquide.	Pas de déglutition, diminution de la prise alimentaire
			Evaluation de la voix	Toute modification de la voix (modulation on diminution du chant) rapportée par le propriétaire est suspecte.	Modification de la voix.



Tableau VI: Examen des nerfs crâniens des oiseaux (partie 4/4) (Gretzinger, d'après (CLIPPINGER, BENNETT, PLATT 2007) ; (JONES, OROSZ 1996) ; (OROSZ, BRADSHAW 2007) et (HUNT 2015))

Nerfs crâniens	Rôles		Considérations anatomiques	Examen	Réponse attendue	Symptômes associés à une lésion du nerf
X - Nerf vague	Sensibilité et motricité des viscères (jabot et oesophage notamment), du larynx et du pharynx	Sensitif et moteur	Passe par le foramen vagal puis rejoint le pharynx, le larynx, le thymus, les thyroïdes, les parathyroïdes, l'oesophage, le jabot, la trachée et la syrinx. Comporte de nombreuses anastomoses avec les nerfs IX et XI.	Réflexe de déglutition (possibilité de déposer quelques gouttes d'eau dans la cavité buccale)  Réflexe oculo-cardiaque (appuyer légèrement sur les deux globes oculaires simultanément). A ne pas réaliser chez les oiseaux débilités ou déjà en bradycardie.	L'oiseau doit déglutir. Encore une fois, s'il est trop stressé l'oiseau va plutôt crier et secouer la tête pour recracher le liquide.  Diminution de la fréquence cardiaque lorsqu'on appuie sur les globes oculaires (difficile à percevoir chez les perroquets en raison de la fréquence cardiaque physiologique très élevée). Très peu fiable.	Pas de réponse
XI - Nerf accessoire	Mobilité des muscles du cou	Moteur	Passe par le foramen magnum. Nombreuses anastomoses avec les nerfs IX et X. Innervent les muscles <i>ocularis</i> (correspondant aux trapèzes chez les mammifères)	Observation des mouvements du cou en changeant la position du corps. Sinon, positionner sa main à différents endroits autour de la tête (même derrière celle-ci) et s'assurer que l'oiseau la suive et essaye de l'attraper.	L'oiseau adapte la position de sa tête à celle de son corps et essaye d'attraper les mains du clinicien. Attention aux oiseaux qui restent stoïques à cause du stress.	Port de tête bas, réticence à se percher, mauvais plumage par manque de nettoyage, perte d'équilibre voire chutes du perchoir
XII - Nerf hypoglosse	Mobilité de la langue et de la syrinx et déglutition.	Moteur	Dès la sortie du crâne, se combine avec les 1er et 2ème nerfs cervicaux pour former le nerf hypoglossocervical qui s'anastomose ensuite avec les nerfs X et XI. Les fibres innervent ensuite les muscles intrinsèques de la langue, la trachée et les muscles de la syrinx.	Ouvrir le bec ou proposer à manger à l'oiseau et observer les mouvements de langue.	Les perroquets "testent" tout nouvel objet à leur disposition avec leur langue en le touchant et le tapotant.	Diminution du tonus de la langue, diminution de la prise alimentaire, déviation de la langue ou encore modification de la voix.

### 3- Observer les réactions posturales

Les tests utilisés portent surtout sur la proprioception des ailes et des membres, le réflexe de battement des ailes lors de chutes, les placements tactiles et visuels sur une perche. Ils sont cependant très difficiles à évaluer chez l'oiseau sauvage car ce dernier est susceptible, en cas de stress, de supprimer volontairement toute réponse motrice. Les réactions posturales sont complexes et impliquent des chemins comportant de multiples étapes, impliquant des neurones sensitifs et moteurs. Il est donc nécessaire de réaliser d'autres tests pour localiser avec plus de précision la lésion (Modesto, 2017).



Figure 49: Evaluation des placers visuels (à gauche) et du réflexe de battement des ailes (à droite) (Modesto, 2017)

#### a- Les placers proprioceptifs

(Harrison, 2006)

Les pattes des rapaces devant être contenues par mesure de sécurité, certains tests réalisables chez les psittacidés ne sont pas applicables (hémi-locomotion par exemple). Ces tests peuvent éventuellement être faits chez les rapaces de petites tailles si le manipulateur est suffisamment protégé (gants remontant aux coudes...).

##### *i- Réaliser des placers proprioceptifs chez un rapace*

Il faut placer une aile ou un membre pelvien en position anormale, l'oiseau doit alors replacer son membre en position physiologique. Tous les tests réalisables sur les mammifères ne le sont pas chez les oiseaux, du fait de la modification structurelle des membres thoraciques. La manière la plus pratique d'évaluer les réactions posturales des membres pelviens est d'appliquer la face dorsale du pied du rapace contre une perche. Sinon, il est également possible de placer un morceau de papier sous chaque pied et de les tirer lentement dans des directions opposées. Si l'oiseau se remet en équilibre, les placers sont considérés comme normaux. Les tests de placers ne sont pas réalisés en routine sur les ailes.

##### *ii- Interpréter des placers proprioceptifs sur un rapace*

Ces tests évaluant la proprioception permettent d'apprécier à quel point le rapace est conscient de la position de ses membres et de ses mouvements sans information visuelle. L'information est conduite par une branche sensitive depuis la peau, les muscles et les articulations des membres à travers la moelle épinière et le pédoncule cérébral jusqu'au cortex moteur sensoriel. L'encéphale renvoie alors

des messages au moto-neurones de la moelle épinière pour une rapide correction de la posture. Les chemins sensitifs ascendants sont localisés dans la partie la plus externe de la moelle épinière et sont très sensibles aux compressions. Une lésion mineure de la moelle épinière peut donc causer des troubles de la proprioception, sans troubles moteurs associés. En effet, seuls les trajets des nerfs sensitifs sont touchés mais les trajets moteurs, plus profonds, demeurent intacts.

b- Les placers tactiles et visuels  
(Harrison, 2006)

*i- Réaliser des placers tactiles et visuels*

Les tests de placers visuels sont peu différents de ceux des Mammifères : on avance l'animal vers une perche, sans lui couvrir la tête. Chez les rapaces plus particulièrement, on réalise des placers tactiles : l'animal doit être capable d'agripper la perche avec ses serres même lorsque les yeux sont cachés.

*ii- Interpréter les placers tactiles et visuels*

Les placers visuels et tactiles requièrent un cortex moteur et des trajets nerveux jusqu'au membre concerné intact. Une lésion du cortex provoque des déficits dans le membre controlatéral alors qu'une lésion périphérique entraînera des déficits sur le membre ipsilatéral.

Evaluer les placers proprioceptifs et les réactions posturales permet donc d'apprécier la gravité et de localiser grossièrement une lésion.

Les lésions de la moelle épinière peuvent donc entraîner des déficits proprioceptifs, des placers visuels et tactiles anormaux.

#### 4- Evaluer les réflexes spinaux

Un réflexe nécessite un nerf sensitif intact qui conduit l'information à la moelle épinière, et un nerf moteur intact entraînant la réponse du muscle concerné. Les lésions périphériques causent une hyporéflexie ou une aréflexie. Ce genre de signe indique une lésion d'un ou plusieurs composants de l'arc réflexe. Une réponse exagérée est, quant à elle, attribuée à une interruption du système nerveux central, qui module habituellement le réflexe. Cette lésion est alors située entre l'arc réflexe et l'encéphale (Modesto, 2017).

Pour chaque zone testée, un grade est attribué selon la réponse : réflexe absent, hyporéflexie, réflexe normal, hyperréflexie, mouvement clonique. Il est difficile d'évaluer les réflexes des régions cervicale et thoracique. On teste le plexus brachial avec un retrait de l'aile au pincement. Dans la région lombosacrée, on évalue le plexus lombaire avec les réflexes gastrocnémien et patellaire. Ces derniers sont souvent faussement négatifs du fait de l'inhibition volontaire de l'oiseau. On doit également tester le plexus sacré (retrait au pincement des phalanges) et le plexus pudental (réflexe du sphincter cloacal). Nous allons détailler chacun de ces tests.

a- Réflexe du sphincter cloacal  
(Harrison, 2006)

*i- Réaliser le test*

Il suffit de pincer le cloaque. La réponse observée doit être une contraction du muscle externe du cloaque, associé à un mouvement de la queue.



Figure 50: Photographie de réalisation du test du réflexe cloacal (Modesto, 2017)

*ii- Interpréter le test*

Comme évoqué plus haut, ce réflexe révèle des informations concernant le plexus pudendal mais également les segments caudaux de la moelle épinière. Un cloaque distendu, ouvert, et ne répondant pas à la stimulation indique une lésion du nerf pudendal ou de ses racines spinales. Une hyperréflexie indique un traumatisme situé crânialement au plexus pudendal.

b- Réflexe de flexion  
(Harrison, 2006)

*i- Réaliser le test*

Il suffit de pincer la peau de chaque pied et d'évaluer le réflexe des membres controlatéral et ipsilatéral.

*ii- Interpréter le résultat*

Il s'agit d'un réflexe de retrait. La stimulation des récepteurs sensoriels entraîne la contraction des muscles responsables de la flexion du membre. Ce réflexe requiert un nerf sciatique (sensitif et moteur) intact, mais aussi une absence de lésion du segment de moelle épinière au niveau du plexus sacral. En effet, ce retrait ne nécessite pas de transmission au cerveau pour s'effectuer. Une aréflexie indique donc une lésion du nerf sciatique ou du plexus sacral.

c- Le réflexe patellaire  
(Harrison, 2006)

*i- Réaliser le test*

Un petit coup sec doit être appliqué sur le tendon patellaire, avec un marteau à réflexes par exemple. Attention cependant à adapter la taille de l'objet à celle de l'oiseau. Ce test ne peut pas être réalisé sur tous les types de rapaces pour des questions de sécurité. Ce test est difficile à interpréter chez l'oiseau du fait d'une possible interférence avec le tissu inguinal.

*ii- Interpréter le test*

Il s'agit d'un réflexe myotatique. L'étirement du muscle stimule le nerf fémoral (appartenant au plexus lombo-sacré), ce qui entraîne une contraction musculaire. Les lésions centrales sont à l'origine d'une hyperréflexie. Un problème au niveau du plexus lombo-sacré, des muscles ou des nerfs causera au contraire une hyporéflexie.

d- Le réflexe du retrait de l'aile  
(Harrison, 2006)

*i- Réaliser le test*

Il faut pincer le doigt majeur, soit au niveau de l'origine des rémiges primaires. Ceci génère normalement une flexion de l'aile.

*ii- Interpréter le test*

Ce test permet de vérifier l'intégrité du segment spinal associé au plexus brachial. Si l'oiseau ne retire pas son aile, on peut conclure à un dommage au niveau des nerfs ou du plexus brachial. Une extension de l'autre aile lors du réflexe indique une lésion crâniale au plexus brachial, au niveau de la moelle épinière ou du tronc cérébral.

e- Localiser une localisation à partir de l'évaluation des réflexes spinaux  
Le tableau VII, ci-dessous, résume l'interprétation des tests expliqués précédemment.

Réflexes spinaux		Localisation de la lésion
Ailes	Augmentés	Région cervicale
Pattes	Augmentés	
Sphincter anal	Augmentés	
Ailes	Diminués à absents	Plexus brachial
Pattes	Augmentés	
Sphincter anal	Augmentés	
Ailes	Diminués à absents	Nerfs périphériques des ailes
Pattes	Aucun signe	
Sphincter anal	Aucun signe	
Ailes	Aucun signe	Région thoracique
Pattes	Augmentés	
Sphincter anal	Augmentés	
Ailes	Aucun signe	Plexus lombosacré
Pattes	Diminués à absents	
Sphincter anal	Diminués à absents	
Ailes	Aucun signe	Nerfs périphériques des pattes
Pattes	Diminués à absents	
Sphincter anal	Aucun signe	
Ailes	Aucun signe	Nerfs du sphincter anal
Pattes	Aucun signe	
Sphincter anal	Diminués à absents	

Tableau VII: Localisation de la lésion en fonction des signes neurologiques observés (Gretzinger, 2017, d'après (JONES, OROSZ 1996) et (CLIPPINGER, BENNETT, PLATT 2007)).

#### 5- Evaluer la sensation cutanée (Modesto, 2017)

Les oiseaux ne possèdent pas de pannicule charnu sensitif. On évalue la sensation cutanée en pinçant ou en tirant les follicules des plumes.

#### 6- Apprécier la douleur profonde (Modesto, 2017 et Harrison, 2006)

Dans le cas où aucune anomalie n'aurait été décelée, une anomalie posturale peut s'expliquer par une sensation de douleur profonde. Lors de cet examen, l'animal doit être conscient. Attention, la réaction de retrait au stimulus est la conséquence d'un arc réflexe et ne permet donc pas d'affirmer que les neurones impliqués sont tous intacts.

Un examen neurologique est indispensable pour évaluer la gravité de l'atteinte nerveuse. Cependant, il est très difficile à interpréter précisément chez les rapaces sauvages. En effet, le stress, le comportement primitif et éventuellement une maladie sous-jacente interfèrent avec les signes neurologiques. Il est donc nécessaire de coupler l'examen clinique à des examens complémentaires, plus particulièrement, dans notre étude, des examens d'imagerie médicale.

**E- Exemple de fiche d'examen neurologique propre aux oiseaux**

La fiche d'examen neurologique est semblable à celle utilisée pour les mammifères, bien que plus simple. Elle présente cependant quelques particularités : il est nécessaire d'ajouter le réflexe cloacal (vent sphincter), ainsi que le réflexe de vol (« drop and flag »). Ci-dessous se trouve un exemple de fiche d'examen neurologique.

**AVIAN NEUROLOGIC EXAMINATION**

Patient \_\_\_\_\_ Date & Time \_\_\_\_\_

Species \_\_\_\_\_ Age \_\_\_\_\_ Sex \_\_\_\_\_


---

**SUBJECTIVE:**

**OBJECTIVE:**  
 Observation  
 Mentation: \_\_\_\_\_  
 alert, depression, stupor, coma, delirium  
 Posture: \_\_\_\_\_  
 normal, recumbency, opisthotonos  
 Attitude: \_\_\_\_\_  
 normal, strabismus, head tilt, falling  
 Movement: \_\_\_\_\_  
 normal, spasm, tremble, twitch, seizure  
 Gait: \_\_\_\_\_  
 normal, ataxia, dysmetria, circling, weakness

**Cranial Nerve Reflexes**

L	<i>nerve, test</i>	R
_____	I odor	_____
_____	II & V menace	_____
_____	II & III direct PLR	_____
_____	III, IV, VI strabismus	_____
_____	III, IV, VI, VIII nystagmus	_____
_____	V palpebral sensation	_____
_____	VII expression	_____
_____	VIII startle, balance	_____
_____	IX bitter taste	_____
_____	IX, X, XI, XII gag, visceral	_____
_____	XII tongue grab	_____



**OBJECTIVE:**  
 Palpation  
 Muscle/Skeleton \_\_\_\_\_  
 symmetry, tone, strength, tenderness  
 Postural reactions  
 L *reaction* R  
 Conscious proprioception  
 \_\_\_\_\_ wings \_\_\_\_\_ legs \_\_\_\_\_  
 Drop and flap  
 \_\_\_\_\_ wings \_\_\_\_\_  
 Hopping  
 \_\_\_\_\_ legs \_\_\_\_\_  
 Extensor postural thrust  
 \_\_\_\_\_ legs \_\_\_\_\_  
 Tactile Placing  
 \_\_\_\_\_ legs \_\_\_\_\_  
 Visual Placing  
 \_\_\_\_\_ legs \_\_\_\_\_

**Spinal Reflexes**

L	<i>reflex, segment</i>	R
_____	Vent sphincter LSP-P & LSP-Cd	_____
_____	Leg withdrawal LSP-S	_____
_____	Patella LSP-L	_____
_____	Wing withdrawal BP	_____

**Sensory response**  
 \_\_\_\_\_ pelvic  
 \_\_\_\_\_ thoracic  
 hyperesthesia, superficial pain, deep pain

---

**ASSESSMENT:** \_\_\_\_\_ localizing deficits

•Normal \_\_\_\_\_  
 •Brain \_\_\_\_\_  
 Cerebrum \_\_\_\_\_  
 Cerebellum \_\_\_\_\_  
 Brain stem \_\_\_\_\_  
 Vestibular \_\_\_\_\_

•Spinal cord \_\_\_\_\_  
 Cervical \_\_\_\_\_  
 Brachial plexus \_\_\_\_\_  
 Thoracic \_\_\_\_\_  
 Lumbosacral plexus \_\_\_\_\_  
 •Peripheral nerve \_\_\_\_\_  
 •Generalized neuromuscular \_\_\_\_\_

---

**PLAN:** Recommended tests \_\_\_\_\_ Differential diagnosis: \_\_\_\_\_

Figure 51: Exemple de fiche d'examen neurologique d'un oiseau (Clippinger, 2007)

## **F- Diagnostic différentiel des troubles neuronaux chez les rapaces**

((Harrison,2006), (Stanford, 2008), (Robin, 2012), (Tovar, 2007))

### **1- Maladies dégénératives**

(Harrison, 2006)

Les seuls cas de maladies dégénératives renseignés chez les rapaces correspondent tous à une myélopathie vacuolaire aviaire. Ces cas furent diagnostiqués au Sud Est des Etats Unis, chez des oiseaux sauvages. Le premier fut identifié chez des pygargues à tête blanche en 1994. Ces oiseaux étaient en effet régulièrement retrouvés morts et présentaient des difficultés à voler et à se percher (foncent dans les perchoirs ou passent au-dessus). D'autres furent diagnostiqués chez des foulques. L'étiologie reste inconnue. D'autres maladies dégénératives sont documentées chez les oiseaux, mais pas chez les rapaces.

Les maladies dégénératives décrites chez les autres oiseaux ont porté sur des Emeus (Troubles d'entreposage lysosomal), quinze perroquets et perruches en Australie (Psittacine focal symmetrical poliomyelomalacia) ou encore deux calopsittes (Maladie de Lafora). Nous ne les détaillerons pas ici.

### **2- Maladies d'origine nutritionnelle**

#### **a- Carences en vitamine E et sélénium**

(Tovar, 2007)

Ces carences sont peu documentées chez les rapaces et ne l'ont jamais été chez les rapaces nocturnes. Elles sont très rares chez les rapaces diurnes, mais peuvent apparaître chez les rapaces captifs nourris exclusivement avec du muscle. Le diagnostic est très souvent fait à l'histologie post-mortem. Aucun diagnostic ante-mortem ni traitement n'ont été documentés. Il est possible d'adopter des mesures préventives en distribuant aux animaux des doses adaptées en sélénium et vitamine E.

#### **b- Carence en Thiamine (vitamine B1) et Riboflavine (vitamine B2)**

(Harrison, 2006)

Les rapaces diurnes nourris avec de très jeunes poussins, des proies éviscérées ou du poisson congelé synthétisent une thiaminase qui peut affecter l'activité de la thiamine. Ceci peut mener à des problèmes neurologiques, comme une ataxie, voire entraîner une dégénération des axones et des neurones. Les signes cliniques peuvent disparaître après administration de thiamine.

Des carences en riboflavine ont déjà été rapportées chez les rapaces. Des compléments alimentaires permettent rapidement la disparition des symptômes.

D'autres carences nutritionnelles peuvent causer des problèmes neurologiques pouvant être confondus avec un traumatisme vertébral, mais elles n'ont pas été décrites chez les rapaces.



### 3- Néoplasies

((Stanford, 2008) et (Tovar, 2007))

Les tumeurs primaires de la moelle épinière sont rares chez les oiseaux. Un traumatisme des nerfs périphériques peut apparaître à la suite de leur compression par une masse tumorale. Les nerfs pelviens, par exemple, passent par le parenchyme rénal. Les mélanomes et astrocytomes sont susceptibles d'entraîner une ataxie (Robin, 2012). Cette ataxie pourrait évoquer un traumatisme vertébral.

### 4- Maladies infectieuses

#### a- Maladies virales

##### *i- Maladie de dilatation du proventricule*

(Harrison, 2006)

Cette maladie a été identifiée chez des rapaces et entraîne parfois des névrites des nerfs sciatique, brachial et vagal.

##### *ii- Virus du West Nile*

(Tovar, 2007)

Depuis Juillet 2002, les études rapportant la mort de rapaces suite à une infection par le virus du West Nile sont de plus en plus nombreuses. Il n'existe pas de traitement connu et le pronostic dépend de l'individu et de la phase à laquelle l'affection est diagnostiquée.

##### *iii- Paramyxovirose de type 1 : Maladie de Newcastle*

(Tovar, 2007)

Les symptômes incluent généralement ataxie, torticolis, opisthotonos, trémulations de la tête, paralysie progressive des pattes. Le diagnostic nécessite l'isolation du virus. Un animal non vacciné présentant ces symptômes est fortement indicateur d'infection.

##### *iv- Grippe aviaire*

Des indices d'une infection ont été trouvés chez deux rapaces sauvages (un épervier de Cooper et un harfang des neiges) retrouvés morts en 2014. Cependant, le virus n'a été isolé chez aucun rapace (Olsen, 2006).

#### b- Maladies bactériennes

((Tovar, 2007) et (Stanford, 2008))

Des infections à certaines bactéries, comme *Listeria* spp, *Salmonella*, *Pasteurella*, *Clostridium* peuvent être à l'origine d'une ataxie chez des oiseaux de proie.

#### 5- Maladie fongique

((Harrison, 2006), (Tovar, 2007), (Stanford, 2008))

L'aspergillose peut entraîner une ataxie, la plupart du temps associée à des signes respiratoires chez les rapaces, plus particulièrement chez les oiseaux captifs. L'aspergillose peut également donner lieu à une parésie et à une incapacité à voler d'apparition lente. Cette affection peut être diagnostiquée au mieux par endoscopie et observation de granulomes aspergillaire, et la cas échéant culture fongique.

#### 6- Maladies d'origine toxique

##### a- Intoxication au plomb

((Harrison, 2006) et (Tovar, 2008))

Il s'agit d'une des causes d'empoisonnement les plus courantes et affectant un grand nombre d'espèces d'oiseaux. Elle peut être mortelle. Les symptômes nerveux sont souvent d'origine centrale, même si des neuropathies périphériques ont déjà été rapportées. Les sources de contamination sont, par exemple, des charognes tuées avec des plombs, l'inhalation de fumées de gasoil... La toxicité peut être chronique ou aigue selon la quantité ingérée. Les symptômes peuvent être des changements de comportement, anorexie, ataxie, abattement, parésie ou paralysie des membres postérieurs... Un test sanguin peut être réalisé pour déterminer le taux de plomb. Les intoxications au zinc peuvent être à l'origine de symptômes semblables.

##### b- Paralysie due aux tiques

(Harrison, 2006)

Cette maladie est causée par des neurotoxines associées à plus de soixante espèces de tiques (dures et molles), présentes dans la salive des femelles. En général, il s'agit d'une polyneuropathie motrice, caractérisée par une paralysie flasque ascendante progressive. Après retrait de la tique, on observe un rétablissement très rapide de l'oiseau dans les 72 heures.

##### c- Intoxication aux organophosphorés et aux carbamates

(Harrison, 2006 et Tovar, 2008)

On observe une ataxie puis une paralysie progressive des membres postérieurs. Il existe deux types d'intoxications : la première (délai d'installation des symptômes plus long, 10 à 21 jours) affecte seulement le tronc cérébral et la moelle épinière alors que la deuxième (installation des symptômes en 4 à 7 jours) résulte d'une dégénération du cerveau.

##### d- Intoxication aux plantes

(Harrison, 2006)

Les intoxications au laurier rose (*Nerium oleander*) peuvent causer une ataxie, voire la mort.

e- Botulisme (Maladie de Limberneck)  
(Harrison, 2006)

Chez les oiseaux, le botulisme a pour origine l'ingestion d'exotoxine de *Clostridium botulinum* (type C, parfois A ou E). Le cou est flasque (paralysie des muscles cervicaux), et un des premiers signes cliniques est très souvent la paralysie des membres postérieurs. Cette paralysie progresse ensuite jusqu'aux ailes puis conduit à la perte de contrôle du cou et de la tête (stade terminal). Il existe des différences de sensibilité et d'expression clinique selon les espèces.

7- Maladie locomotrice  
(Harrison, 2006)

Une arthrite ou polyarthrite peut entraîner une parésie d'apparition lente et une ataxie. Des fractures des membres, de l'arthrose peuvent causer des douleurs suffisantes pour causer des difficultés de locomotion pouvant faire penser à un traumatisme vertébral. Ces affections sont facilement diagnostiquables par imagerie médicale (radiographie, scanner).

Des emboles fibrocartilagineux ont été décrits chez des dindes ; cependant aucune étude ne les décrit chez les rapaces.

## **G- La neurologie des rapaces en pratique**

La forte stabilité de la colonne vertébrale des oiseaux (segments fusionnés), les traumatismes de la colonne vertébrale sont souvent sévères et à l'origine de symptômes neurologiques. Ces lésions concernent souvent les jonctions entre les segments soudés, plus notamment entre le *notarium* et le *synsacrum* (Whittington, 2018).

La gravité des symptômes et leur durée sont directement corrélées au degré de compression de la moelle épinière.

L'intégrité de la moelle épinière dans chaque région est évaluée par le fonctionnement et le tonus des muscles caudaux à cette région. La localisation de la lésion peut donc être confinée à une région spécifique de la colonne vertébrale.

Les rapaces souffrant de traumatisme vertébral montrent en général des degrés variés de parésie ou de paraplégie concernant un ou plusieurs membres. La localisation de la lésion passe par un examen clinique complet impliquant une palpation attentive des membres et de la colonne, l'examen neurologique et la réalisation d'examens complémentaires. Malgré de récentes avancées dans la médecine aviaire il reste difficile de diagnostiquer les lésions de la moelle épinière et de déterminer leur pronostic chez les oiseaux (et les rapaces en particulier).



## **PARTIE III : LE DIAGNOSTIC DU TRAUMATISME VERTEBRAL ET SA CARACTERISATION**

### **I- Examens complémentaires : le diagnostic du traumatisme vertébral et sa caractérisation**

La plupart des examens complémentaires chez les rapaces doivent être réalisées sous sédation (la plupart du temps, anesthésie flash isoflurane 3%). Ceci permet de limiter le stress, et, dans le cas des examens complémentaires d'imagerie, d'obtenir des clichés de bonne qualité.

Certains des cas dont nous allons parler ne concernent pas les rapaces, mais nous avons vu en partie I que la colonne vertébrale des rapaces diffère peu dans sa structure de celle d'autres oiseaux possédant la capacité de voler. Les méthodes diagnostiques applicables à ces oiseaux le sont également pour les rapaces. Cependant, aucune étude ne détaille avec précision la sensibilité des outils décrits chez les rapaces, ni même chez les oiseaux.

#### **A- Examens complémentaires de base à réaliser**

Des tests sanguins (hématologie, biochimie), une cytologie d'écouvillons cloacaux et des choanes sont utiles pour évaluer la possible implication d'autres acteurs que le système nerveux. En fonction des signes cliniques, il est possible d'ajouter des tests spécifiques de certaines maladies infectieuses, comme l'aspergillose, la chlamydie, la sarcocystose, la maladie de Newcastle, la maladie de Marek, le virus de l'encéphalite équine, le virus du West Nile, les Adénovirus, et la grippe aviaire ((Harrison, 2006) et (Clippinger, 2007))

Des analyses toxicologiques peuvent être nécessaires pour détecter des traces de métaux lourds (plomb, zinc, mercure...). Les dosages de vitamines et de minéraux peuvent également permettre de trouver l'origine de troubles neurologiques (Clippinger, 2007).

Des concentrations sanguines de cholinestérases basses démontrent un empoisonnement aux organophosphorés ou aux carbamates (pesticides) (Clippinger, 2007).

Dans le cadre d'une lésion nerveuse, l'imagerie médicale, l'électrodiagnostic, et l'histopathologie permettent de clarifier l'origine de la lésion.

#### **B- Ecarter les causes nerveuses non traumatiques et les problèmes nerveux périphériques.**

Nous évoquerons rapidement des moyens d'écartier d'autres causes de dysfonctionnement nerveux. En effet, l'examen neurologique permet en général de localiser une lésion et de déterminer si elle est centrale ou périphérique. En cas de doute, les examens suivants permettent de trancher sur la localisation, et, dans le cas d'une lésion nerveuse centrale, de confirmer ou d'écartier une cause traumatique.

## 1- Analyse du liquide céphalo-rachidien

(Clippinger, 2007)

Cette analyse permet de mettre en évidence des changements de structures pathologiques et de déterminer la nature du processus pathologique. C'est l'examen le plus indiqué pour caractériser les causes dégénératives, néoplasiques ou inflammatoires de la moelle.

Le liquide céphalo-rachidien peut être collecté à travers le foramen magnum entre le cervelet et la surface dorsale de la *medulla oblongata*. Il est également possible de pénétrer l'espace subarachnoïdien ; cependant celui-ci est étroit et collecter le fluide devient plus difficile.

En général, 0,1 à 0,5 mL de fluide peut être ponctionné. Cependant, du fait des risques et de la petite taille des patients, l'analyse du liquide céphalo-rachidien reste un examen rarement réalisé en pratique.

Il est nécessaire d'évaluer immédiatement après la ponction la consistance et la couleur du liquide céphalo-rachidien. Il est ensuite conseillé de centrifuger ou de laisser sédimenter les cellules, avant de les prélever pour examen microscopique. La concentration et la morphologie des cellules, les différentes populations présentes doivent être observées.

Il est nécessaire de comparer le nombre d'érythrocytes, de leucocytes et de protéines du liquide céphalo-rachidien avec celui du sang. Dans le cas d'un traumatisme du rachis, on note une forte concentration des protéines et une légère augmentation du nombre de cellules.

## 2- L'électrodiagnostic

(Clippinger, 2007)

Les tests électrophysiologiques sont non invasifs et utilisés pour évaluer le fonctionnement des unités neuro-musculaires. On évalue ainsi le fonctionnement de l'encéphale, du cervelet, du tronc cérébral, des aires sensorielles du cortex cérébral (vue, ouïe, goût, odorat, toucher), ainsi que les nerfs périphériques moteurs et sensitifs. Les muscles et le cerveau sont les seuls organes où l'activité est continue et peut être évaluée par électromyographie (EMG) et électroencéphalographie (EEG) respectivement.

L'électromyographie, les études de conduction nerveuse et les biopsies musculaires sont utilisées pour différencier une neuropathie, des désordres de transmission de l'influx nerveux et une myopathie face à des symptômes neurologiques.

Ces méthodes sont peu utilisées dans le diagnostic de traumatisme vertébral car les signes spécifiques de celui-ci ne sont pas mis en avant par ce type d'examen. L'imagerie médicale est l'outil diagnostique le plus sensible pour confirmer un traumatisme vertébral.

## C- **La radiographie**

La radiographie est un examen complémentaire de première intention lors de suspicion de traumatisme vertébral. Elle permet d'évaluer les os et ainsi leur possible contribution aux signes cliniques. Cet examen complémentaire est facile à réaliser, non invasif et peu onéreux. En particulier, il est possible de déceler les fractures et les luxations de la colonne sur un cliché de bonne qualité. De plus, il est également possible de contrôler l'intégrité du crâne.

1- Les caractéristiques techniques d'une radiographie de rapace  
(Robin, 2012)

La présence de sacs aériens nécessite un contraste plus élevé ; il est donc nécessaire d'utiliser une forte tension (kV). Le foyer doit être le plus petit possible et se concentrer sur la colonne vertébrale.

2- Le positionnement  
(Robin, 2012)

La contention doit être correcte et l'acte le plus rapide possible pour limiter le stress de l'animal.

Lorsque la colonne est longue, sur les grands oiseaux notamment, il est conseillé de la fractionner en trois zones : cervicale, thoracique et « lombaire » (soit le *synsacrum* et les vertèbres caudales libres).

Les vues ventro-dorsale et latérale doivent être réalisées pour une description et une visualisation optimale.

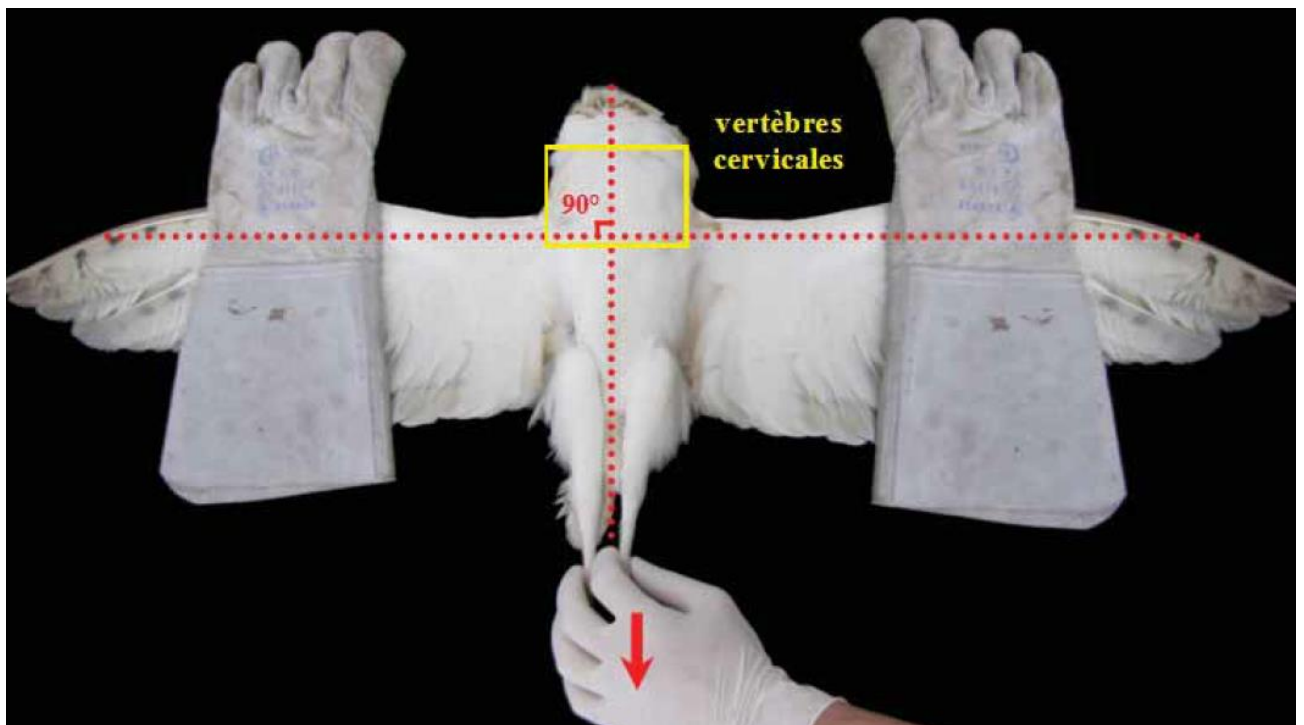


Figure 52: Exemple du positionnement pour une radiographie de face des cervicales chez une chouette effraie (*Tyto alba*)  
(Robin, 2012)

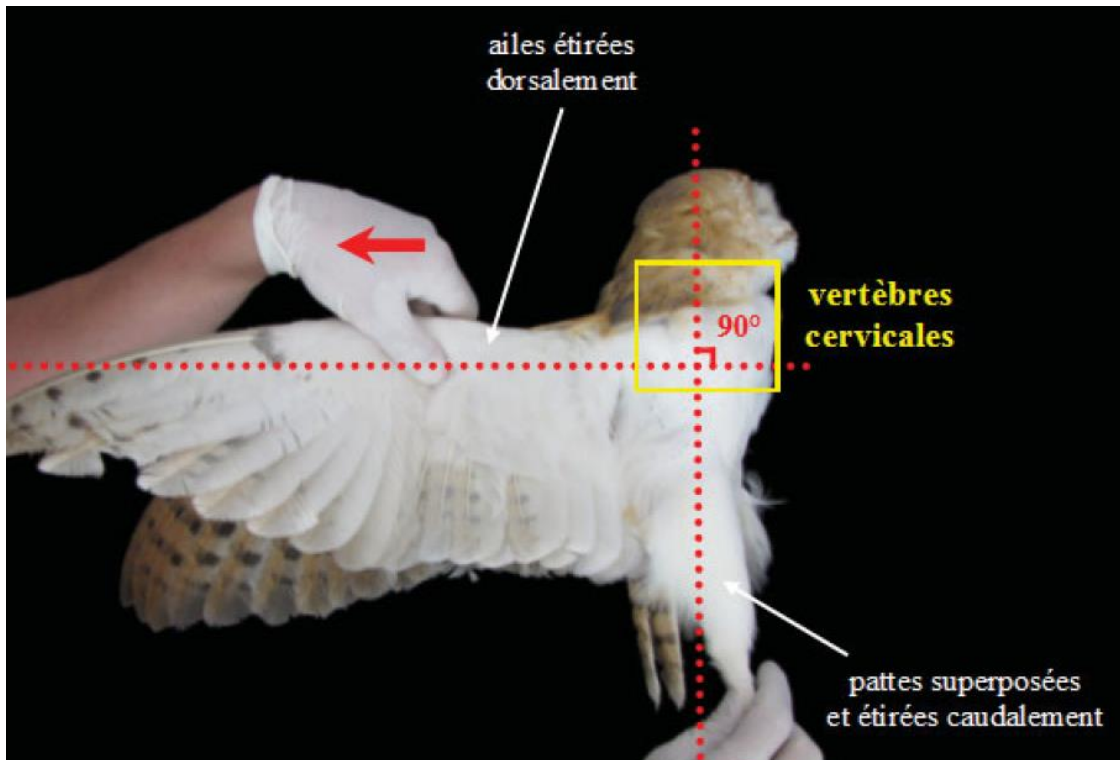


Figure 53: Exemple du positionnement pour une radiographie de profil des cervicales chez une chouette effraie (*Tyto alba*) (Robin, 2012)

#### D- Le scanner

(Clippinger, 2007)

Le CT scan permet d'obtenir des images en coupe transversale de la colonne vertébrale et il permet d'observer les structures calcifiées, ou les tissus mous si l'IRM fait défaut. Les tissus mous peuvent être observés sans superposition, contrairement à la radiographie. Chez l'oiseau, les images sont créées en général tous les 2 à 3 millimètres. Les hématomes aigus sont plus visibles sur le scanner que sur l'IRM pendant les 24 heures suivant le traumatisme. L'administration de produit de contraste permet de mettre en évidence les tissus mous, surtout dans le cas d'une augmentation du flux sanguin (tumeur, inflammation...). Une dose de 2,2 mg/kg de produit de contraste iodé est injecté par voie intraveineuse. On recommande l'administration de produit de contraste dans tous les cas pour augmenter la sensibilité et le degré de contraste, ce qui permet de mettre en évidence des anomalies de la circulation sanguine.

Le CT scan est notamment utilisé pour évaluer les structures de la tête des oiseaux (dépôts anormaux de graisse, malformation du crâne...).

Une laminectomie dorsale et une stabilisation de la moelle épinière ont été réalisées chez un cacatoès blanc (*cacatua alba*) ayant subi un traumatisme cérébral. Des radiographies et un scanner ont permis l'observation d'une fracture de vertèbre.

Le scanner a été également utilisé dans une étude portant sur 10 oiseaux, pour évaluer des anomalies du système nerveux central. Sur 8 des 10 oiseaux, des lésions ont été identifiées, mais sur les deux autres, rien ne fut observé malgré des lésions histologiques présentes à l'autopsie.



Un scanner post-mortem a permis d'identifier, chez un jeune pingouin (*Aptenodytes patagonica*), une compression de la moelle épinière. L'individu présentait une incapacité à se tenir debout malgré 6 mois de traitement médical, ce qui conduisit à son euthanasie. Les radiographies réalisées à l'admission n'avaient pas permis d'identifier la moindre anomalie de la colonne. L'autopsie confirma la rupture d'un disque intervertébral et le déplacement d'une vertèbre.

### **E- La myélographie**

(Clippinger, 2007)

Cet examen n'est utilisé que depuis peu en neurologie aviaire. Il permet cependant de localiser avec précision une éventuelle compression de la moelle épinière, ou une masse.

Cette méthode présente des difficultés techniques. En effet, il est parfois compliqué d'insérer l'aiguille dans l'étroite citerne cérébro-médullaire et le produit de contraste circule moins au niveau des régions caudales de la moelle épinière (canal plus étroit).

Un produit de contraste iodé est donc injecté dans l'espace sous-arachnoïdien pour souligner les contours de la moelle épinière. Les doses recommandées sont 0,3mL/kg d'iohexol (Omnipaque 240).

Dans une étude réalisée sur des pigeons sans anomalie de la colonne, la tête de l'animal était relevée 5 minutes avant la radiographie. Les clichés montraient une colonne de produit sans interruption et uniforme, partant de la première vertèbre cervicale jusqu'à la moitié de la région cervicale.

La trace dorsale à la moelle épinière était plus mince que la trace ventrale en région cervicale tandis que les deux traces étaient d'épaisseur similaire dans la région cervicale crâniale. Tous les oiseaux se sont rétablis et aucun effet indésirable n'a été noté. Les vertèbres fusionnées du *synsacrum* et l'absence de la queue de cheval interfèrent avec la technique de ponction lombo-sacrée typique des mammifères. Pour l'approche thoraco-lombaire, un myélogramme post-mortem a été effectué sur une buse à queue rousse présentant une paraparésie. Une extravasation de produit de contraste dans la région d'une fracture vertébrale a alors été démontrée. Dans une étude pilote portant sur 6 poulets, le site d'injection thoracolombaire fut repéré en décubitus ventral, en position V forcée, par palpation. Le premier renforcement crânial au synsacrum était palpé par l'index, alors que le pouce et le majeur s'appuyaient sur les processus des crêtes iliaques. Des radiographies de la zone, associées à un réflexe de retrait du membre pelvien à la stimulation de la moelle épinière et la présence de liquide céphalo-rachidien dans l'aiguille permettaient de confirmer le placement correct de l'aiguille (25 gauge, 4cm). 0,8 à 1,2 mL/kg de produit furent injectés dans l'espace sous-arachnoïdien ; cette manipulation permit un diagnostic chez quatre individus. Un sujet est décédé suite à l'injection et un autre a présenté un torticolis droit et une parésie après l'injection. Des preuves d'un traumatisme induit par la myélographie furent identifiées à l'autopsie, une semaine après l'injection.

### **F- L'imagerie nucléaire**

(Clippinger, 2007)

La scintigraphie osseuse peut être utilisée dans des cas de traumatismes ou de suspicion d'ostéomyélite lorsque les radiographies de première attention n'ont pas permis la détection d'une lésion. Une scintigraphie osseuse permet d'identifier des lésions osseuses métastatiques ou orthopédiques récentes, des nécroses avasculaires, une ostéomyélite ou une ostéoarthrite.

Cet examen est particulièrement efficace pour détecter les lésions de la colonne vertébrale chez les oiseaux.

Dans une étude incluant douze oiseaux présentant une parésie des membres thoraciques ou pelviens, la scintigraphie permet d'identifier 100% des lésions observées sur les radiographies préliminaires. De plus, de nombreuses lésions non identifiées sur les clichés radiographiques, dont des fractures et des lésions d'ostéomyélite débutante, ont été identifiées par scintigraphie osseuse. Ces découvertes ont toutes été confirmées par autopsie.

Dans cette étude, il fut établi que l'injection du radionucléide via la veine brachiale donnait de meilleurs résultats que lors de son administration par la veine métatarsienne médiale. Une des explications pourrait être que le système porte rénal (transportant le produit depuis la veine métatarsienne médiale) propre aux oiseaux entraîne une meilleure absorption du produit par le foie et les reins, ce qui serait responsable d'une moins bonne visibilité de la colonne.

### **G- L'imagerie à résonance magnétique (IRM)**

(Clippinger, 2007)

L'IRM permet d'obtenir un excellent contraste des tissus mous de la moelle épinière et également de voir l'orientation des structures anatomiques. Elle doit donc être utilisée pour évaluer les anomalies de la moelle épinière, plus particulièrement les tumeurs.

Dans une étude sur l'anatomie IRM des pigeons, la prise de toutes les images demandait environ 20 minutes, avec des images transverses créées tous les 3 millimètres. Au vu de la distance entre chaque image, des lésions peuvent ne pas être visualisées sur l'IRM. Dans le cas d'un oiseau de petite taille (faucon crécerelle par exemple), il est conseillé de sélectionner une technique continue. Il est possible de réaliser des images plus proches les unes des autres (2mm) mais l'image est de moins bonne qualité.

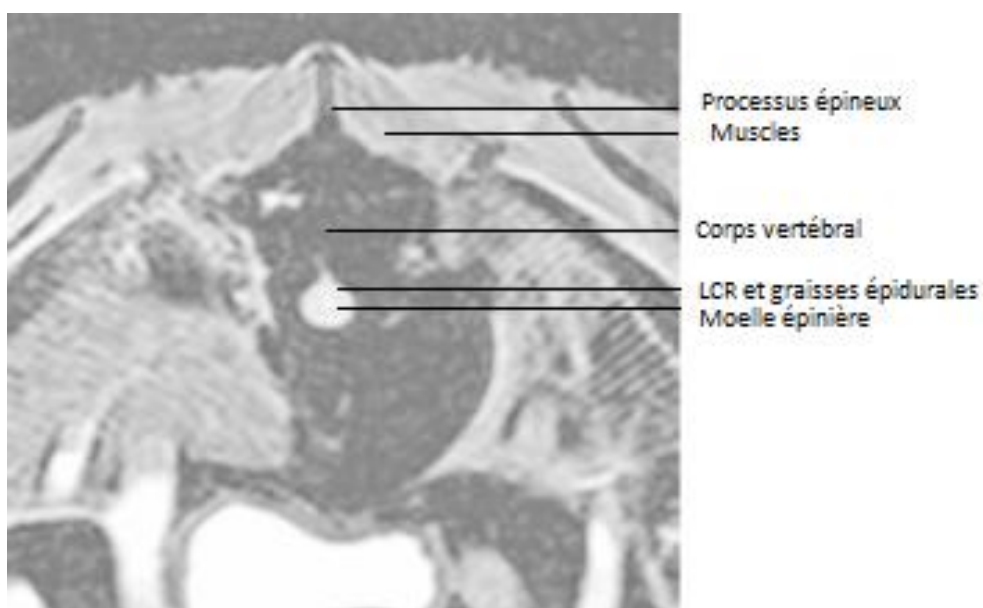


Figure 54: Image par résonance magnétique de pygargue à tête blanche (Stauber, 2007)

La moelle épinière montre une forme et une intensité de signal normales, et est entourée de manière uniforme par un hypersignal du au liquide céphalo-rachidien et/ou aux graisses épidurales (Stauber, 2007).

## II- Cas cliniques : exemples de diagnostics de traumatismes vertébraux chez les rapaces

### A- **Comparaison de l'IRM et de la radiographie dans le diagnostic de traumatismes vertébraux chez trois pygargues à tête blanche**

Magnetic Resonance Imaging Is Superior to Radiography in Evaluating Spinal Cord Trauma in Three Bald Eagles (*Haliaeetus leucocephalus*) est un article écrit par Erik Stauber (DVM, PhD), Shannon Holmes (DVM) Darlene L. DeGhetto (DVM) et Nickol Finch (DVM) et publié dans « Journal of Avian Medicine and surgery » en 2007.

Cet article rapporte les cas de trois pygargues à tête blanche, tous trouvés au bord d'une autoroute et incapables de voler.

#### 1- Anamnèse et commémoratifs

Les trois pygargues à tête blanche adultes (*Haliaeetus leucocephalus*), deux mâles et une femelle, présentaient un bon état corporel. Au moins l'un d'eux a été victime d'une collision avec un véhicule (témoin oculaire). Ils ont été présentés à l'Hôpital universitaire vétérinaire de Washington, dans le cadre d'un programme de réhabilitation des rapaces. Ils sont restés 3 semaines en hospitalisation durant les mois de Janvier et Février.

#### 2- Examen clinique

Deux des oiseaux étaient alertes et leurs ailes fonctionnaient correctement. Les trois présentaient à l'examen clinique un décubitus sternal, une flaccidité des membres postérieurs et une paralysie de la queue, ce qui a conduit à une suspicion de traumatisme vertébral. Une autre hypothèse diagnostique était un empoisonnement au plomb, pouvant causer des symptômes similaires.

#### 3- Examens complémentaires

L'analyse du sang d'un des deux pygargues a montré une plombémie de 14 mg / dl, ce qui permet d'écarter l'hypothèse de l'intoxication au plomb (seuil maximal de 20 mg/dL).

Un des trois oiseaux mourut et subit donc des examens d'imagerie post mortem. Les trois rapaces furent évalués par radiographie et imagerie à résonance magnétique, dans un but diagnostic et pronostic.

Les aigles vivants furent anesthésiés au masque avec de l'isoflurane 3%. Des radiographies orthogonales furent réalisées pour un seul aigle vivant et l'aigle mort, et une projection ventro-dorsale uniquement pour le troisième oiseau. La rigidité cadavérique de l'animal décédé rendait difficile l'évaluation des clichés latéraux (superposition des structures).



Figure 55: Radiographie de face du rachis d'un pygargue à tête blanche (Stauber, 2007)

Aucune radiographie ne permet de montrer l'existence d'un traumatisme vertébral.

Pour les examens IRM, les deux aigles furent anesthésiés comme décrit pour la radiographie. Les paramètres d'imagerie furent optimisés selon la taille du patient. La réalisation d'images pondérées en T2 dans le plan sagittal et en T1 dans le plan dorsal a permis d'obtenir des clichés à fort contraste et à haute résolution de la colonne vertébrale, facilitant ainsi la localisation des lésions.

Dans les trois cas, l'hyperintensité focale au niveau des tissus mous paraspinaux et intercostaux sur les images pondérées en T2 dans le plan sagittal ont indiqué le site du traumatisme. Basées sur ces informations de localisation, les images dans le plan frontal étaient adaptées pour une résolution supérieure de la colonne vertébrale et de la moelle épinière. La colonne vertébrale d'un oiseau a une

faible intensité de signal car les os cavitaires ne sont pas remplis de matériel gras (hyperintense en T2) et la matrice osseuse n'est pas en partie constituée de molécules d'hydrogène étroitement liées.

Une hyperintensité visible sur les images pondérées T2 dans les muscles épaxial, hypaxial, intercostaux et au niveau des corps vertébraux est compatible avec des accumulations de fluide anormales, comme une hémorragie ou un œdème. Un traumatisme sévère de la moelle épinière sans compression est relié à une hyperintensité intramédullaire. L'aigle ayant l'hyperintensité intercostale la plus étendue présentait des fractures multiples des côtes proximales, non observées sur les radiographies.

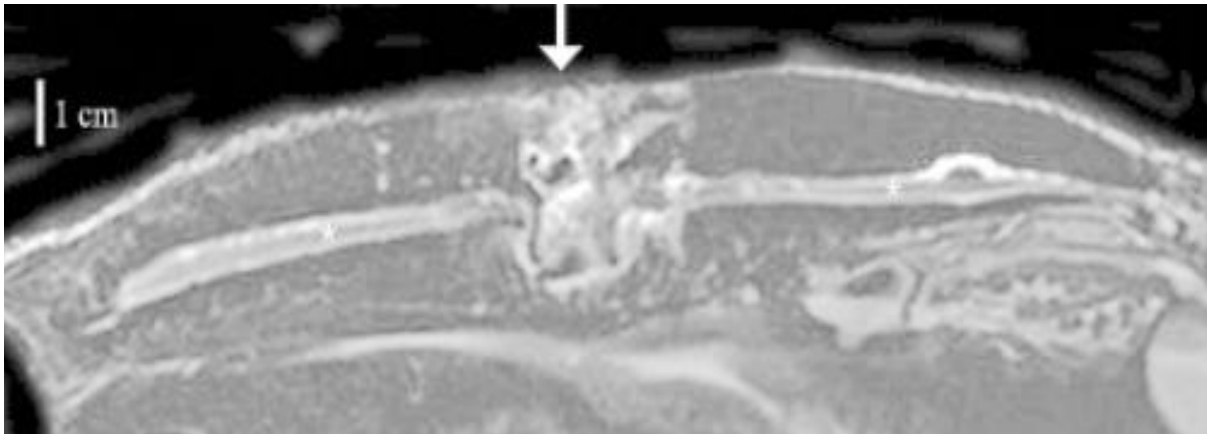


Figure 56: Image de résonance magnétique d'un aigle avec présentant des signes cliniques de traumatisme médullaire. Image pondérée en T2 (plan sagittal), corps entier avec crâne à gauche (Stauber, 2007)

Sur l'image ci-dessus, la lésion vertébrale est identifiée comme hétérogène, caractérisée par une hyperintensité marginale irrégulière (flèche) dans le tissu musculaire paraspinal. La moelle épinière normale (\*) est une structure hyperintense par rapport aux muscles et entourée par de la graisse épidurale et du liquide céphalorachidien.

Les images en coupes frontales furent les plus utiles pour déterminer le type de fracture et la gravité des lésions de la moelle épinière.

Chez l'un des pygargues, une compression médullaire est apparue à la suite de fractures du corps vertébral et un déplacement dorsal des fragments osseux dans le canal médullaire (image ci-dessous).

De multiples fractures dans le corps vertébral (flèches) sont visibles sur cette image. L'augmentation de l'intensité du signal de la moelle épinière est le signe d'un œdème ou d'une hémorragie secondaire au traumatisme. On observe autour des fractures une hyperintensité des tissus mous s'étendant le long de la côte gauche.



Figure 57: Image de résonance magnétique de l'aigle présentant des signes cliniques de traumatisme médullaire (Stauber, 2007)

Des fractures de la colonne vertébrale (T5 / T6 et T6 / T7) ou du syncracrum ont été mises en évidence chez les trois individus. La gravité du traumatisme au niveau des vertèbres thoracolombaires, du syncracrum, de la moelle épinière et des tissus adjacents était visible par IRM mais pas par radiographie.

La gravité des blessures ne laissant pas présager de guérison, les deux oiseaux restants furent euthanasiés.

Les résultats de l'IRM ont été corrélés avec l'autopsie, les résultats histopathologiques et une évaluation détaillée de l'étendue des blessures. Celles-ci étaient de modérées à sévères : on observait en effet des dommages au niveau des nerfs spinaux et des neurones, parfois sur une section complète de la moelle épinière, accompagnés d'hémorragies extra-spinales modérées à sévères. Les lésions et leur localisation pouvaient être corrélées au type de paralysie affectant les oiseaux, soit les membres pelviens et la queue.

## B- Suspicion de traumatisme de la colonne vertébrale chez un milan noir

Tibiotarsal Fracture and Neurologic Problems of a Black-Eared Kite (*Milvus migrans*) est un article écrit par Alessandro Grioni, (DVM, MRCVS Fauna Department, Kadoorie Farm and Botanic Garden, Hong Kong) et publié en 2006.

### 1- Anamnèse et commémoratifs

Un milan noir (*Milvus migrans*) a été récupéré au bord de la route et ramené au centre en Mai 2005.

## 2- Examen clinique d'admission

A l'examen clinique, l'oiseau présentait une fracture haute du tibiotalon droit mais les réflexes de retrait et la sensation de douleur profonde étaient intacts.

Le membre pelvien gauche ne présentait aucune anomalie neurologique, les retraits étaient normaux ainsi que la sensation de douleur profonde, mais on notait un déficit du serrage des doigts (incapacité à se percher). Les signes neurologiques chez les milans sont assez difficiles à observer dans un premier temps. En effet, ces oiseaux, lorsqu'ils ne sont pas habitués à leur environnement, restent couchés sur le sol de leur cage sans bouger.

Cette anomalie fut tout d'abord attribuée à la fracture du membre droit.

## 3- Examens complémentaires

Des radiographies des membres furent effectuées sous anesthésie, après stabilisation de l'animal, la colonne étant en partie visible sur la vue de face. Les radiographies du membre pelvien droit mirent en évidence une fracture du tibiotalon et une fracture transverse de la fibula.

## 4- Traitement de la fracture et évolution post-opératoire

La fracture fut réduite à l'aide d'un clou centro-médullaire. En post-opératoire, l'animal fut gavé et une analgésie mise en place. Un perchoir fut installé dans la cage de l'oiseau pour le stimuler. Au bout de deux semaines, le milan était perché le jour et à terre la nuit.

Un mois plus tard (des complications infectieuses locales maîtrisées entre temps, après cicatrisation contrôlée radiographiquement et après retrait des broches), l'oiseau se nourrissait correctement (mais pas seul) ; une légère amélioration fut notée au niveau de la force de serrage des doigts des deux membres pelviens.

Cependant, l'hypothèse de lésion des tendons et/ou du nerf fibulaire ne permettait pas d'expliquer cette absence d'amélioration notable.

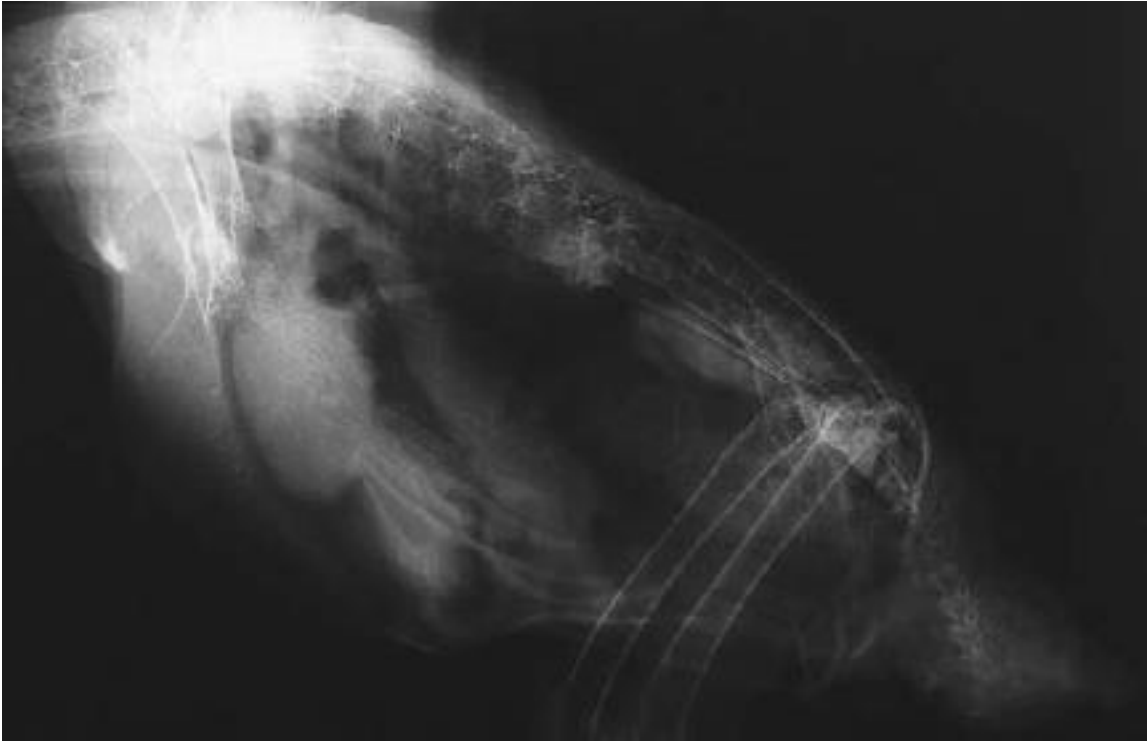
## 5- Examens complémentaires : explorer une éventuelle lésion neurologique

L'examen neurologique montra un réflexe cloacal normal, ce qui autorisa à penser que la lésion se situait uniquement au niveau des membres pelviens.

L'hématologie et la biochimie ne montrèrent aucune anomalie significative.

Des radiographies furent à nouveau réalisées (vues latérale et dorso-ventrale du corps entier) et mirent en évidence une zone translucide au voisinage de la jonction entre le *notarium* et le *synsacrum*. Les hypothèses diagnostiques furent alors un éventuel abcès vertébral, une fracture ou subluxation de la colonne, non détectée sur les premières images. Ces dernières hypothèses expliqueraient la paralysie des membres.





*Figure 58: Radiographie vue latérale gauche d'un milan noir (Groni, 2008)*



*Figure 59: Radiographie de face d'un milan noir (Groni, 2008)*

## 6- Evolution

Deux mois et demi après la blessure, l'oiseau était toujours incapable d'utiliser ses membres pelviens, ce qui conduisit à son euthanasie.

Une autopsie fut alors réalisée. La seule trouvaille significative était une structure osseuse ronde de 7mm de diamètre, au niveau de la face ventrale de la jonction *notarium-synsacrum*. Crânialement à cette lésion, on notait une structure similaire à la première, plus petite.

La moelle épinière était sectionnée transversalement sur plusieurs plans. Au niveau de la grosseur la plus caudale, le canal vertébral était partiellement occlus.

La jonction *notarium-synsacrum* est une des zones les plus mobiles de la colonne d'un rapace. En cas d'historique de traumatisme, il n'est pas rare d'observer sur des radiographies une disjonction d'une ou des deux articulations de la jonction *notarium-synsacrum*.



Figure 60: Photo de la colonne vertébrale du milan noir à l'autopsie (Grioni, 2008)



Figure 61: Lésion de la colonne vertébrale observées chez le milan noir à l'autopsie (Groni, 2008)

Les lésions trouvées à la nécropsie permettent d'expliquer la parésie et le peu d'amélioration des symptômes.

### **C- Signes de traumatisme vertébral chez 14 oiseaux sauvages : diagnostic et pronostic**

(Imaging Modalities and Limitations in Diagnosing Spinal Fractures of Birds – AAV, Whittington, 2008)

#### **1- Matériel et méthodes**

Quatorze oiseaux de toutes sortes ont été présentés entre 2005 et 2007 ; ils montraient des signes de traumatisme vertébral. Dans chaque cas, des radiographies ont été réalisées en première attention. Le but de cette étude est de déterminer si la radiographie est un outil performant dans la détection des fractures de la colonne et de le comparer à d'autres examens d'imagerie médicale.

Chacun des oiseaux présentait une incapacité à voler ou marcher.

Nous nous intéresserons ici aux rapaces ayant été présentés dans cette étude. Ils sont au nombre de sept parmi les quatorze oiseaux étudiés : trois buses à queue rousse, un hibou Grand-Duc d'Amérique, deux chouettes rayées et un épervier de Cooper.

Ils furent tous soumis à un examen clinique complet, associé à un examen neurologique. Des analyses sanguines (hématologie, glycémie, biochimie...) furent réalisées dans la mesure du possible. Lors du triage, des traitements comme une fluidothérapie, une corticothérapie et une analgésie furent mis en place.

L'examen neurologique complet (évaluation de la posture, des nerfs crâniens, des réflexes spinaux...) fut systématiquement réalisé.

Après stabilisation, les oiseaux furent anesthésiés (isoflurane 5% au masque puis relais à un pourcentage plus faible) et intubés. Des clichés radiographiques de la colonne vertébrale, de la dernière vertèbre cervicale au pygostyle furent réalisés pour chaque patient : un profil (droit ou gauche) et une vue ventro-dorsale. Les clichés non concluants ont été refaits selon les besoins de l'imageur.

Oiseau	Motricité des membres pelviens	Réflexes spinaux	Tonus cloacal	Perception de la douleur	Visualisation de la lésion à la radiographie	Localisation de la lésion
Strix varia 1	Paraplégie	Hypo	Diminué	Négatif	Négatif	Plexus Lombosacré
Strix varia 2	Paraparésie	Hyper	Augmenté	Positif	Négatif sur les deux clichés	Thoracique (plus ou moins crâniale)
Buteo jamaicensis 1	Paraplégie	Hyper	Augmenté	Douteux	Positif	Thoracique (caudale)
Buteo jamaicensis 2	Paraplégie	Hypo	Diminué	Négatif	Positif	Plexus Pudendal
Buteo jamaicensis 3	Paraparésie	Normal	Augmenté	Positif	Négatif	Milieu du thorax
Bubo virginianus	Paraplégie	Hyper	Diminué	Négatif	Négatif	Thoracique (caudale)
Accipiter cooperii	Paraplégie	Hyper	Augmenté	Négatif	Négatif puis positif sur le second cliché	Thoracique (crâniale)

Tableau VIII: résumé de l'examen neurologique des patients rapaces présentés entre 2005 et 2007 (d'après Whittington, 2008)

Quatre patients subirent une myélographie, dont trois rapaces, une buse à queue rousse, le grand-duc, et l'épervier de Cooper.

L'injection de produit de contraste fut réalisée dans l'espace sous-arachnoïdein, comme décrit précédemment, à l'aide d'une aiguille 27 gg. La fluoroscopie permit d'observer que le produit de

contraste n'avait pas été injecté dans le canal vertébral ; aucune des myélographies réalisées ne put donc être interprétée. Les trois rapaces furent euthanasiés au vu du sombre pronostic vital et des potentielles complications iatrogènes dues au produit de contraste.

Une des chouettes rayées subit un examen d'imagerie à résonance magnétique, qui fut comparé au deuxième cliché radiographique, pris une semaine après le premier. Elle fut euthanasiée pendant la procédure car son pronostic était sombre.

Avant sa myélographie, l'épervier de Cooper subit un scanner, comparé au deuxième cliché radiographique, pris cinq jours après le premier.

Tous les patients furent soit euthanasiés, soit décédèrent malgré le traitement et autopsiés.

## 2- Résultats

L'examen neurologique indiquait dans tous les cas un traumatisme vertébral. Tous les patients présentaient une vigilance normale et aucune anomalie aux tests des nerfs crâniens, mais une démarche anormale due à une perte totale ou partielle de fonction de leurs membres pelviens.

Les placers proprioceptifs visuels et tactiles des membres pelviens étaient absents chez tous les patients rapaces.

La plupart des individus présentait une paraplégie associée à une non perception de la douleur et la majorité d'entre eux présentaient des symptômes pouvant être reliés à une lésion d'un motoneurone supérieur (réflexes spinaux en hyper, réflexe cloacal normal à augmenté). Un unique patient présentait des signes de lésion des motoneurons supérieurs et inférieurs (hyperréflexie mais pas de réflexe cloacal).

Des lésions ne furent pas toujours observées à la première radiographie. La lésion vertébrale que présentait l'épervier de Cooper n'a pu être observée que sur le cliché pris 6 jours après l'admission, et celle de la seconde chouette rayée n'a jamais pu être observée. Des myélographies furent réalisées chez quatre patients sans succès.

L'épervier de Cooper subit un scanner, qui permet de montrer des changements de consistance osseuse, une fracture vertébrale en région thoracique crâniale associée à un pincement de la moelle épinière. La radiographie réalisée le même jour était moins sensible mais a permis de montrer une augmentation de l'opacité des zones atteintes.

Des radiographies de la colonne de la deuxième chouette rayée furent réalisées à son admission mais également une semaine plus tard, sans résultat. Une IRM associée à la seconde radiographie permit de localiser une lésion thoracique indiquant une probable fracture de la colonne vertébrale, avec inflammation et compression de la moelle épinière.

Aucun patient ne présentait de lésion externe (hématome, saignement...) associée au traumatisme spinal. Après l'euthanasie, des autopsies furent réalisées. Quelques fractures furent observées. Sur les oiseaux qui ne présentaient pas de fractures, les lésions étaient associées avec l'espace intervertébral. Les fractures non visualisées à la radiographie étaient non déplacées. Au contraire, celles présentant des remaniements osseux et/ou un déplacement (fracture de type chronique) étaient plus facilement visibles à la radiographie. Aucun examen histopathologique ne fut réalisé.

La plupart des oiseaux de cette étude présentaient des lésions au niveau thoracique, la plupart du temps caudalement au notarium.

## **D- Conclusion des études précédentes**

Les fractures de la colonne ne sont pas inhabituelles chez les rapaces. En général, la raison de consultation est une incapacité à se tenir debout. Un examen clinique et neurologique, associés, sont essentiels pour orienter le diagnostic. Malgré de récentes avancées dans la compréhension du système nerveux des oiseaux, le comportement instinctif de ces animaux rend le diagnostic difficile.

Plusieurs signes, isolés ou associés, comme par exemple la paralysie des membres pelviens ou une nociception diminuée, peuvent nous orienter vers le diagnostic de fracture vertébrale.

Si l'examen neurologique l'indique, il est intéressant de réaliser des examens d'imagerie centrés sur la zone entre le notarium (selon l'espèce) et le synsacrum.

La radiographie ne semble pas être un outil aussi sensible chez les oiseaux que chez les mammifères. Ces dernières ne semblaient pas visibles lorsqu'elles n'étaient pas déplacées.

En comparant le scanner et l'IRM aux radiographies, on peut supposer une sensibilité bien supérieure des deux premiers examens dans la caractérisation des traumatismes vertébraux chez les rapaces.

La myélographie ne semble pas être un examen de choix dans le diagnostic des traumatismes vertébraux, la procédure restant difficile à réaliser du fait de l'anatomie du rapace (présence du synsacrum).

Ces examens demeurent coûteux, ce qui représente un challenge non négligeable en faune sauvage. Le matériel et le personnel qualifié sont en effet d'importants investissements.

En clientèle, sur des rapaces de fauconnerie, ces examens semblent par contre les plus judicieux à réaliser.

Dans la partie suivante, nous nous sommes appliqués à décrire de manière précise le squelette d'autres espèces de rapaces pour en apprécier les différences avec les espèces déjà étudiées et les autres oiseaux. Des examens neurologiques, des scanners et une autopsie ont également été réalisés sur des rapaces amenés au centre de soins de la faune sauvage de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Nous allons donc présenter les résultats de ces examens.

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **I- Matériel et méthodes**

#### **A- Observation des squelettes de rapaces en musée.**

Les données concernant l'anatomie du squelette axial des rapaces écrites dans la littérature sont rares. Il est donc difficile de comparer les espèces entre elles, voire même de réaliser les différences anatomiques entre les familles (et les ordres).

Nous avons donc contacté plusieurs muséums d'Histoire naturelle de France pour observer directement ce squelette axial chez plusieurs espèces de rapaces et ainsi nous permettre d'éventuelles analogies avec d'autres types d'oiseaux davantage décrits dans la littérature (les Psittacidés par exemple) ou encore de mieux comprendre les examens d'imagerie médicale.

Les clichés suivants ont été pris au Muséum d'Histoire Naturelle d'Aix-en-Provence, au Musée de l'Arquebuse à Dijon et au Musée des Confluences à Lyon. La plupart des squelettes étaient déjà assemblés et ne pouvaient pas être démontés pour des raisons évidentes.

Nous avons essayé, dans la mesure du possible, de photographier la colonne vertébrale des différentes familles des différents ordres.

Nous avons précédemment traité l'anatomie du squelette axial de la chouette Effraie (*Tyto alba*), représentant des Tytonidés, la deuxième famille des Strigiformes est les Strigidés. Nous avons donc photographié au Muséum d'Aix-en-Provence le squelette axial du hibou grand-duc (*Bubo bubo*), appartenant à cette dernière.

L'autre rapace dont l'anatomie était développée dans la partie précédente était le busard commun, ou buse variable (*Buteo buteo*) de la famille des Accipitridés, ordre des Accipitriformes.

Il reste 3 familles chez les Accipitriformes : les Pandionidés, les Catharidés et les Sagitariidés. Nous avons donc choisi de développer l'anatomie du vautour fauve (*Gyps fulvus*), un Sagitariidé, du condor des Andes (*Vultur gryphus*), un Catharidé, et du balbuzard pêcheur (*Pandion haliaethus*), seul représentant des Pandionidés.

Enfin, les Falconiformes ne comptent qu'une seule famille, les Falconidés. Nous avons, pour représenter cet ordre, pris des clichés de squelette axial de Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*).

Le choix des espèces fut fait en fonction des squelettes disponibles et de leur état de conservation.

Les photographies ont ensuite été légendées par analogie avec les mammifères et le *Scriptum Anatomiae Avium*.

#### **B- Incidence des traumatismes vertébraux : statistiques du centre de soin de la faune sauvage à Toulouse**

Des statistiques ont été réalisées d'après les registres Faune Sauvage du centre de soins de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, entre le premier Janvier 2016 et le 19 Août 2018. Les informations récoltées sont les dates d'entrée et de sortie, l'espèce, l'âge approximatif, le sexe, le devenir de l'animal (décès, euthanasie, réintroduction), les examens et actes réalisés sur lui (radiographies, chirurgie...), le lieu de découverte, la cause d'entrée présumée et le diagnostic, ou hypothèses diagnostiques.

Nous avons compté le nombre de rapaces apportés au centre de soins durant cette période et en avons déduit les pourcentages de rapaces présentant des symptômes neurologiques pouvant évoquer un traumatisme vertébral, les causes d'entrée de ceux-ci au centre de soins, leur durée moyenne d'hospitalisation et leur devenir (relâché, décès naturel ou euthanasie). Le but de ces statistiques

simples est d'appréhender la prévalence du traumatisme vertébral chez les rapaces en centre de soin, les causes de ces traumatismes, ainsi que leur pronostic.

### **C- Radiographies, images scanners et autopsie de rapaces présentant des symptômes neurologiques**

Des rapaces amenés au centre de soins de la faune sauvage de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse et présentant des symptômes pouvant évoquer un traumatisme spinal ont subi des radiographies et/ou un scanner du rachis. Les clichés obtenus ont été regardés pour tenter de visualiser et caractériser un traumatisme vertébral. Les constantes utilisées ont été adaptées à la taille du rapace. Nous avons réalisé les scanners de plusieurs rapaces, présentant tous une parésie/paralysie des membres pelviens. Ces oiseaux sont un faucon crécerelle, deux buses variables et un hibou des marais. Des radiographies des deux faucons et du hibou ont été réalisées.

Certaines images seront présentées en annexe.

Un élanion blanc, amené décédé au centre de soins de la faune sauvage de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, présentait des signes extérieurs d'un traumatisme vertébral très violent : hématomes de grande taille en regard du rachis, angle inhabituel de la colonne. Cet oiseau subit donc une autopsie pour permettre de visualiser de probables lésions de traumatisme vertébral. Après ouverture de la cavité abdominale et de la cage thoracique, les organes furent retirés et les muscles enlevés ou réclinés pour observer la colonne dans sa totalité.



## II- Résultats

### A- Anatomie du squelette axial des rapaces : observations personnelles

Dans cette partie, nous présentons des clichés de squelette de rapaces pris par nos soins, à la réserve du Muséum d'Histoire Naturelle d'Aix en Provence, au Musée de l'Arquebuse de Dijon et au Musée des Confluences de Lyon. Par souci de comparaison, nous avons cherché à observer un représentant de chaque famille non développée en partie I.

Les rapaces dont nous avons choisi d'observer l'anatomie sont le Hibou Grand-duc (*Bubo bubo*, représentant des Strigidés, Strigiformes), le vautour fauve (*Gyps fulvus*, représentant des Sagittaridés, Accipitriforme), le balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*, représentant des Pandionidés, Accipitriforme), le condor des Andes (*Vultur gryphus*, représentant des Catharidés, Accipitriformes) et le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*, représentant des falconidés, falconiformes). Ayant eu l'occasion d'observer un squelette de buse variable (*Buteo buteo*, Accipitridé, Accipitriforme), nous avons pu compléter les observations de la partie I.

Nous allons tenter de détailler l'anatomie du squelette axial d'au moins un membre de chaque ordre (Falconiformes, Accipitriformes, et Strigiformes).

Les Accipitriformes comprenant plus de familles différentes que les deux autres ordres, nous détaillerons principalement l'anatomie du vautour fauve. En effet, les squelettes de balbuzard pêcheur et de condor des Andes étaient moins bien conservés que ceux de vautour fauve que nous avons pu observer.

#### 1- Les vertèbres cervicales

##### a- Le hibou Grand-duc, représentant de la famille des Strigidés, Strigiformes

Le Hibou grand-duc présente 13 vertèbres cervicales, incluant l'atlas et l'axis. Sur les squelettes mis à notre disposition à la réserve du Muséum d'histoire Naturelle d'Aix-en-Provence, les vertèbres cervicales mesurent entre 1 et 1,7 cm de large selon leur situation (largeur croissante de l'extrémité crâniale à l'extrémité caudale).



Figure 62: Vue dorsale (à gauche) et latérale droite (à droite) d'une vertèbre cervicale de Hibou Grand-duc (Réalisation personnelle)

Légende : 1-processus épineux ; 2-extrémité crâniale ; 3-processus articulaire caudal ; 4-extrémité caudale ; 5-processus transverse ; 6-foramens transversaire ; 7-processus articulaires crâniux

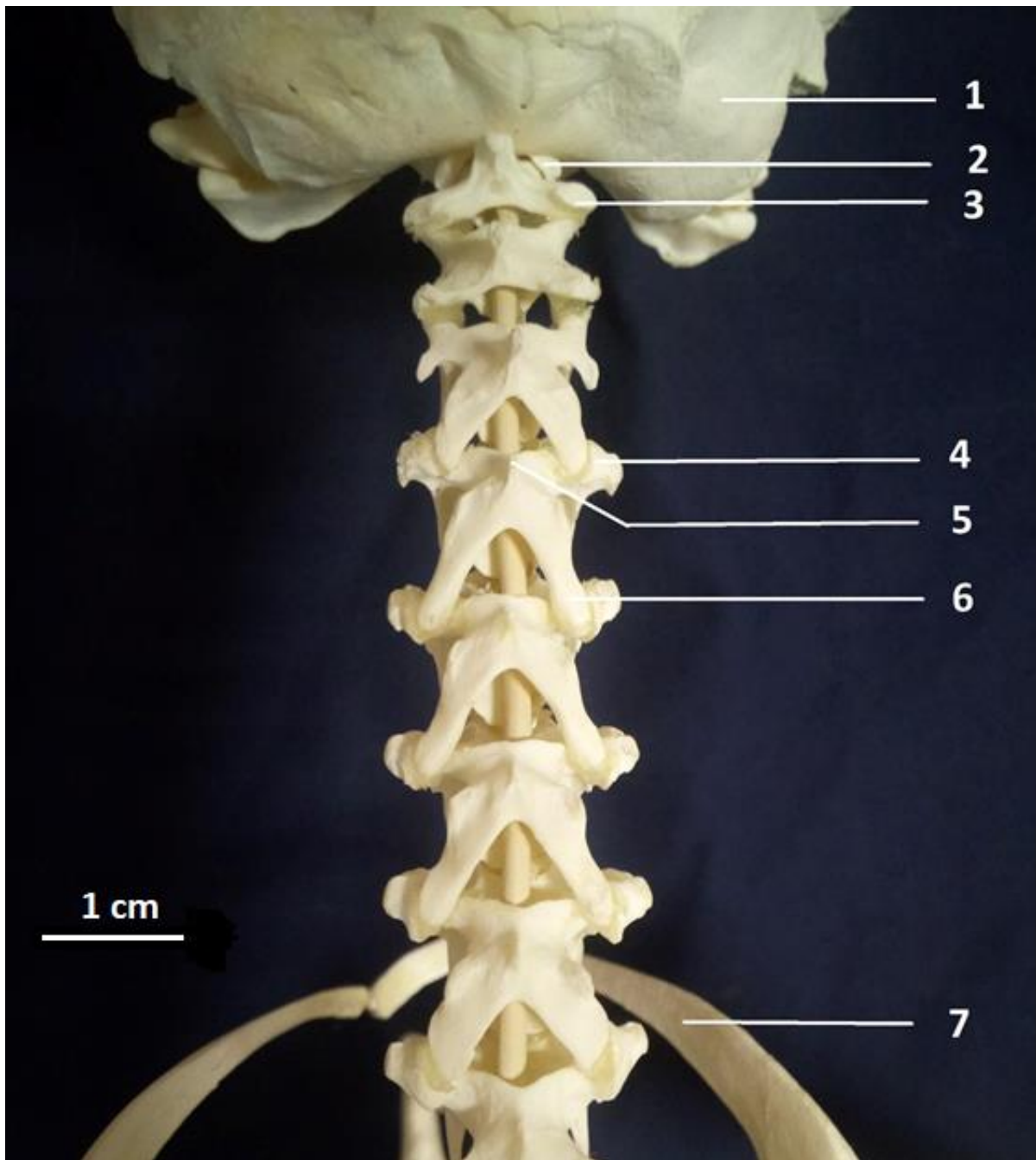


Figure 63: Vue dorsale de cou monté de Hibou Grand-duc (réalisation personnelle)

Légende : 1- crâne ; 2- atlas, 3- axis ; 4- processus articulaire crânial ; 5- processus épineux ; 6- processus articulaire caudal ; 7- côte

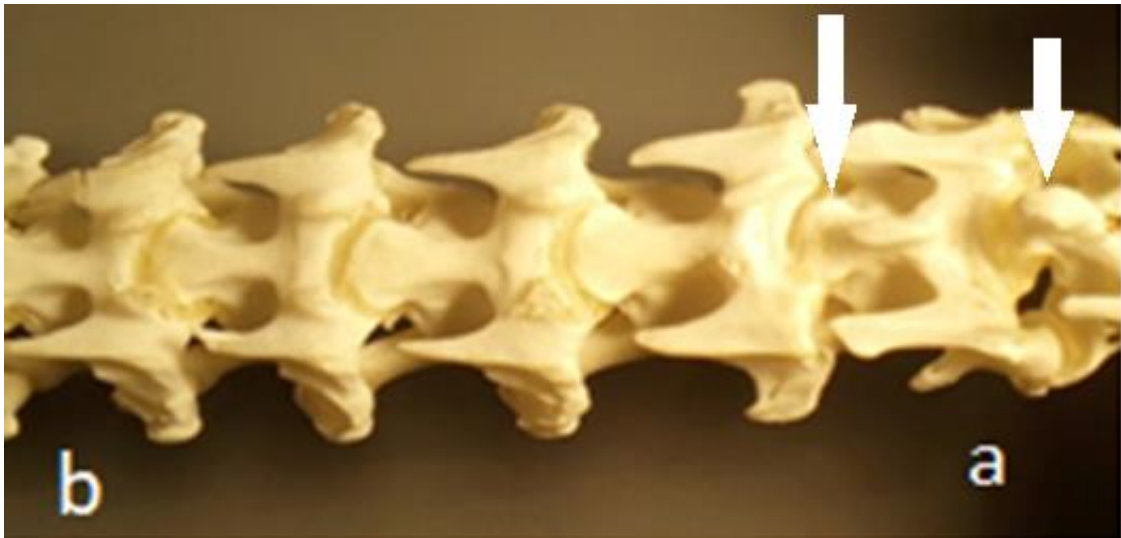


Figure 64: vue ventrale de vertèbres cervicales assemblées de Hibou grand-duc (Réalisation personnelle)

Légende : a- Extrémité crâniale, b- Extrémité caudale

On remarque, sur les squelettes observés, une augmentation de la taille de vertèbres cervicales de l'extrémité crâniale à l'extrémité caudale. De plus, le processus articulaire caudal semble prendre de l'importance (plus long et large) et s'aplatit quand on s'éloigne du crâne. La racine ventrale du processus transverse, quant à elle, diminue de taille. Le processus ventral et le processus épineux, présents sur les premières vertèbres cervicales (sauf l'Atlas) disparaissent quand on s'éloigne du crâne.

b- Le faucon pèlerin (*Falco Peregrinus*), représentant des Falconidés, Falconiformes

D'après ce que nous avons pu observer sur les squelettes mis à notre disposition au Musée des Confluences de Lyon, il semblerait que le faucon pèlerin compte 13 vertèbres cervicales, en incluant l'atlas et l'axis.

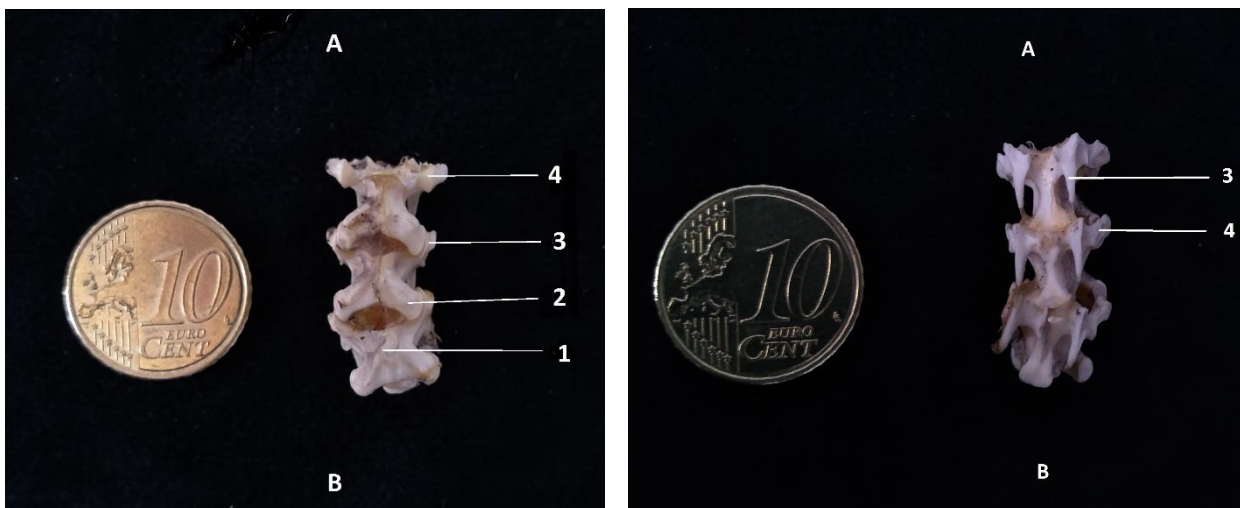


Figure 65: Vue dorsale (à gauche) et ventrale (à droite) de trois vertèbres cervicales de faucon pèlerin (Réalisation personnelle)

Légende : 1- processus épineux, 2- processus articulaire caudal, 3- processus transverse (racine dorsale à gauche et ventrale à droite), 4- processus articulaire crânial, A- extrémité crâniale, B- extrémité caudale

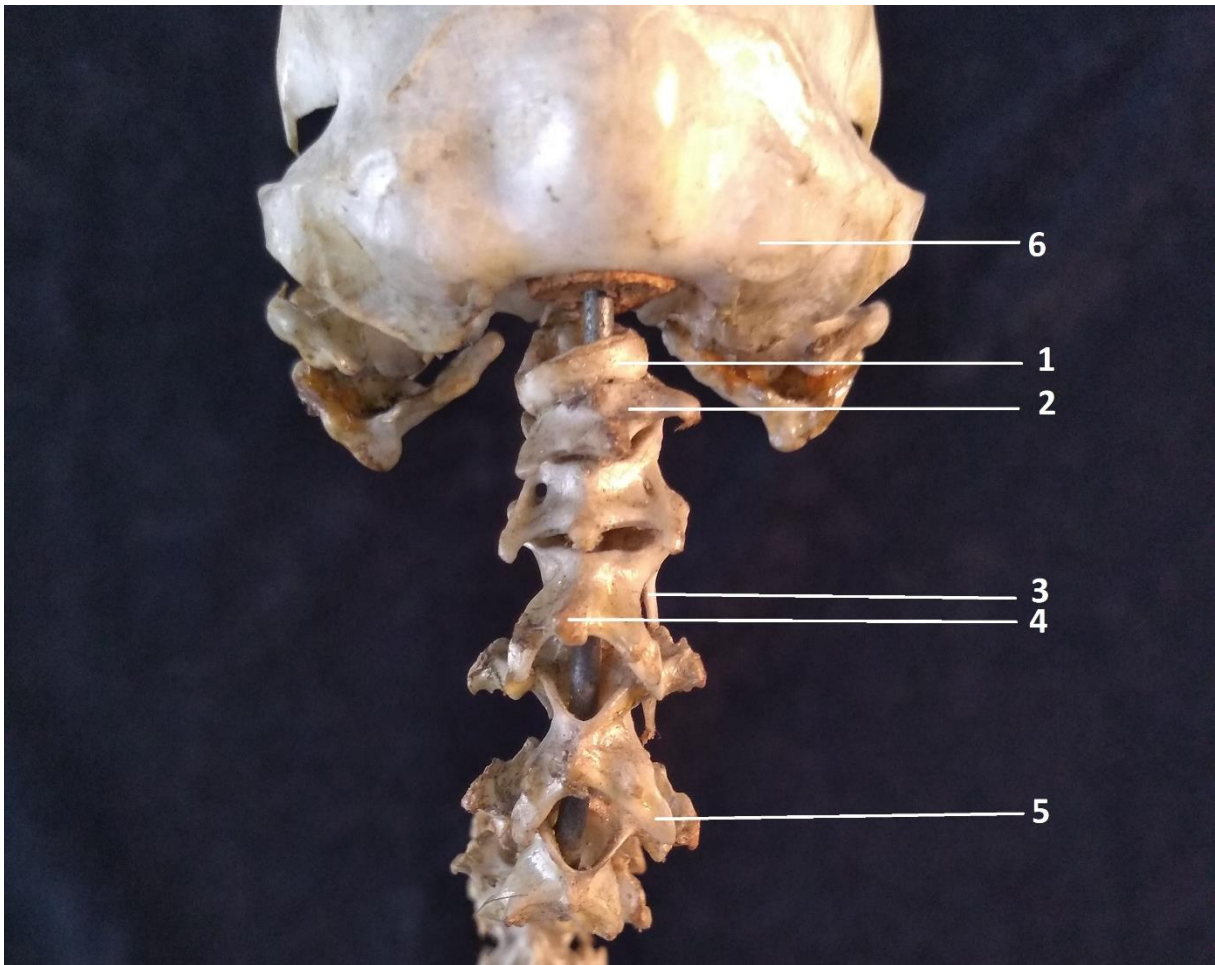


Figure 66: Vue dorsale de vertèbres cervicales de faucon Pèlerin assemblées (réalisation personnelle)

Légende : 1- Atlas, 2- Axis, 3- Processus transverse, 4- Processus épineux, 5- Processus articulaire caudal, 6- Crâne

Sur l'individu que nous avons pu observer, on note, à partir de la troisième vertèbre cervicale, un effacement du processus épineux, un écartement des processus articulaires caudaux et leur étalement (aplatissement, augmentation de la longueur et de la largeur). Les racines ventrales des processus épineux se raccourcissent discrètement quand on s'éloigne du crâne. On remarque également une augmentation discrète du volume des racines dorsales des processus transverses quand on s'éloigne du crâne.

c- Le vautour fauve (*Gyps fulvus*), représentant des Sagitariidés (Accipitriformes)  
Nous ne disposons pas, pour cet oiseau, de squelette monté. Nous n'avons donc pas pu déterminer le nombre des vertèbres cervicales, ni observer l'agencement des vertèbres du cou. Les vertèbres cervicales, d'après le squelette mis à disposition, mesurent entre 0,9 et 3 cm de large.

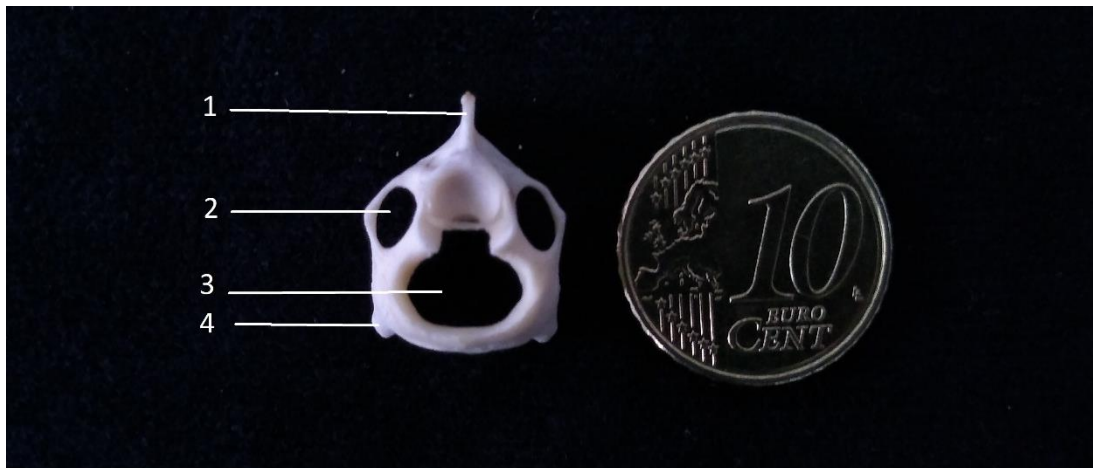


Figure 67: Vue crâniale d'atlas de vautour fauve (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus épineux, 2- Foramen alaire, 3- Foramen vertébral, 4- Processus transverse

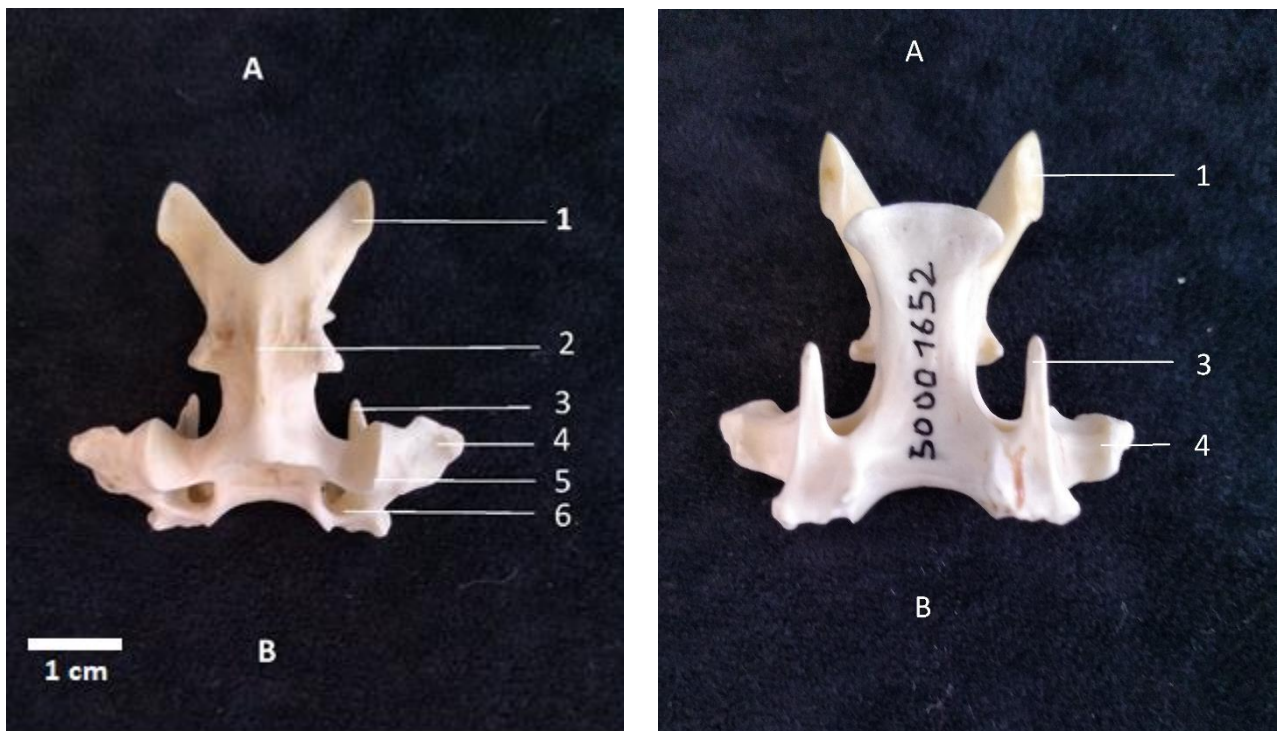


Figure 68: Vue dorsale (à gauche) et ventrale (à droite) d'une vertèbre cervicale isolée de vautour fauve (réalisation personnelle, d'après un squelette du Musée des Confluences)

Légende : 1- Processus articulaire caudal, 2- Processus épineux, 3- Racine ventrale du processus transverse, 4- Racine dorsale du processus transverse, 5- Processus articulaire crânial, 6- Foramen transversaire

On observe, chez le vautour fauve que nous avons pu observer, des différences de taille entre les vertèbres cervicales. L'Atlas ne mesure par exemple qu'environ 1 cm de diamètre. On note également quelques différences morphologiques entre les vertèbres cervicales : le processus articulaire caudal est plus ou moins développé, ainsi que la racine dorsale du processus transverse. On note également des différences de taille entre les processus épineux des vertèbres cervicales les plus petites.

d- Le condor des Andes (*Vultur Gryphus*), représentant des Catharidés, Accipitriformes  
Le condor des Andes présente, d'après nos observations, 17 vertèbres cervicales, en incluant l'atlas et l'axis. Sur le squelette que nous avons pu étudier, les vertèbres mesurent d'un centimètre (atlas) à 3,4 centimètres de large (vertèbres cervicales les plus caudales).

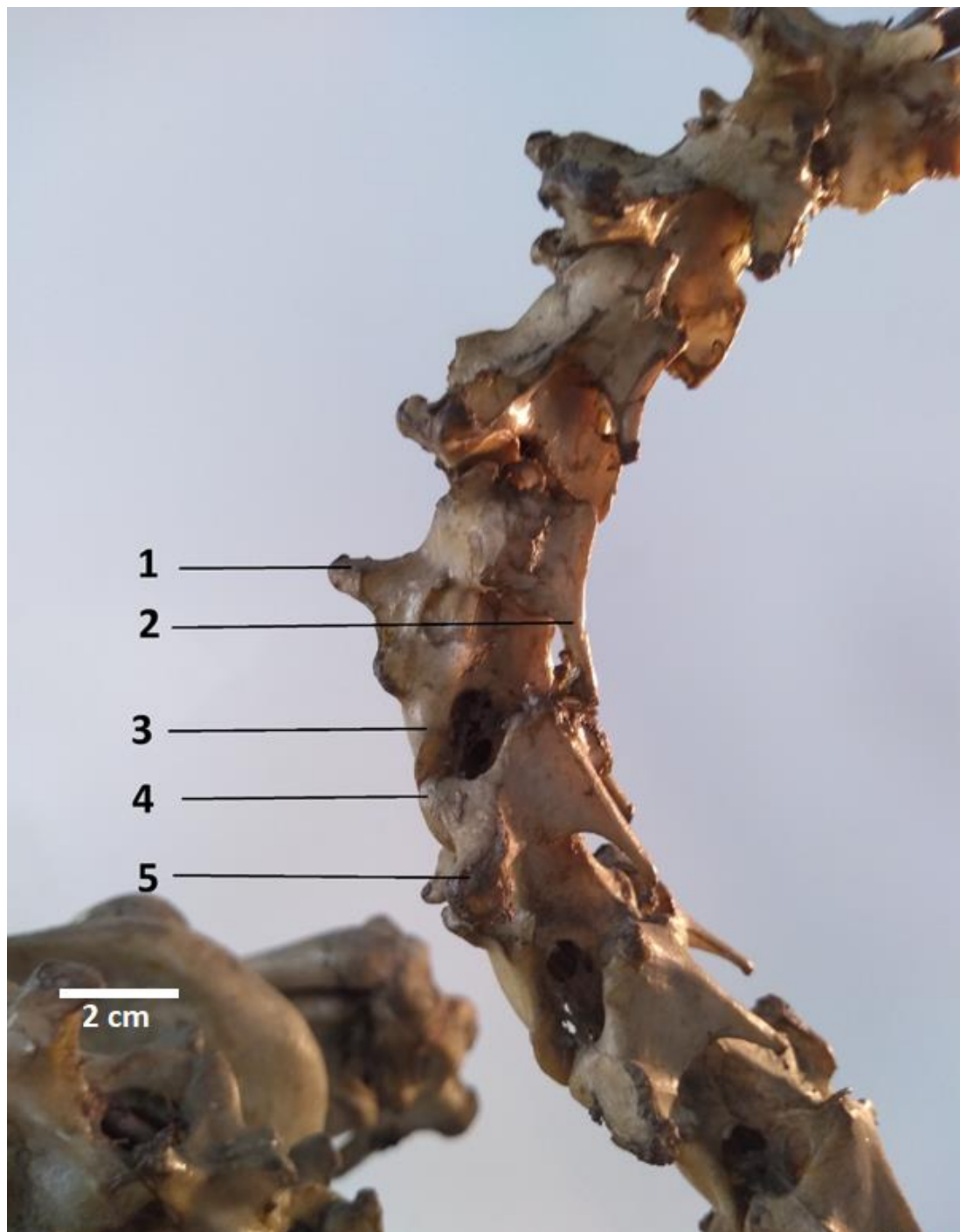


Figure 69: Vue latérale droite de vertèbres cervicales assemblées de condor des Andes (réalisation personnelle, squelette du musée des Confluences)

Légende : 1- Processus épineux, 2- Racine ventrale du processus transverse, 3- Processus articulaire caudal, 4- Processus articulaire crânial, 5- Racine dorsale du processus transverse



*Figure 70: Vue ventrale de vertèbres cervicales assemblées de Condor des Andes (Réalisation personnelle, squelette du Musée des Confluences)*

Légende : 1- Racine dorsale du processus transverse, 2- Racine ventrale du processus transverse

Nous notons également, sur ce squelette, une différence de taille non négligeable entre les vertèbres cervicales. En effet, entre la première vertèbre cervicale (atlas) et la dernière, la largeur a été multipliée par trois. Les processus articulaires caudaux, comme chez les espèces vues précédemment, prennent de l'importance en longueur et largeur en s'éloignant du crâne. On note également une diminution de la longueur de la racine ventrale du processus transverse, mais une légère augmentation de sa largeur.

e- Le balbuzard pêcheur (*Pandion halietus*), seul représentant des Pandionidés (Accipitriformes)

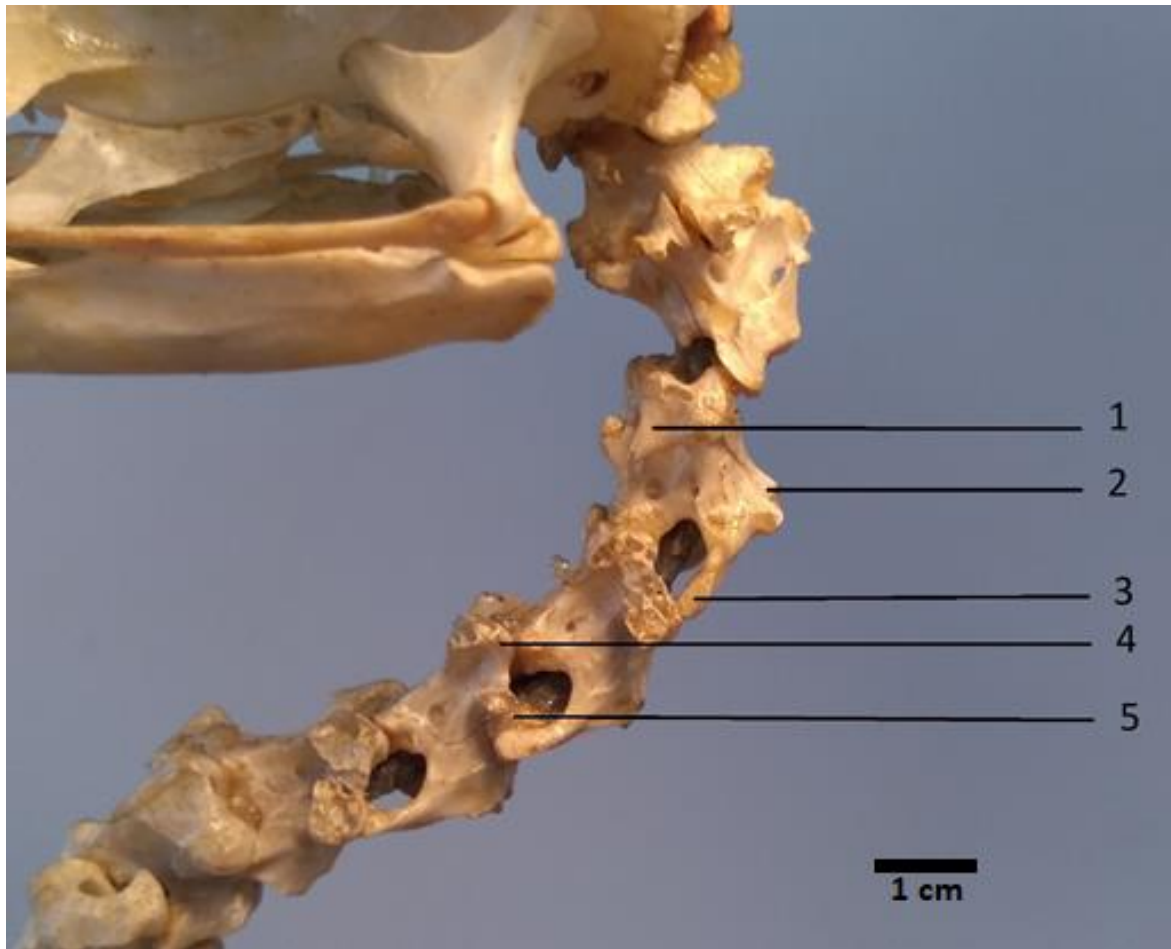


Figure 71: Vue latérale gauche de vertèbres cervicales montées de balbuzard pêcheur (réalisation personnelle)

Légende : 1- Racine ventrale du processus transverse, 2- Processus épineux, 3- Processus articulaire caudal, 4- Racine dorsale du processus transverse, 5- Processus articulaire crânial (abimé)

Ne disposant que d'un unique squelette (Musée des Confluences de Lyon) que présentait des processus cassés ou abimés, nous n'avons pas pu déterminer avec précision les caractéristiques des vertèbres cervicales de cette espèce. Nous avons cependant pu distinguer une augmentation globale de la taille des vertèbres depuis le crâne jusqu'à la première vertèbre thoracique.

f- Comparaison des vertèbres cervicales des différents spécimens observés

Les différences les plus flagrantes observées entre le cou des spécimens de rapaces sont la taille (dépend de l'espèce choisie dans chaque famille) et le nombre.

Nous avons pu noter une certaine unité de forme de la vertèbre et de son évolution le long du cou. En effet, sur tous les oiseaux observés, l'Atlas est une petite vertèbre, en forme d'anneau. La vertèbre cervicale la plus caudale est aussi la plus volumineuse. On note, chez tous les squelettes observés, une diminution globale de la taille de la racine ventrale du processus transverse et une augmentation de celle des processus articulaires caudaux. Les vertèbres cervicales ne présentent pas de différences de structure ou d'articulation majeures.



## 2- Les vertèbres thoraciques

### a- Le hibou grand-duc, représentant des strigidés (Strigiformes)

Sur les squelettes observés, les vertèbres thoraciques semblent libres et non reliées entre elles par un tissu cartilagineux.

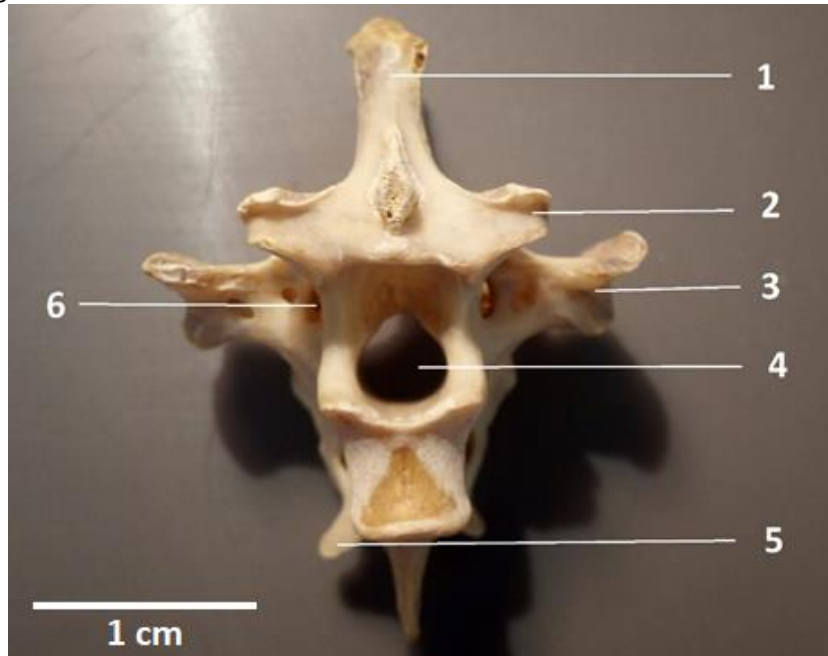


Figure 72: Vue de face de vertèbre thoracique de hibou Grand-Duc (réalisation personnelle)

Légende : 1- processus épineux ; 2- processus articulaire crânial ; 3- racine dorsale du processus transverse ; 4- canal vertébral ; 5- racine ventrale du processus transverse

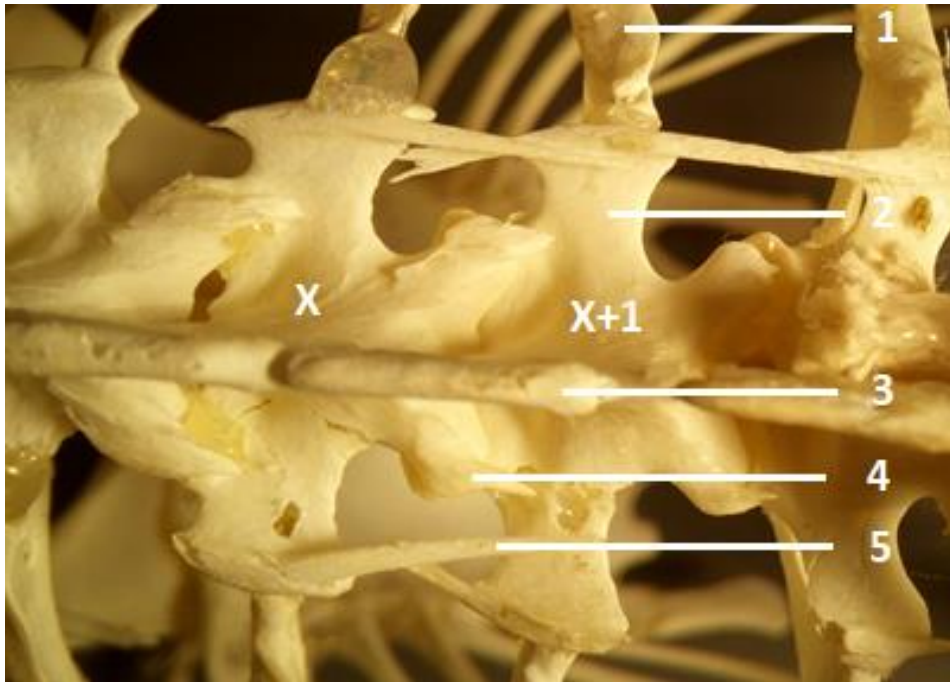


Figure 73: vue dorsale de vertèbres thoraciques de hibou grand-duc assemblées (réalisation personnelle), extrémité crâniale à gauche

Légende : 1- côte ; 2- racine dorsale du processus transverse, 3- processus épineux, 4- processus articulaire caudal ; 5- cordon osseux solidarissant les vertèbres thoraciques entre elles



Figure 74: Vue latérale gauche des côtes de hibou grand-duc (réalisation personnelle)

Légende : 1- scapula ; 2- côte ; 3- processus unciné ; 4- synsacrum

Chez les spécimens de hibou grand-duc que nous avons pu observer, on note un élargissement des processus transverses de l'extrémité crâniale à l'extrémité caudale. Les processus épineux deviennent plus longs et plus larges en se rapprochant du synsacrum. La racine dorsale des processus transverses s'allonge quand on s'éloigne de crâne, au contraire de la racine dorsale qui tend à disparaître. On note l'existence de processus ventraux, non soudés entre eux, très prononcés sur les 3 premières vertèbres cervicales (plus importants quand on s'éloigne du crâne). Ce processus tend à disparaître quand on s'approche du synsacrum.

Sur les côtes, on note l'existence de processus uncinés venant s'imbriquer sur la côte suivante ; ce dispositif ajoute de la rigidité à la cage costale.

b- Le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), représentant des falconidés (falconiformes)  
Les premières vertèbres thoraciques sont soudées chez cette espèce et forment le notarium. Une vertèbre thoracique libre fait le lien entre le notarium et le syncacrum.

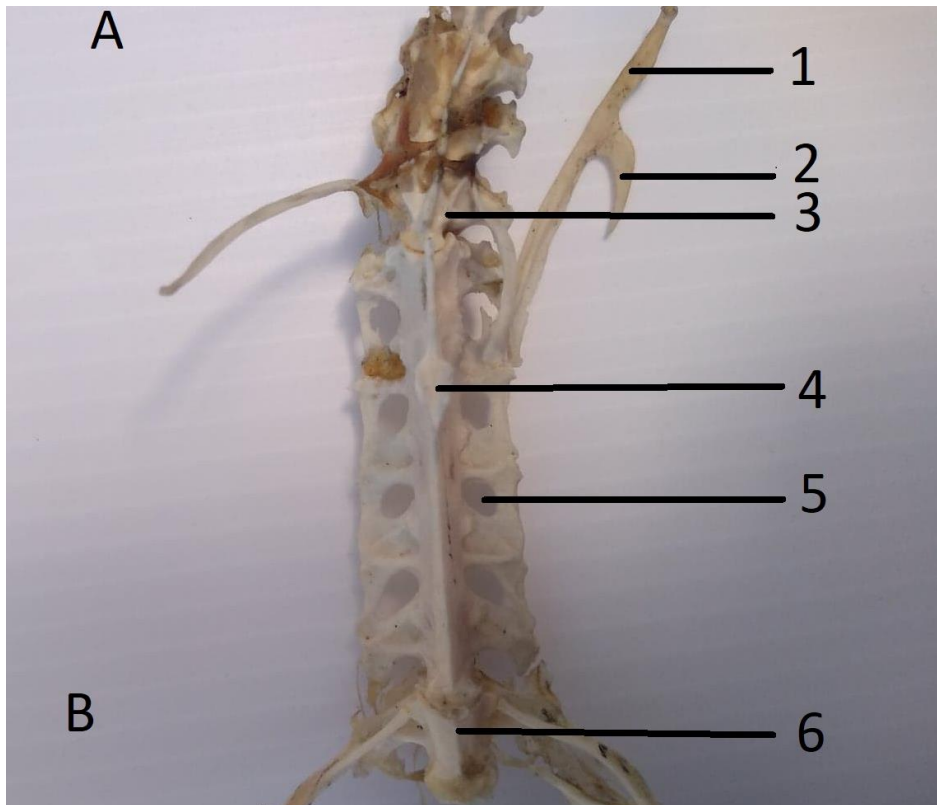


Figure 75: Vue ventrale de notarium de faucon pèlerin (réalisation personnelle)

Légende : 1- Côte, 2- Processus unciné de la côte, 3- Vertèbre cervicale, 4- Crista ventralis, 5- Foramen intertransversaire, 6- Vertèbre thoracique libre faisant le lien avec le syncacrum

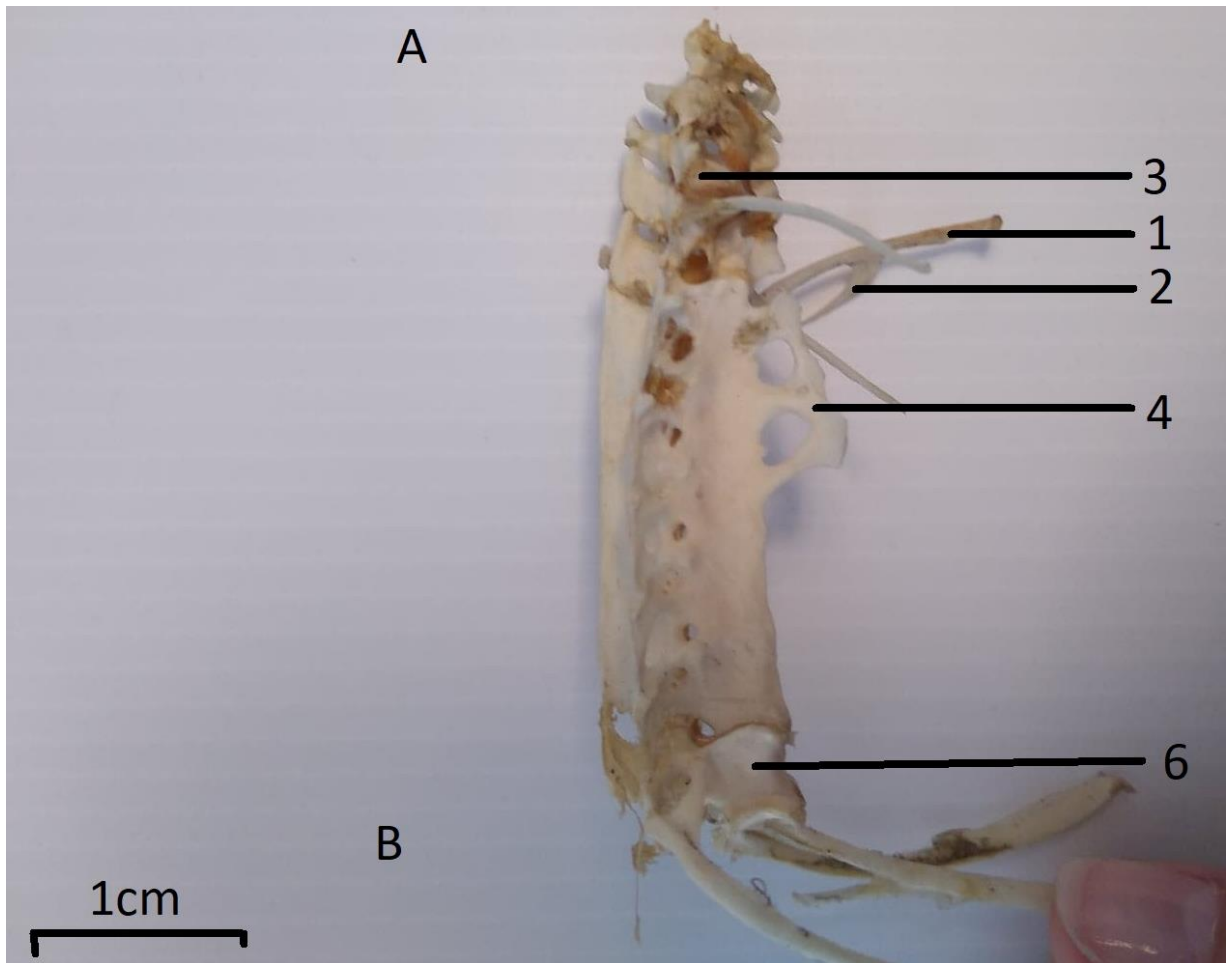


Figure 76: Vue latérale droite de notarium de faucon pèlerin (réalisation personnelle)

Légende : 1- Côte, 2- Processus unciné de la côte, 3- Vertèbre cervicale, 4- Crista ventralis, 6- Vertèbre thoracique libre faisant le lien avec le synsacrum

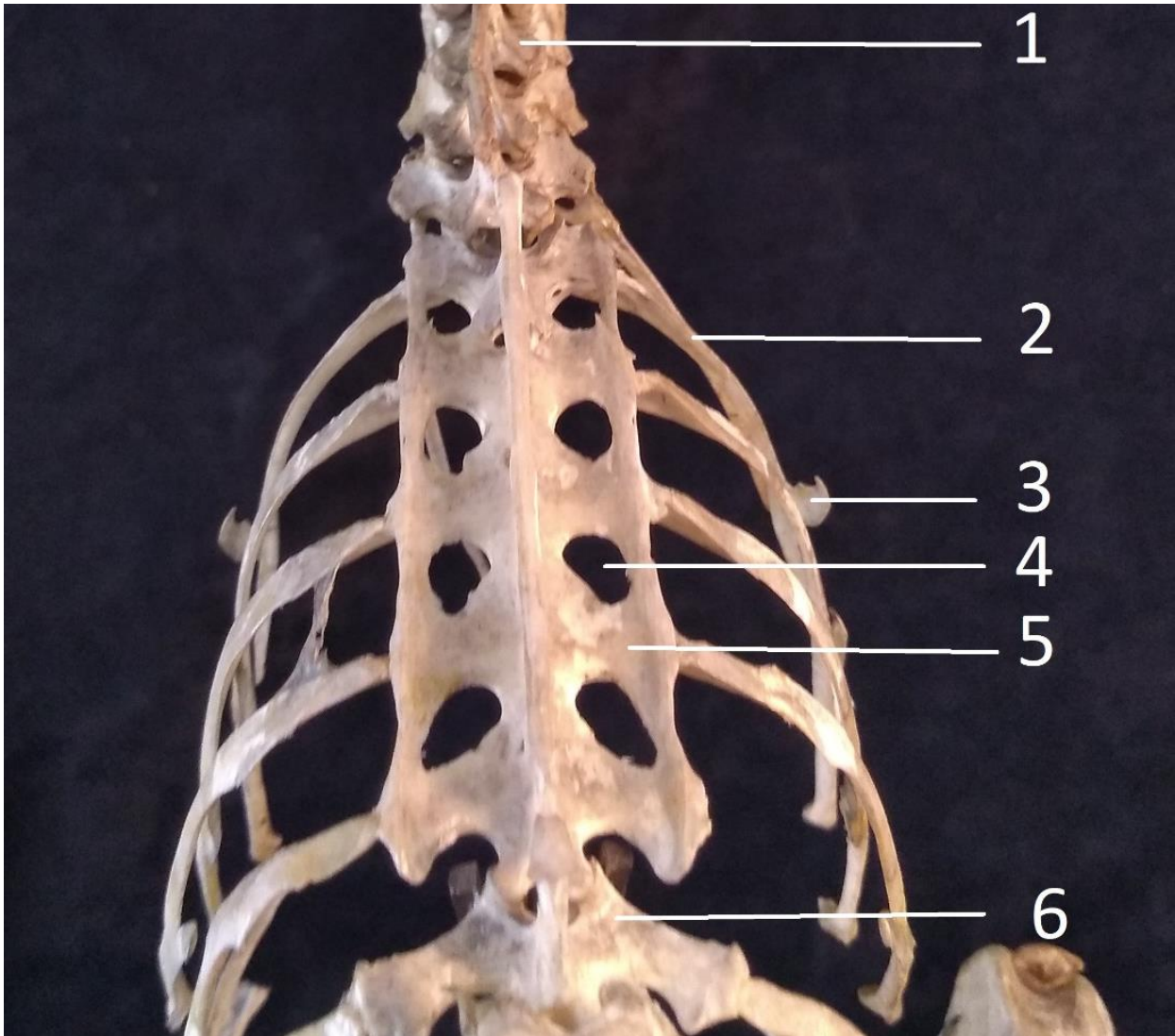


Figure 77: Vue dorsale de notarium de faucon pèlerin sur un squelette monté (réalisation personnelle)

Légende : 1- Vertèbre cervicale, 2- Côte, 3- Processus unciné de la côte, 4- Foramen intertransversaire, 5- Vestige de processus transverse, 6- Vertèbre thoracique libre faisant le lien entre le notarium et le syncacrum

Sur le squelette de faucon pèlerin observé, les vertèbres sont toutes soudées par la crête ventrale, les processus épineux et l'extrémité des processus transverses : cet os s'appelle le *notarium*. On note l'existence de la *crista ventralis*, une crête ventrale sous le corps vertébral des présumées quatre premières vertèbres thoraciques. La seule vertèbre thoracique mobile chez le faucon pèlerin est la plus caudale et assure l'articulation entre le notarium et le syncacrum.



Figure 78: vue latérale gauche de sternum de faucon pèlerin (réalisation personnelle)

Légende : 1- Incisure costale, 2- Fenêtre médiale, 3- Coracoïde gauche, 4- Carène sternale, 5- Apex sternal, A- Extrémité crâniale, B- Extrémité caudale

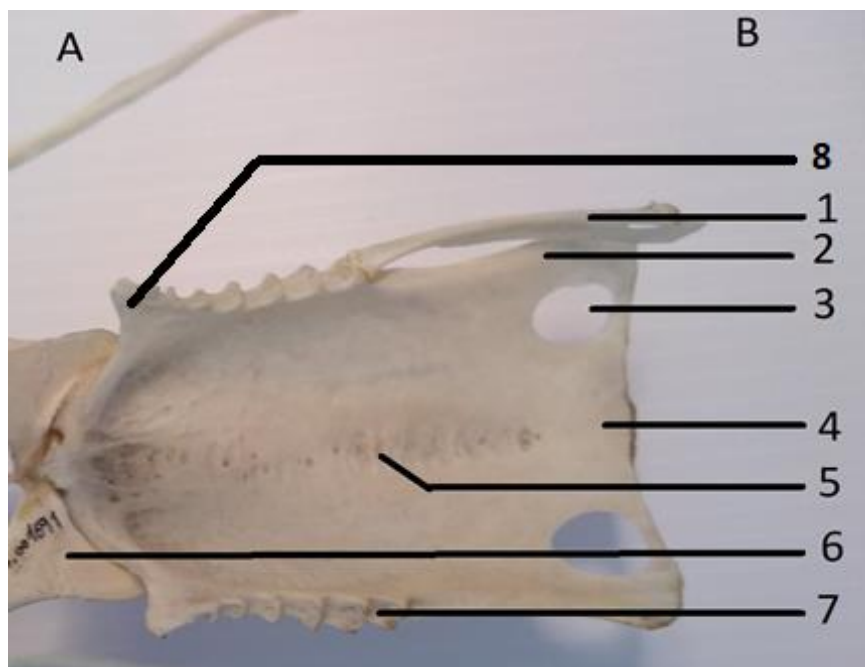


Figure 79: vue dorsale du sternum d'un faucon pèlerin (réalisation personnelle)

Légende : 1- Côte, 2- Trabécule intermédiaire, 3- Fenêtre médiale, 4- Carène sternale, 5- Incisure médiale avec foramens pneumatiques, 6- Coracoïde gauche, 7- Incisure costale, 8- Processus cranio-ventral, A- Extrémité crâniale, B- Extrémité caudale

Le bréchet que nous avons pu observer est très prononcé. Vue dorsalement, le sternum a un aspect rectangulaire. Les processus cranio-ventraux sont assez développés. La marge caudale du sternum est légèrement convexe.

c- Le vautour fauve (*Gyps fulvus*), représentant des Sagitariidés (Accipitriformes)

Le vautour, comme la buse variable vue en partie précédente, possède un tissu cartilagineux reliant les processus épineux des vertèbres thoraciques.

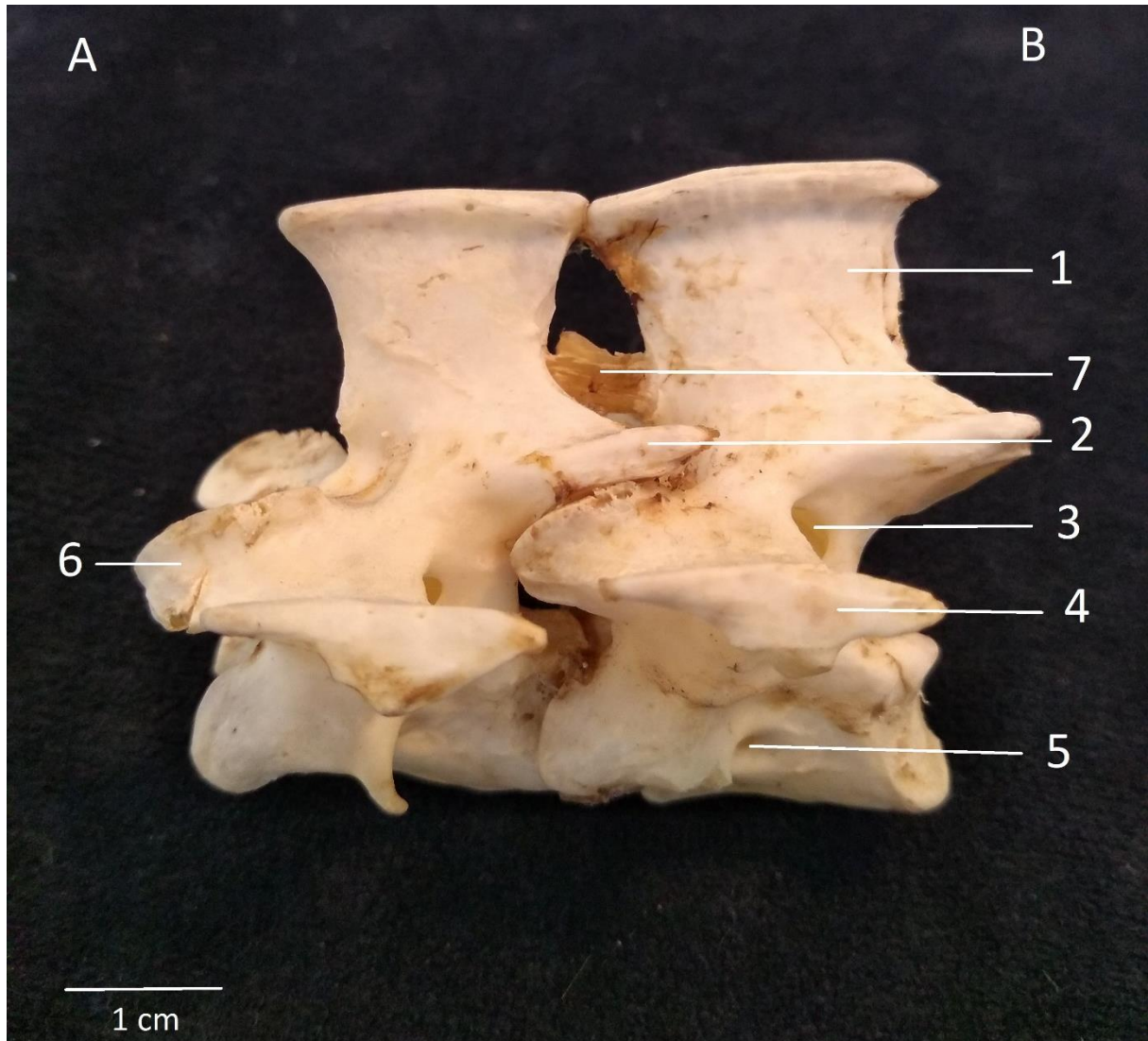


Figure 80: Vue latérale gauche de deux vertèbres thoraciques de vautour fauve (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus épineux, 2- Processus articulaire caudal, 3- Foramen transversaire, 4- Racine dorsale du processus transverse, 5- Racine ventrale du processus transverse avec zone d'articulation avec la côte, 6- Processus articulaire crânial, 7- Tissu cartilagineux reliant les deux processus épineux



Figure 81: Vue dorsale de deux vertèbres de vautour fauve (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus épineux, 2- Processus articulaire caudal, 3- Foramen transversaire, 4- Racine dorsale du processus transverse, 5- Racine ventrale du processus transverse avec zone d'articulation avec la côte, 6- Processus articulaire crânial, 7- Tissu cartilagineux reliant les deux processus épineux

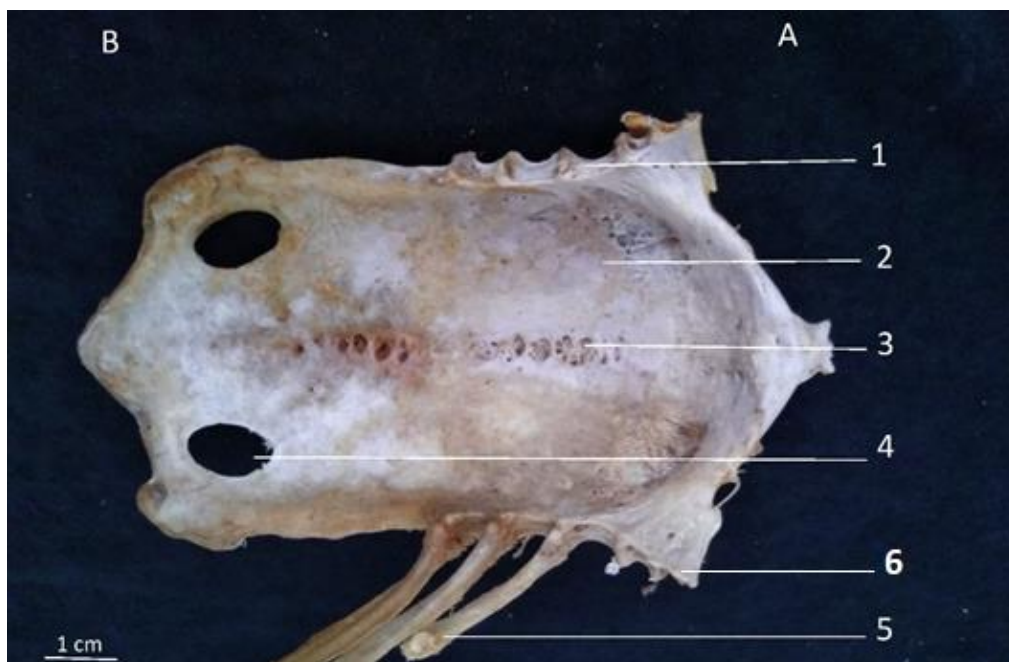


Figure 82: Vue ventrale de sternum de vautour fauve (réalisation vertébrale)

Légende : 1- Incisure costale, 2- Carène sternale 3- Sillon médial, 4- Fenêtre médiale, 5- Côte, 6- Processus cranio-ventral



Sur le squelette de vautour fauve que nous avons pu observer, la racine dorsale des processus transverses prend de l'importance (augmentation de la longueur et de la largeur) quand on s'éloigne du crâne. On note la présence, comme chez la buse variable (vue en partie bibliographique), d'un tissu cartilagineux reliant les processus épineux des vertèbres thoraciques entre elles.

Le sternum présente des processus cranio-ventraux plus développés que chez le faucon et le grand-duc observés. La marge caudale est globalement triangulaire.

d- Le condor des Andes, représentant des Catharidés, Accipitiformes

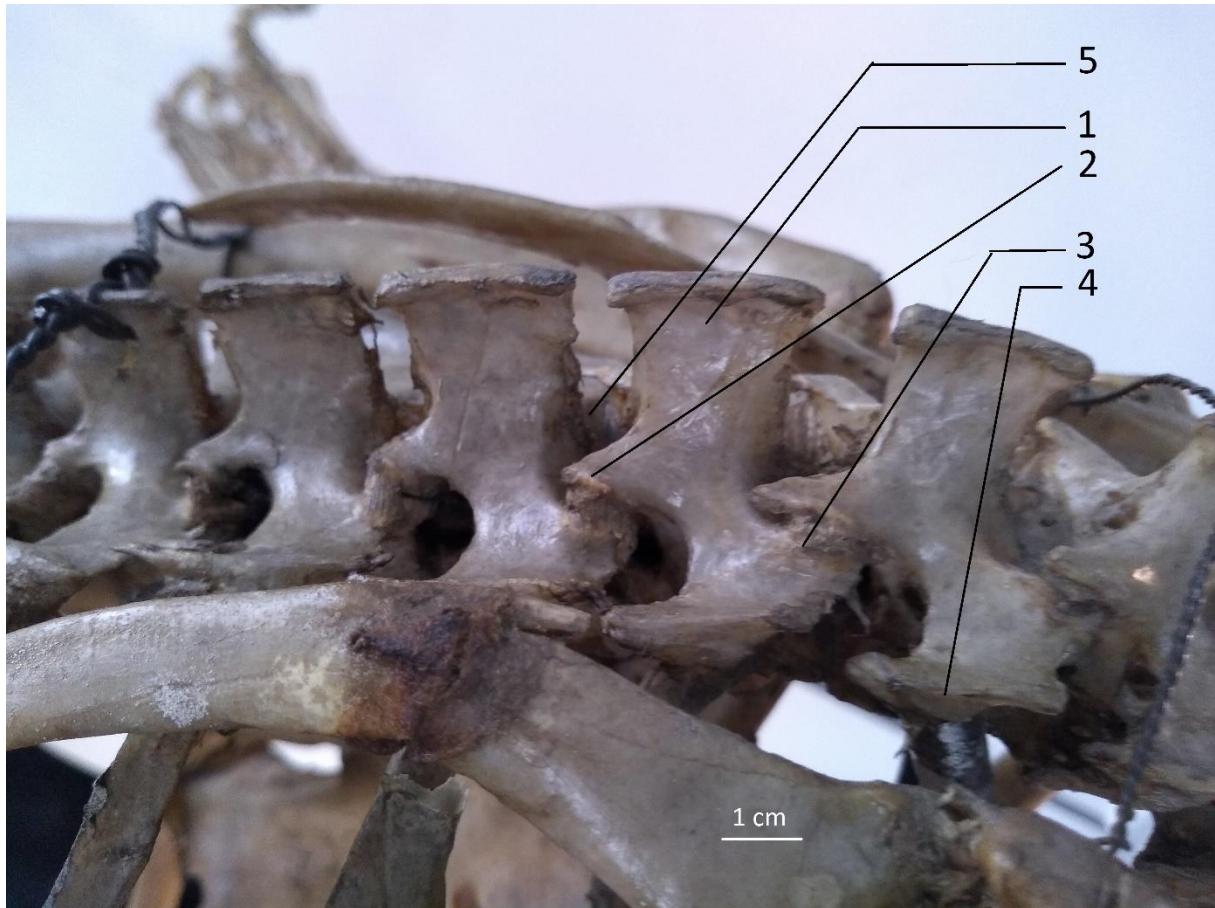


Figure 83: Vue latérale droite de vertèbres thoraciques de condor des Andes (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus épineux, 2- Processus artriculaire caudal, 3- Processus artriculaire crânial, 4- processus transverse, 5- Tissu cartilagineux reliant les processus épineux de deux vertèbres thoraciques

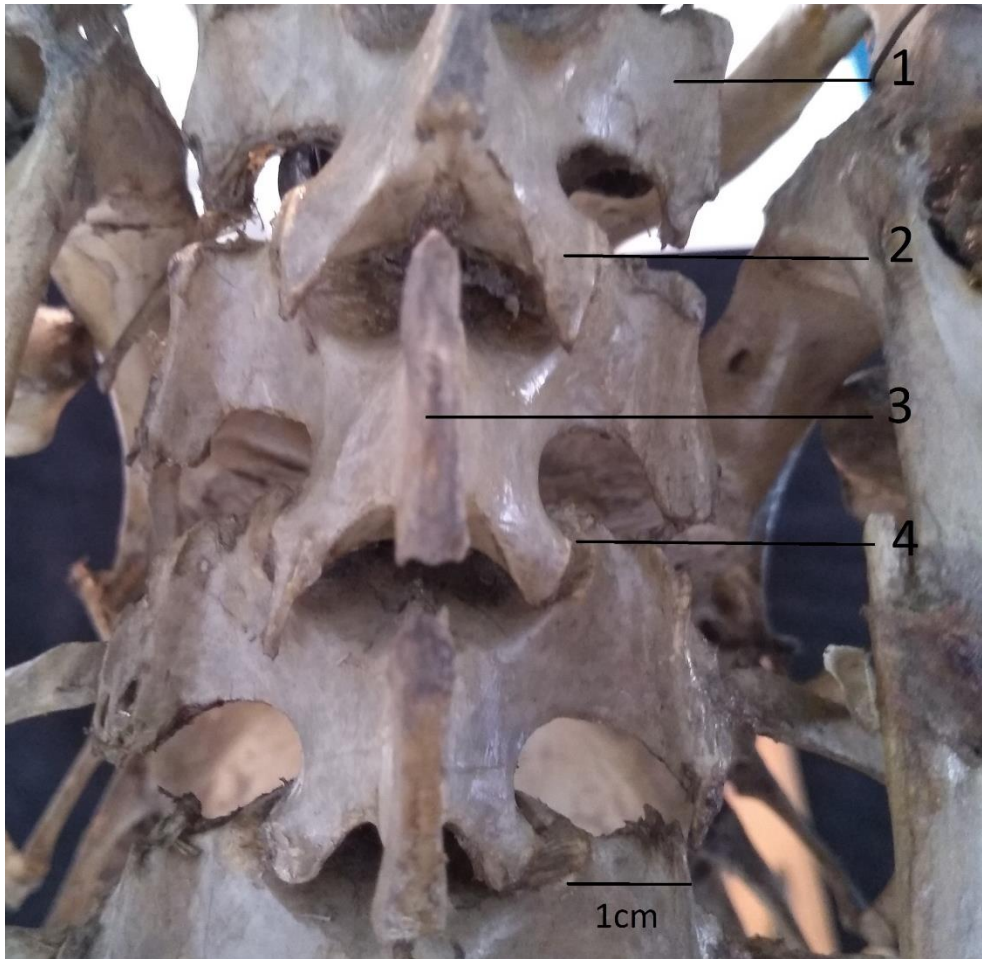


Figure 84: Vue dorsale de vertèbres thoraciques assemblées de condor des Andes (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus transverse, 2- Processus articulaire caudal, 3- Processus épineux, 4- Processus articulaire crânial, Extrémité crâniale en haut et caudale en bas

Sur le squelette de l'individu observé, on observe une diminution de la taille des processus articulaires caudaux et des racines ventrales des processus transverses quand on s'approche du synsacrum, au contraire des processus épineux, qui sont de plus grande taille en région caudale. Les vertèbres thoraciques sont solidarisées par leurs processus épineux, reliés entre eux par du tissu cartilagineux.

e- Le balbuzard pêcheur, représentant des Pandionidés (Accipitriformes)

Le balbuzard pêcheur compte arbitrairement 6 vertèbres thoraciques sur le squelette que nous avons pu observer.

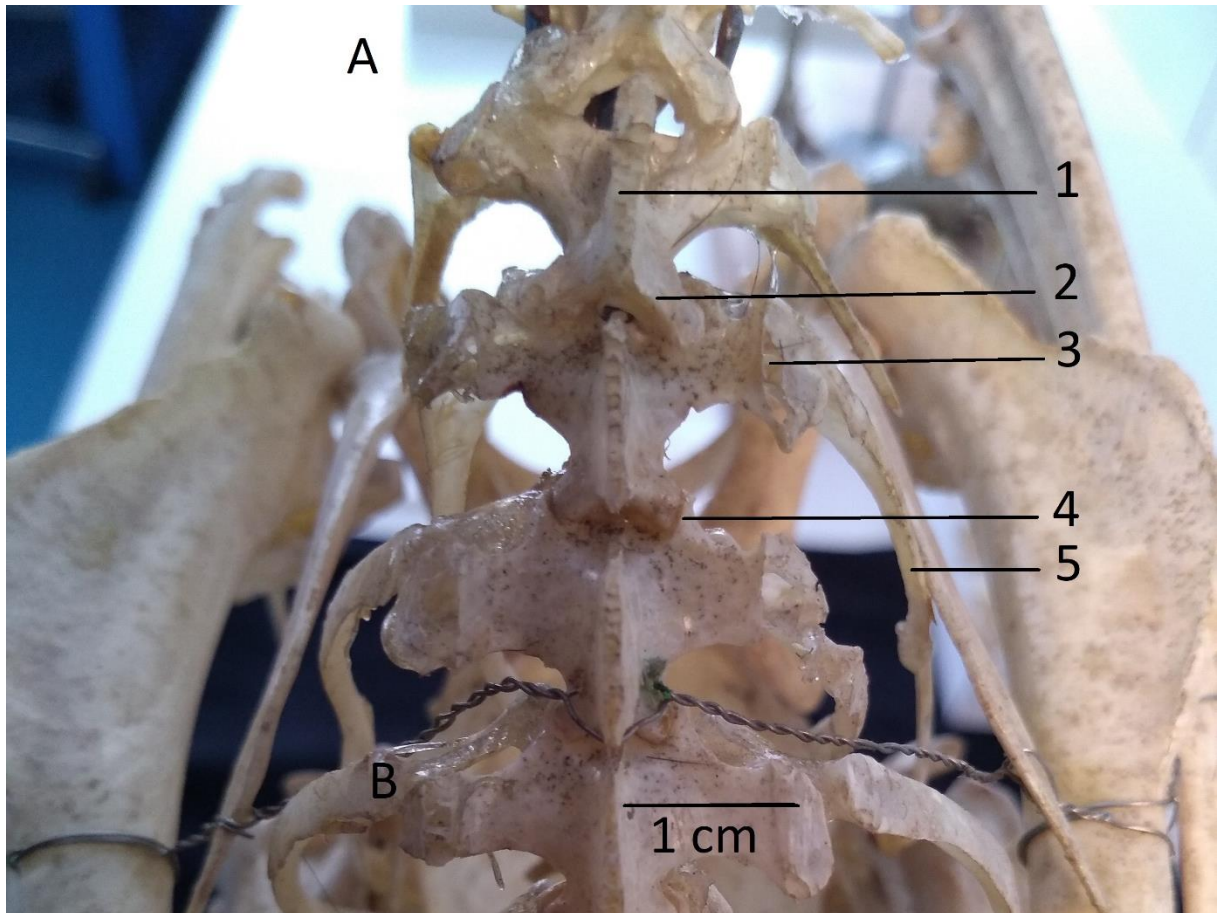


Figure 85: Vue dorsale de vertèbres thoraciques assemblées de balbuzard pêcheur (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus épineux, 2- Processus articulaire caudal, 3- Processus transverse, 4- Processus articulaire crânial, 5- Côte

Le seul squelette que nous avons pu observer était assez abimé, ce qui ne nous a pas permis d'effectuer des observations dans les meilleures conditions. Nous pouvons cependant penser que les processus épineux et les racines dorsales du processus transverse gagnent en volume quand on s'éloigne du crâne. Les vertèbres thoraciques ne sont pas reliées entre elles par un tissu cartilagineux, mais encore une fois, nous ne pouvons pas l'affirmer avec certitude.

- f- Complément sur la buse variable (*Buteo buteo*), représentant des Accipitridés (Accipitriformes)



Figure 86: vue latérale droite de vertèbres de buse variable solidarisée par du cartilage entre les processus épineux (réalisation personnelle)

**Légende :** A- extrémité crâniale ; B- extrémité caudale ; 1- tissu cartilagineux solidarisant les vertèbres par liaison entre les processus épineux ; 2- racine dorsale du processus transverse avec surfaces articulaires de liaison avec la tubérosité de la côte associée ; 3- racine ventrale du processus transverse, avec surfaces articulaires de liaison avec tête de la côte.

Nous ne disposons que de quelques fragments de squelette de buse variable. Nous avons cependant pu observer une liaison des processus épineux par un tissu cartilagineux. De plus, il semblerait que quand on s'éloigne du crâne, les processus épineux s'allongent. Il nous est difficile d'affirmer davantage avec le matériel mis à disposition.

- g- Comparaison des vertèbres thoraciques des spécimens observés

Les différences entre les vertèbres thoraciques des squelettes que nous avons pu étudier sont déjà la taille et le nombre mais il existe des particularités dans leur organisation. En effet, chez le vautour fauve, le condor des Andes et la buse variable, du tissu cartilagineux relie les processus épineux des vertèbres thoraciques. Les vertèbres présentent globalement la même organisation selon leur placement. Chez le faucon pèlerin, les vertèbres thoraciques, sauf celle faisant la liaison avec le synsacrum, sont soudées en un seul os appelé le notarium. La soudure se fait entre les corps vertébraux, les processus épineux et les extrémités latérales des racines dorsales des processus transverses. Les processus ventraux sont reliés par des cordons d'os pour former le crête ventrale (ou *crista ventralis*).

### 3- Le synsacrum

a- Le hibou grand-duc, représentant des Strigidés (Strigiformes)

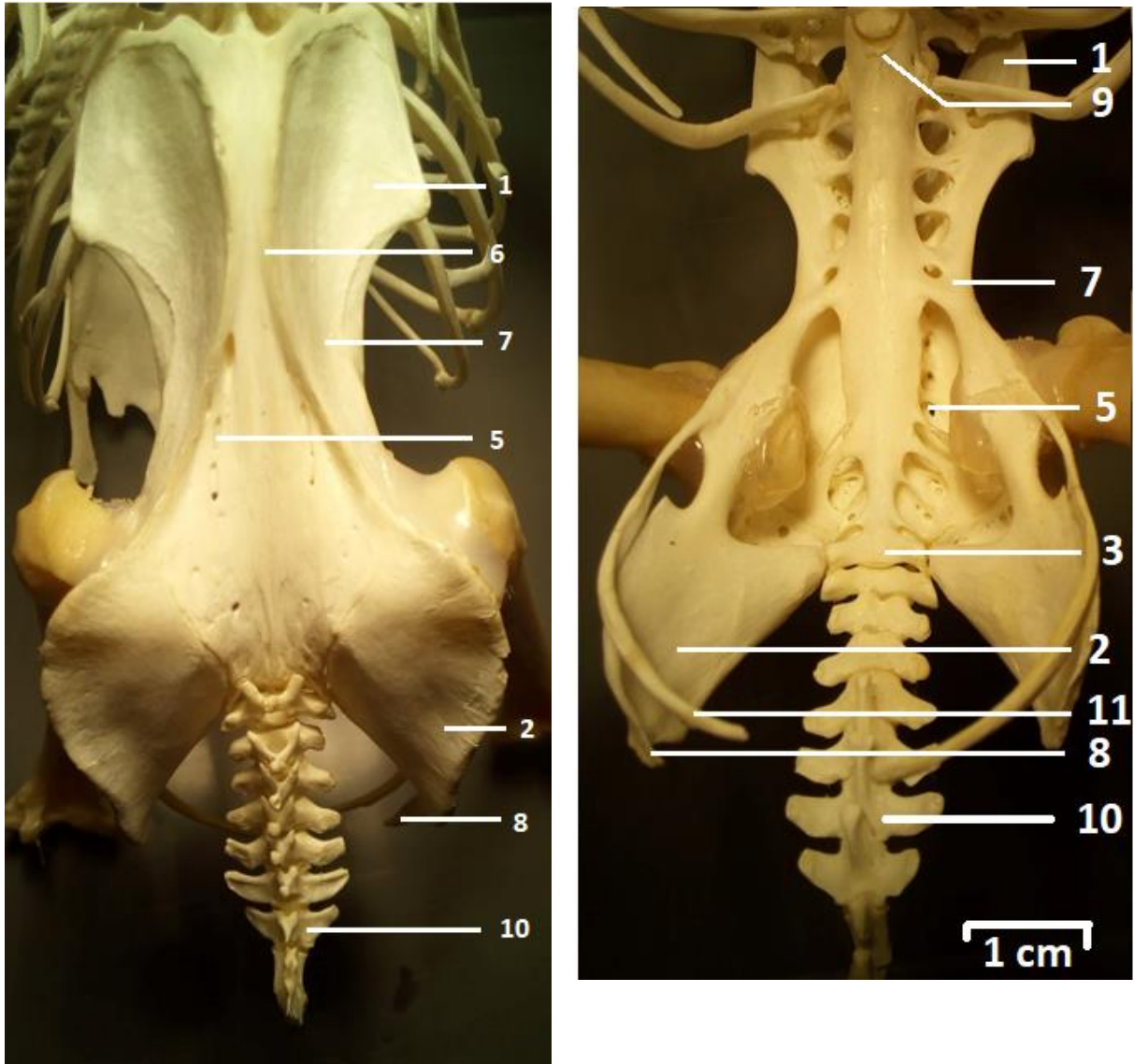


Figure 87: vue dorsale (à gauche) et vue ventrale (à droite) de synsacrum et de vertèbres caudales libres de hibou grand-duc (réalisation personnelle)

Légende : 1- aile préacetabulaire de l'ilium; 2- aile postacetabulaire de l'ilium, 3- première vertèbre caudale soudée au synsacrum; 4- antitrochanter; 5- foramen interdiaphysaire; 6- crête médiale ; 7- aile périacetabulaire de l'ilium ; 8- apex du pubis ; 9- vertèbre thoracique du synsacrum ; 10- vertèbre caudale ; 11- os coxal droit

On observe, sur les squelettes de hiboux grand-duc mis à disposition à la réserve du Muséum d'Aix-en-Provence, un synsacrum assez allongé, dont la forme rappelle un sablier. En effet, les ailes de l'ilium sont assez étendues. La crête médiale est divisée en deux crêtes, assez rapprochées crânialement mais qui s'écartent caudalement.

b- Le faucon pèlerin, représentant des Falconidés (Falconiformes)

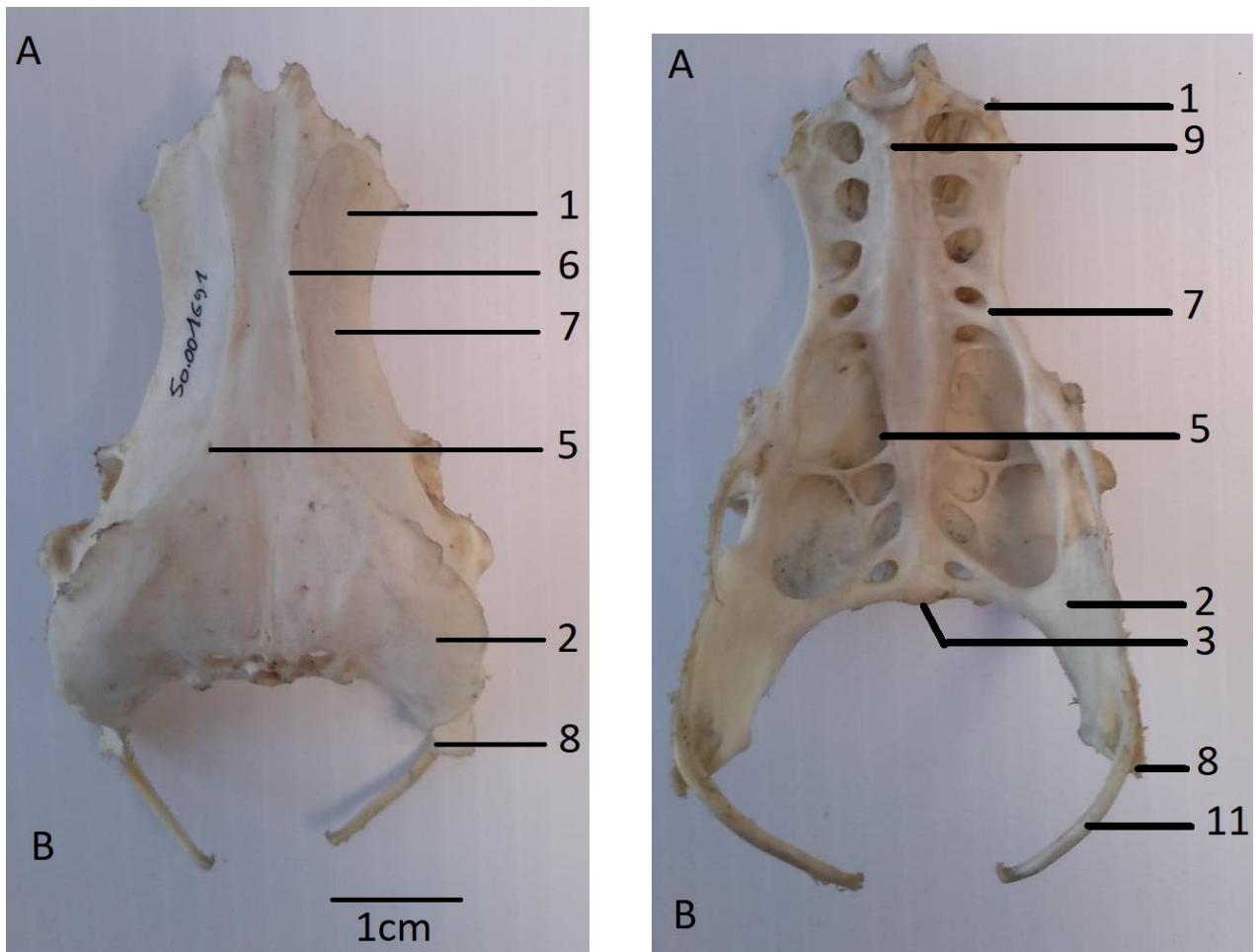


Figure 88: Vues dorsale (à gauche) et ventrale (à droite) de synsacrum de faucon pèlerin (réalisation personnelle)

Légende : 1- aile préacetabulaire de l'ilium; 2- aile postacetabulaire de l'ilium, 3- Zone d'insertion des vertèbres caudales libres 4- antitrochanter; 5- foramen interdiaphysaire; 6- crête médiale ; 7- aile périacetabulaire de l'ilium ; 8- apex du pubis ;9- vertèbre thoracique du synsacrum ; 10- vertèbre caudale ; 11- os coxal droit

Sur le spécimen de faucon pèlerin que nous avons pu observer, le synsacrum est assez allongé, mais plus triangulaire que chez le hibou grand-duc. Les ailes pré-acétabulaires de l'ilium sont en effet peu développées, contrairement aux ailes post-acétabulaires qui sont très allongées, bien qu'assez fines. La crête médiale est divisée en deux tout le long du synsacrum.

c- Le vautour fauve, représentant des Sagitariidés (Accipitriformes)

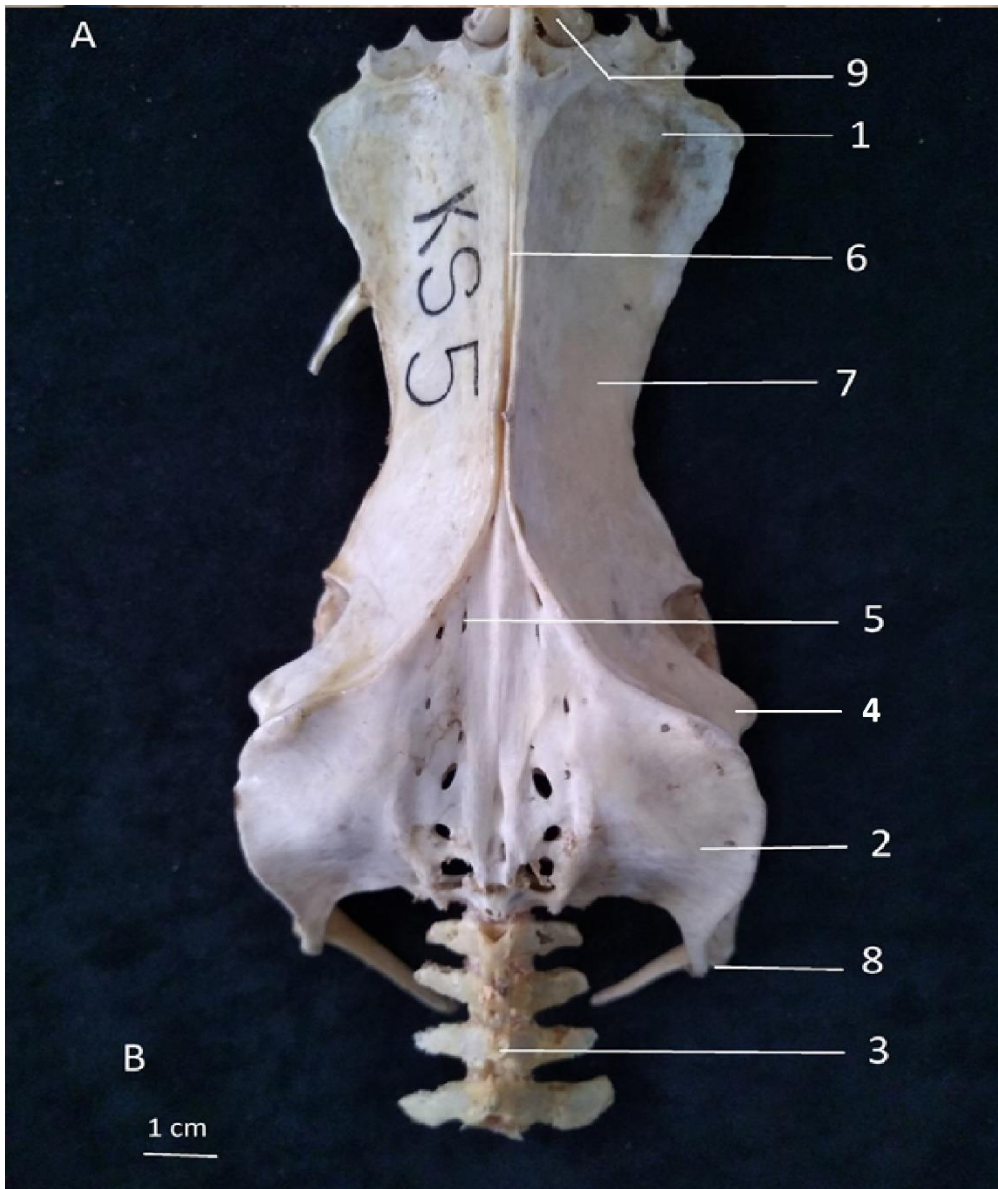


Figure 89: Vue dorsale de synsacrum et d'une partie des vertèbres caudales de vautour fauve (réalisation personnelle)

Légende : 1- aile préacetabulaire de l'ilium; 2- aile postacetabulaire de l'ilium; 3- Vertèbre caudale libre; 4- antitrochanter; 5- foramen interdiaphysaire; 6- crête médiale; 7- aile périacetabulaire de l'ilium; 8- apex du pubis; 9- vertèbre thoracique; 10- vertèbre caudale; 11- os coxal droit

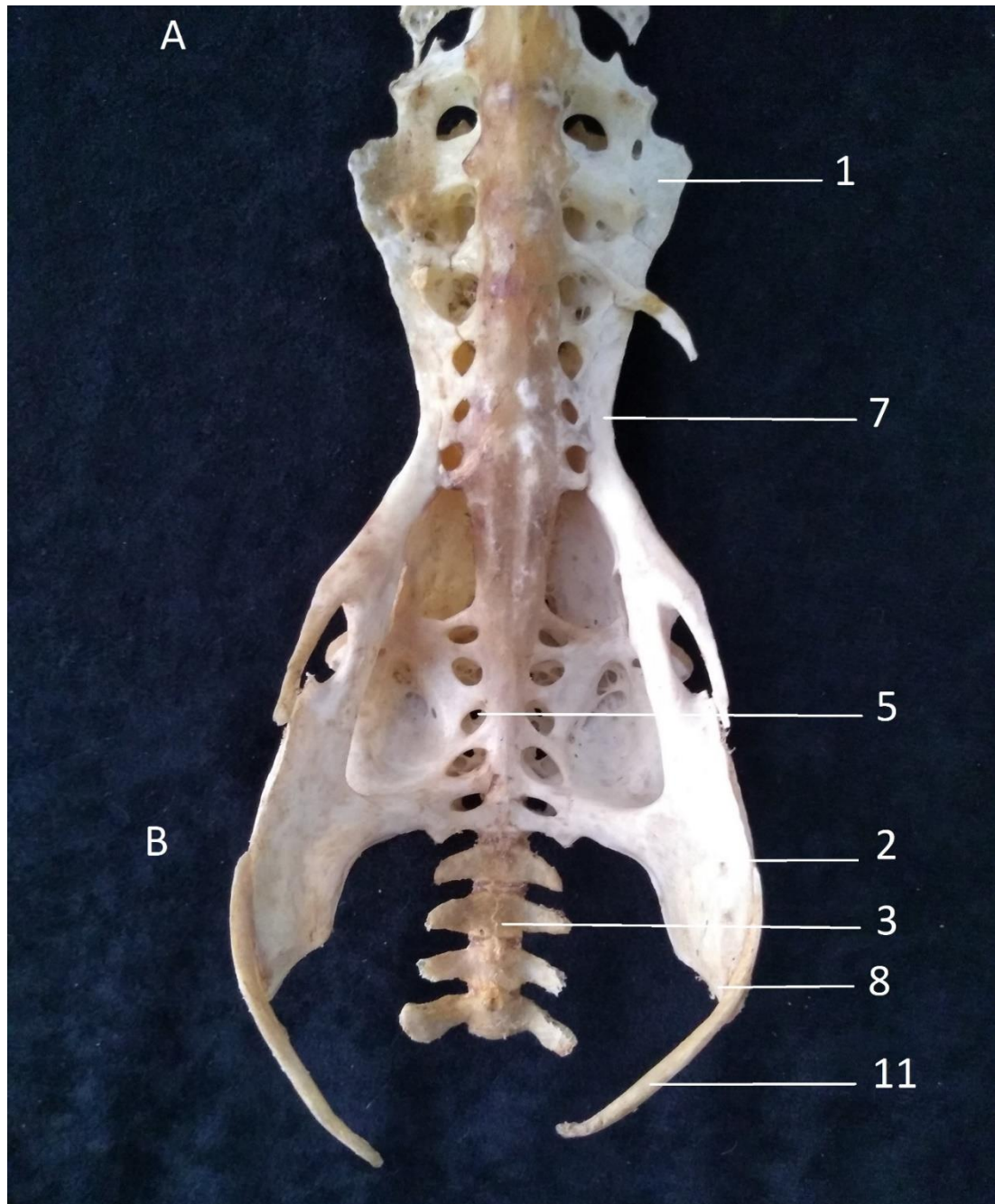


Figure 90: Vue ventrale de synsacrum de vautour fauve (réalisation personnelle)

Légende : 1- aile préacétabulaire de l'ilium; 2- aile postacétabulaire de l'ilium; 3- Vertèbre caudale libre; 4- antitrochanter; 5- foramen interdiaphysaire; 6- crête médiale; 7- aile périacétabulaire de l'ilium; 8- apex du pubis; 9- vertèbre thoracique; 10- vertèbre caudale; 11- os coxal droit

Sur ce squelette de vautour fauve, le synsacrum est assez allongé, en forme de sablier. Les ailes préacétabulaires de l'ilium sont moins développées que les ailes post-acétabulaires. La crête médiale se divise en deux médialement. Les deux crêtes ainsi formées restent côte à côte le long de l'aile périacétabulaire de l'ilium, avant de diverger. Les ailes post-acétabulaires de l'ilium sont assez fines et allongées.



d- Le condor des Andes, représentant de Catharidés (Accipitriformes)

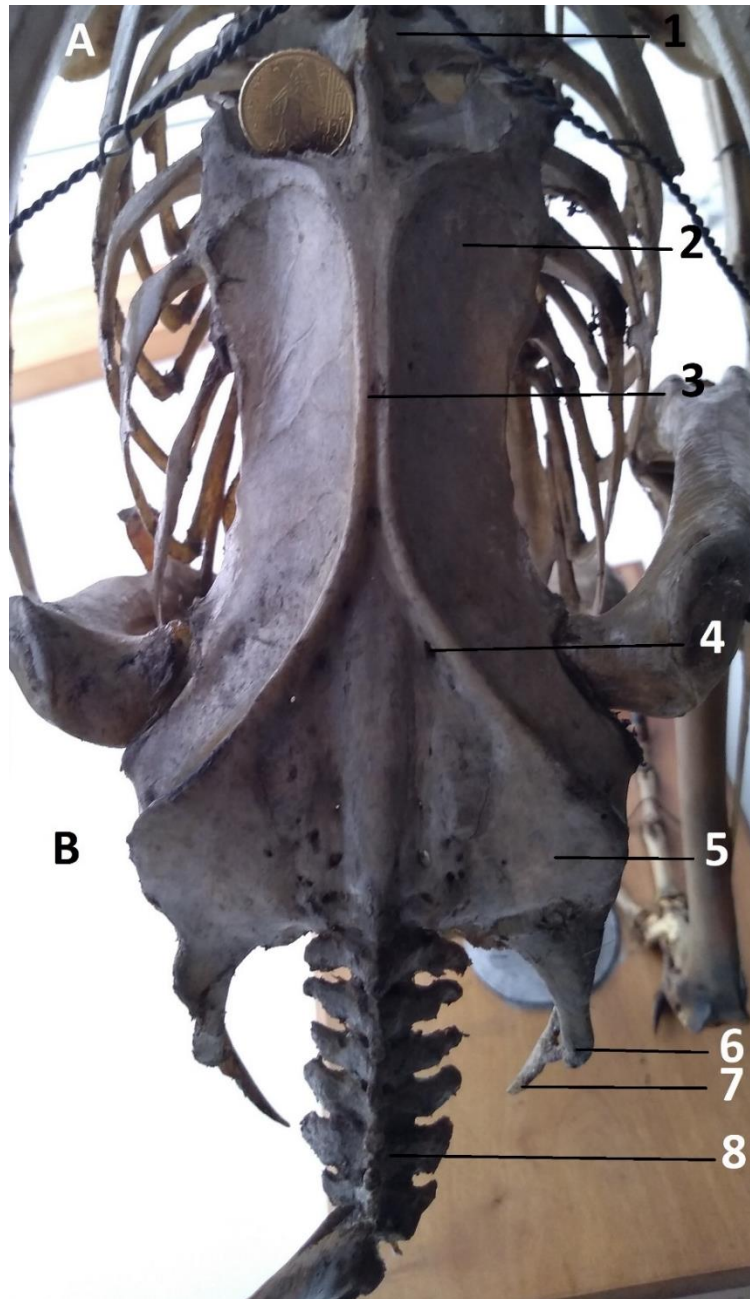


Figure 91: Vue dorsale de synsacrum de condor des Andes (réalisation personnelle)

Légende : 1- Vertèbre thoracique, 2- Aile préacétabulaire de l'ilium, 3- Crête médiale, 4- Foramen interdiaphysaire, 5- Aile postacétabulaire de l'ilium, 6- Apex du pubis, 7- Os coxal droit, 8- vertèbre caudale libre

Nous avons pu observer, sur cet individu, un synsacrum assez semblable dans la forme à celui du vautour fauve précédemment étudié : des ailes pré-acétabulaires discrètes, une crête médiale sciindées en deux parties qui ne s'éloignent qu'en regard des ailes post-acétabulaires de l'ilium, ces dernières assez fines et allongées ventralement.

e- Le balbuzard pêcheur, représentant des Pandionidés (Accipitriformes)

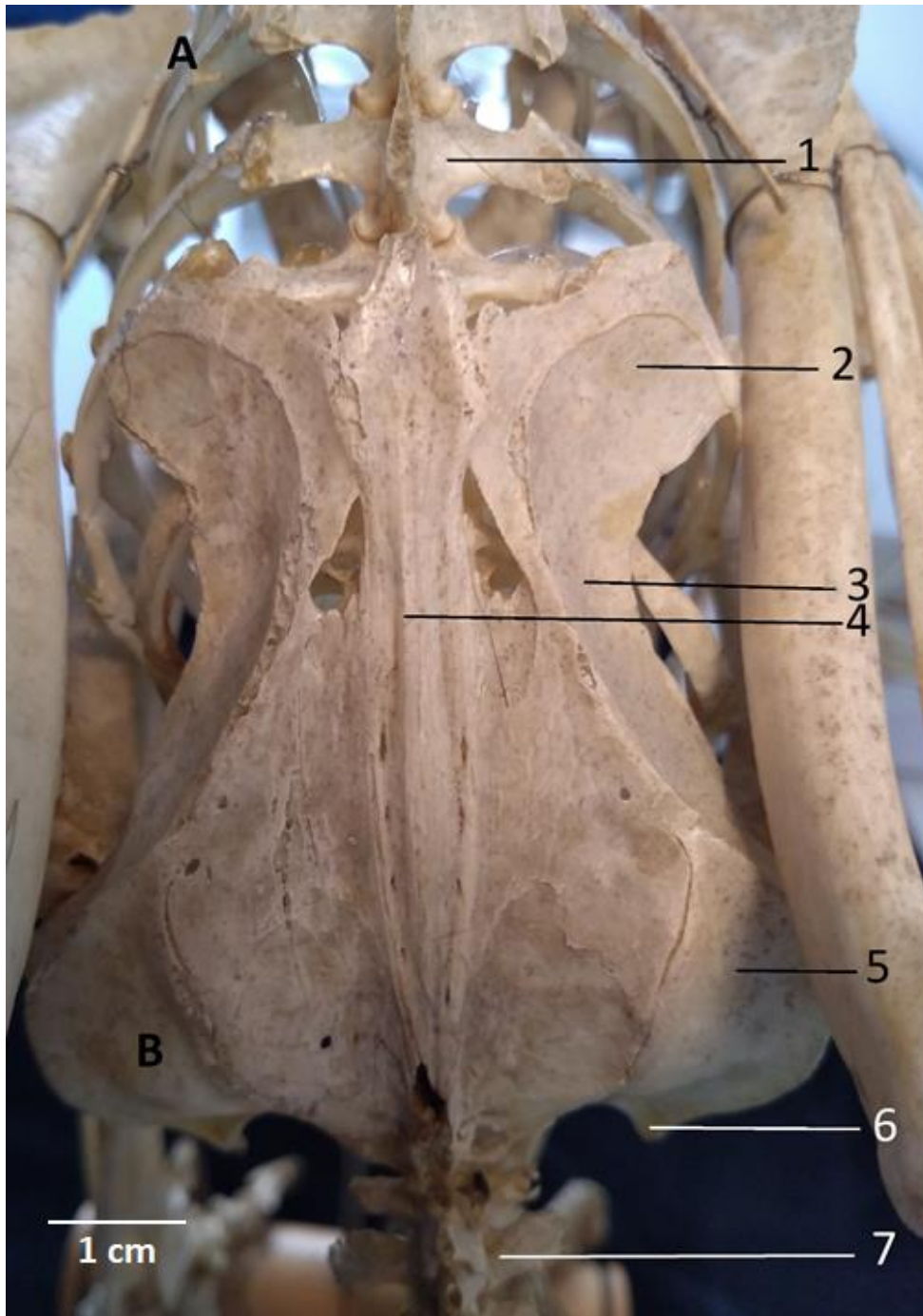


Figure 92: Vue dorsale de synsacrum de balbuzard pêcheur (réalisation personnelle)

Légende : 1- Vertèbre thoracique, 2- Aile précétabulaire de l'ilium, 3- Aile périacétabulaire de l'ilium, 4- Crête médiale, 5- Aile postacétabulaire de l'ilium, 6- Apex du pubis, 7- Vertèbre caudale libre, A- Extrémité crâniale, B- Extrémité caudale

Le synsacrum du balbuzard pêcheur étudié au Musée des Confluences présente un synsacrum large, en forme de sablier. Les ailes pré et post acétabulaires sont développées mais assez courtes. La crête médiale est entourée par deux autres crêtes tout le long du synsacrum.

f- Complément sur la buse variable, représentant des Accipitridés (Accipitriformes)



Figure 93: vue ventrale de syncsacrum et vertèbres caudales libres de busard commun (réalisation personnelle)

Légende : 1-aile préacétabulaire de l'ilium ; 2- aile postacétabulaire de l'ilium, 3-première vertèbre caudale soudée au syncsacrum; 4-antitrochanter; 5- foramen interdiaphysaire; 6- crête médiale ;7-aile périacétabulaire de l'ilium,8-apex du pubis ;9-vertèbre thoracique soudée au syncsacrum

Les pièces de squelette de buse variable dont nous avons disposé à la réserve du Muséum d'Histoire Naturelle d'Aix-en-Provence montrent un *syncsacrum* présentant des ailes pré-acétabulaires discrètes et courtes, des ailes péri-acétabulaires étroites et des ailes post-acétabulaires de l'ilium allongées et larges.

g- Comparaison des *syncsacrum* des spécimens observés

Nous pouvons remarquer des différences de taille mais également de forme des *syncsacrum* chez les différents individus observés, dues aux particularités des ailes de l'ilium, principalement. On note aussi quelques différences dans la disposition de la/des crête(s) médiales.

#### 4- Les vertèbres caudales libres et le pygostyle

a- Le hibou grand-duc, représentant des Strigidés (Strigiformes)



Figure 94: vue latérale gauche des vertèbres caudales libres assemblées de hibou grand-duc (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus épineux ; 2- Processus transverse ; 3- Processus articulaire ; 4- Pygostyle ; A- Première vertèbre caudale libre ; B- Huitième vertèbre caudale libre

Le hibou grand-duc, d'après nos observations, compte huit vertèbres caudales et un pygostyle. Les processus articulaires et épineux tendent à disparaître caudalement. Les processus transverses s'étalent puis leur taille diminue à nouveau sur les deux dernières vertèbres caudales libres. Les processus ventraux sont de taille assez importante tout au long de la colonne caudale. Le pygostyle n'est pas très long, il est aplati aux extrémités, en forme de croissant. Il présente latéralement de petits processus pouvant faire penser à des vestiges de processus transverses.

b- Le faucon pèlerin, représentant des falconidés (falconiformes)

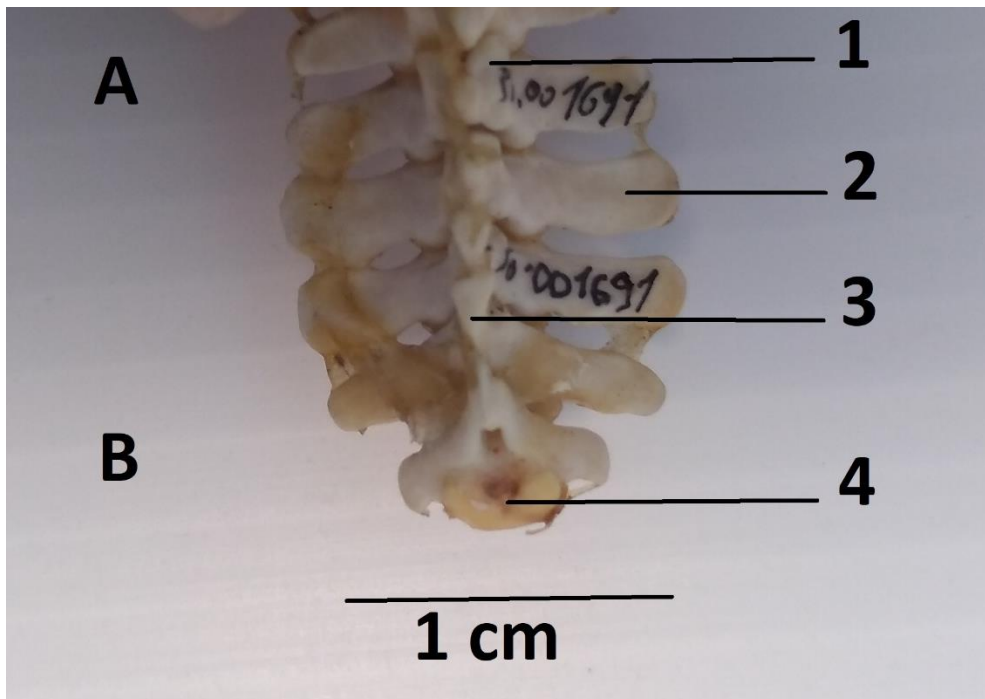


Figure 95: Vue dorsale de vertèbres caudales libres assemblées de faucon pèlerin (réalisation personnelle)

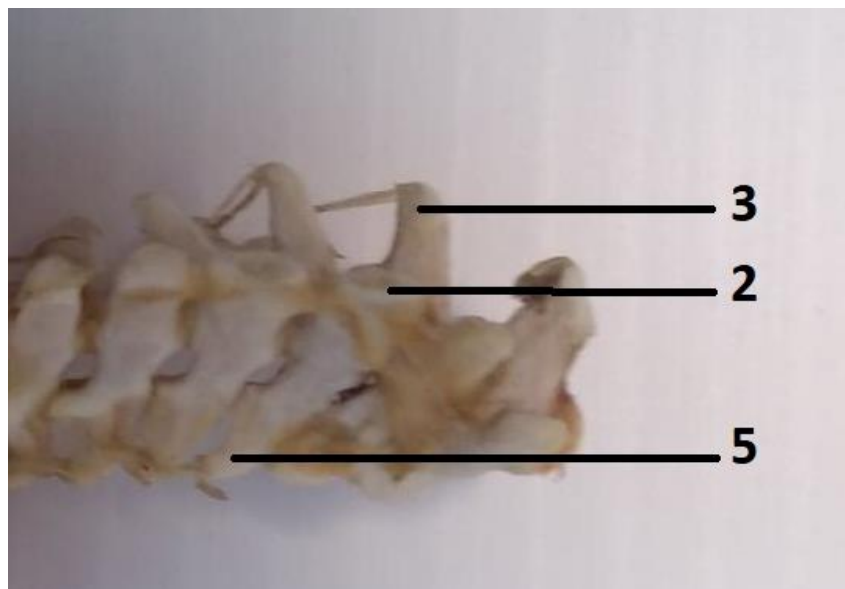


Figure 96: Vue latérale gauche de vertèbres caudales de faucon pèlerin assemblées (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus articulaire, 2- Processus transverse, 3- Processus épineux, 4- Zone de liaison du pygostyle, 5- processus ventral



*Figure 97: Vue caudale (à gauche) et latéral droite (à droite) de pygostyle de faucon pèlerin (réalisation personnelle)*

Sur le squelette de faucon pèlerin étudié, les vertèbres caudales sont au nombre de 7, sans compter le pygostyle. Les processus ventraux et les processus transverses s'allongent et s'élargissent jusqu'à atteindre une taille maximale au niveau de la 4<sup>ème</sup> vertèbre caudale, puis ils tendent à disparaître caudalement. Les processus épineux, au contraire, sont de plus en plus grands quand on s'approche du pygostyle. Ce dernier est très peu développé ventralement, mais très long et volumineux, dorsalement, aplati, en forme de gouvernail.

c- Le vautour fauve, représentant des Sagitariidés (Accipitriformes)

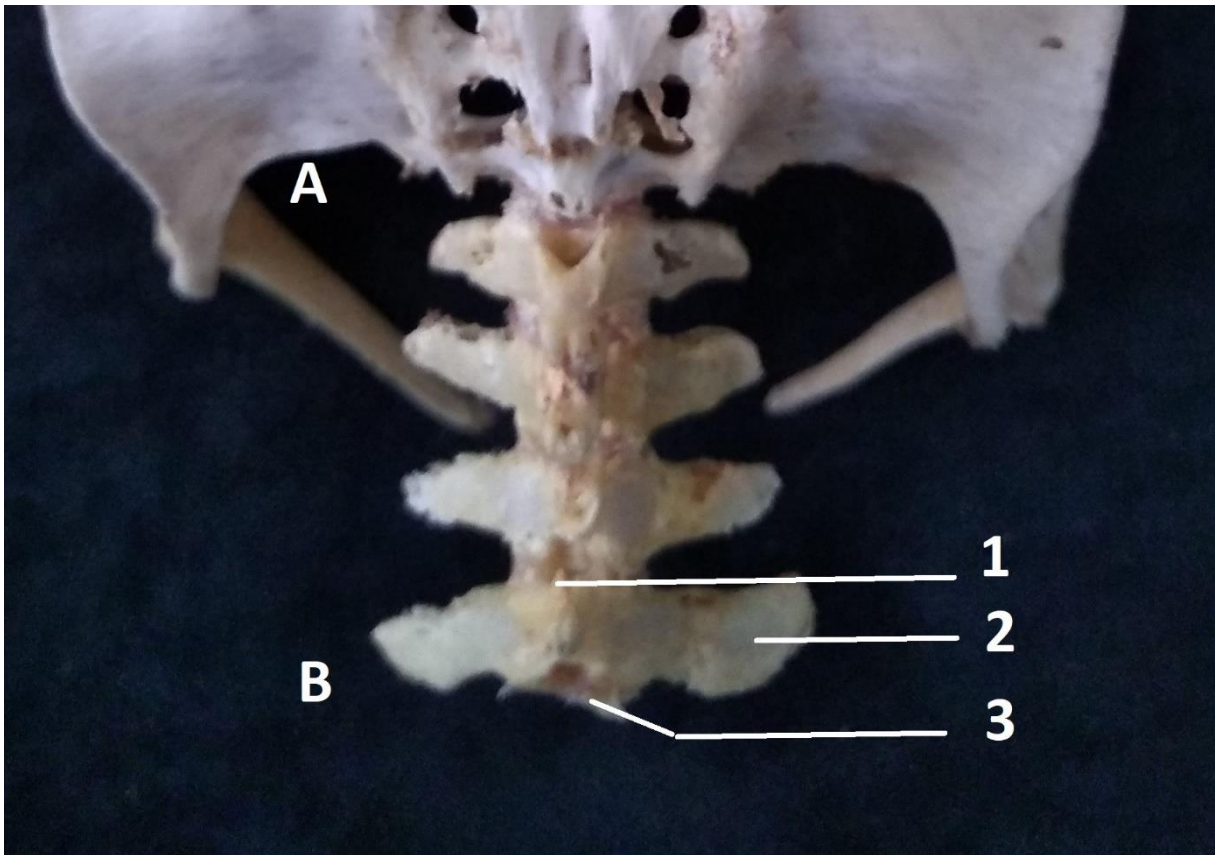


Figure 98: Vue dorsale d'une partie des vertèbres caudales assemblées de vautour fauve (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus épineux, 2-Processus transverse, 3- Zone d'insertion du pygostyle (manquant), A- Extrémité crâniale, B- Extrémité caudale

Nous n'avons malheureusement pas pu observer le pygostyle du vautour fauve, le squelette étant incomplet.

Cependant, nous pouvons dire que les processus transverses et épineux s'allongent caudalement, au moins jusqu'à la cinquième vertèbre caudale. Nous n'avons pas pu déterminer avec précision le nombre de vertèbres caudales que présentait cet individu.

d- Le condor des Andes, représentant des Catharidés (Accipitriformes)

Le condor des Andes, d'après ce que nous avons pu observer, compte 6 vertèbres caudales libres en plus du pygostyle.

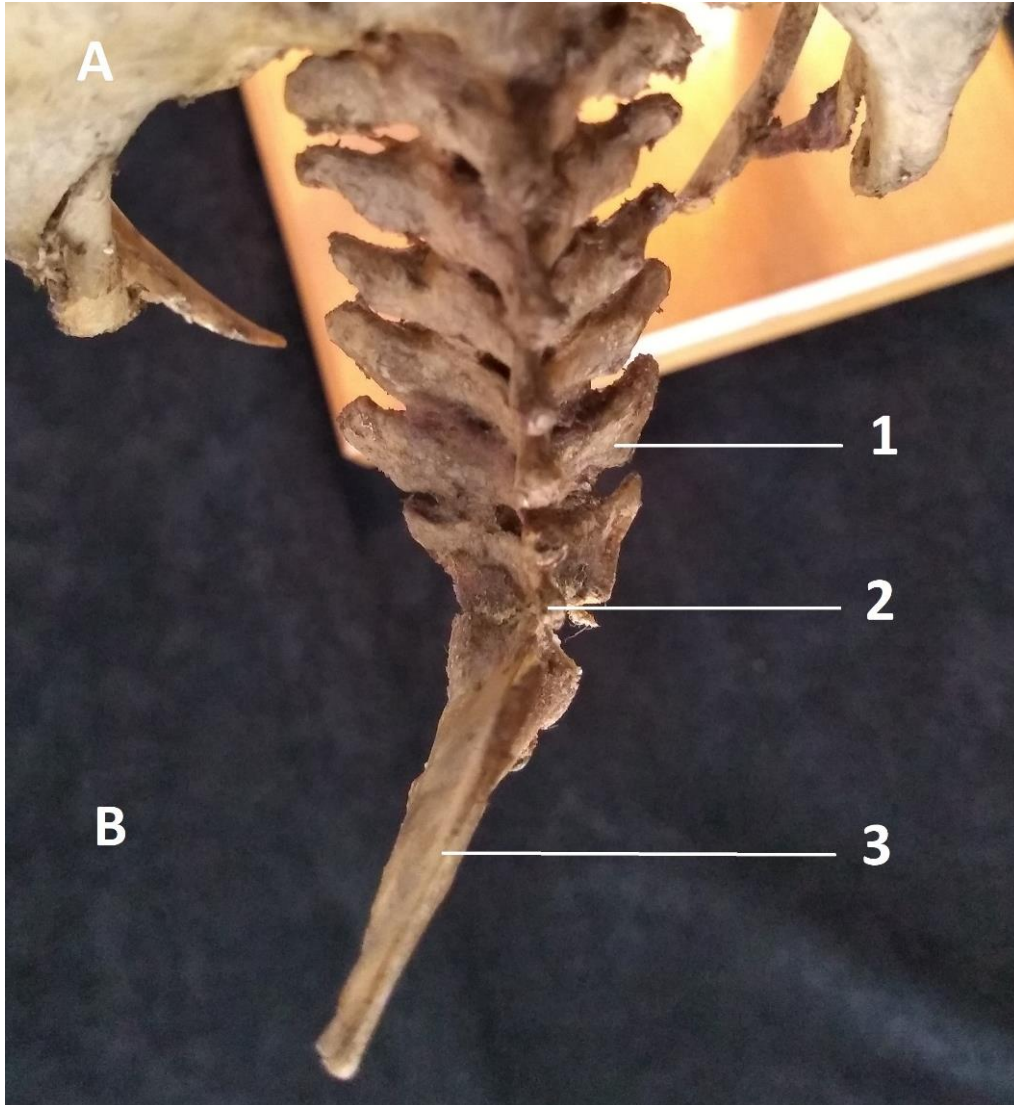


Figure 99: Vue dorsale des vertèbres caudales libres de condor des Andes (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus transverse, 2- Processus épineux, 3- Pygostyle, A- Extrémité crâniale, B- Extrémité caudale





Figure 100: Vue latérale gauche de vertèbres caudales de condor des Andes (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus articulaire, 2- Pygostyle, 3- Processus épineux, 4- Processus transverse

Chez le condor des Andes que nous avons pu observer, les vertèbres caudales étaient au nombre six, sans compter le pygostyle. Les processus épineux diminuent de taille caudalement, ainsi que les processus épineux, qui s'affinent en s'approchant du pygostyle. Les processus ventraux, au contraire, croissent caudalement. Les processus épineux sont orientés ventralement. Le pygostyle, en forme de gouvernail, est très développé dorsalement, large, long et aplati.

e- Le balbuzard pêcheur, représentant des Pandionidés (Accipitriformes)

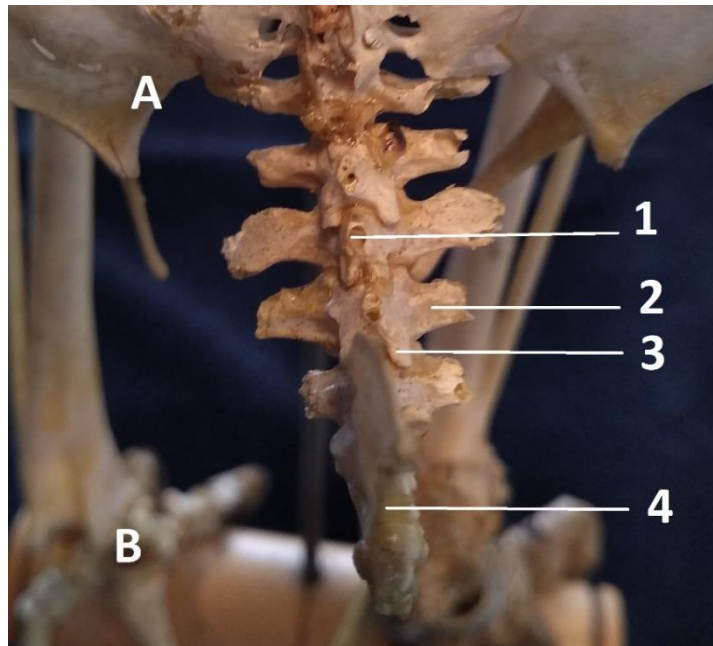


Figure 101: Vue dorsale des vertèbres caudales libres de balbuzard pêcheur (réalisation personnelle)

Légende : 1- Processus épineux, 2- Processus transverse, 3- Processus articulaire, 4- Pygostyle, A- Extrémité crâniale, B- Extrémité caudale



Figure 102: Vue latérale gauche de vertèbres caudales libres assemblées de balbuzard pêcheur (réalisation personnelle)

Légende : 1- Pygostyle, 2- Processus articulaire, 3- Processus épineux (abimé), 4- Processus transverse (abimé), 5- Processus transverse (entier)

Le balbuzard pêcheur observé compte cinq vertèbres caudales sans compter le pygostyle. Aucune observation précise n'a pu être réalisée sur cet individu, du fait de son mauvais état de conservation.

On peut cependant penser que la taille des processus transverse augmente puis diminue à nouveau de la première vertèbre caudale à la dernière.

## B- Incidence et étiologie des traumatismes vertébraux chez les rapaces

Les espèces de rapaces reçues au centre de soins étaient : aigle royal, aigle botté, balbuzard pêcheur, chouette hulotte, chevêchette d'Athéna, effraie des clochers, faucon crécerelle, faucon pèlerin, faucon hobereau, hibou grand-duc, hibou des marais, hibou moyen-duc, petit duc scops, vautour fauve, vautour moine et vautour percnoptère.

13,2% de rapaces (526 rapaces sur 3978 animaux) ont été amenés au centre de soin. Parmi ceux-ci, 139 ont subi un traumatisme observé par la personne les ayant trouvés (85 chocs véhicule, 19 chocs objet fixe, 13 électrocutions, 10 tirs et 12 prédatations). Les autres causes d'entrée étant « ramassage jeune », « inanition », « piégeage » ou « auto-piégeage » ; nous ne les avons pas intégrées dans les causes de traumatismes. De nombreux rapaces (233) étaient amenés au centre pour « cause indéterminée ». Deux rapaces sont arrivés décédés. Le graphique suivant indique la répartition des causes d'entrée pour traumatisme d'étiologie connue au centre de soin.

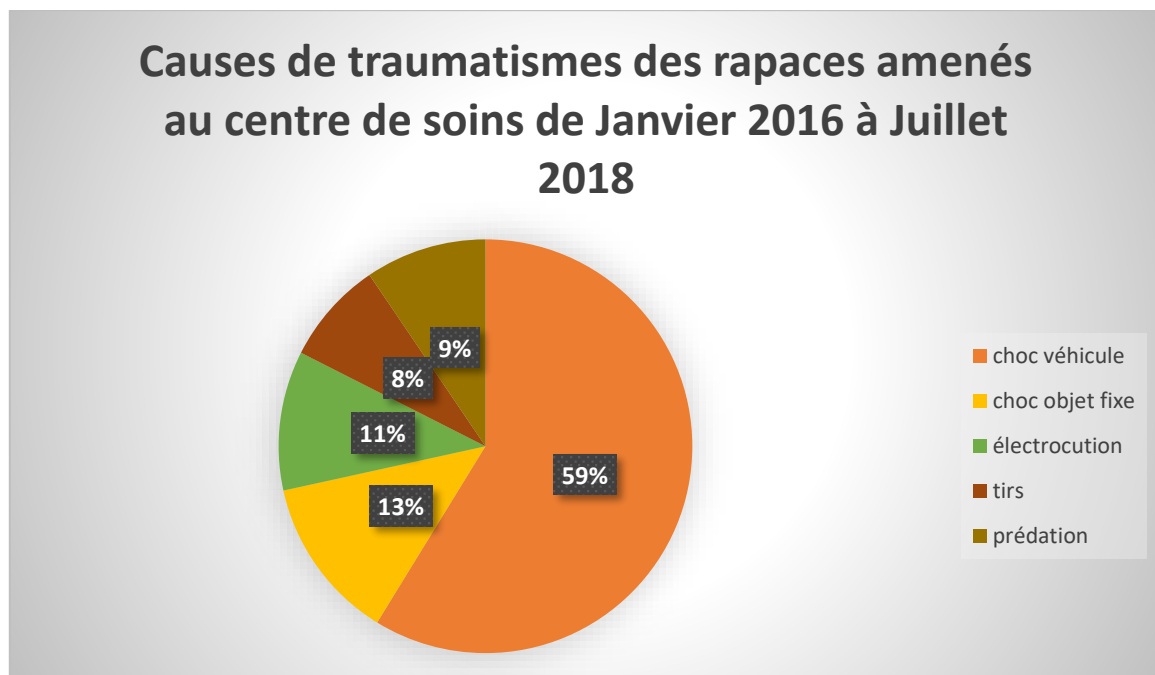
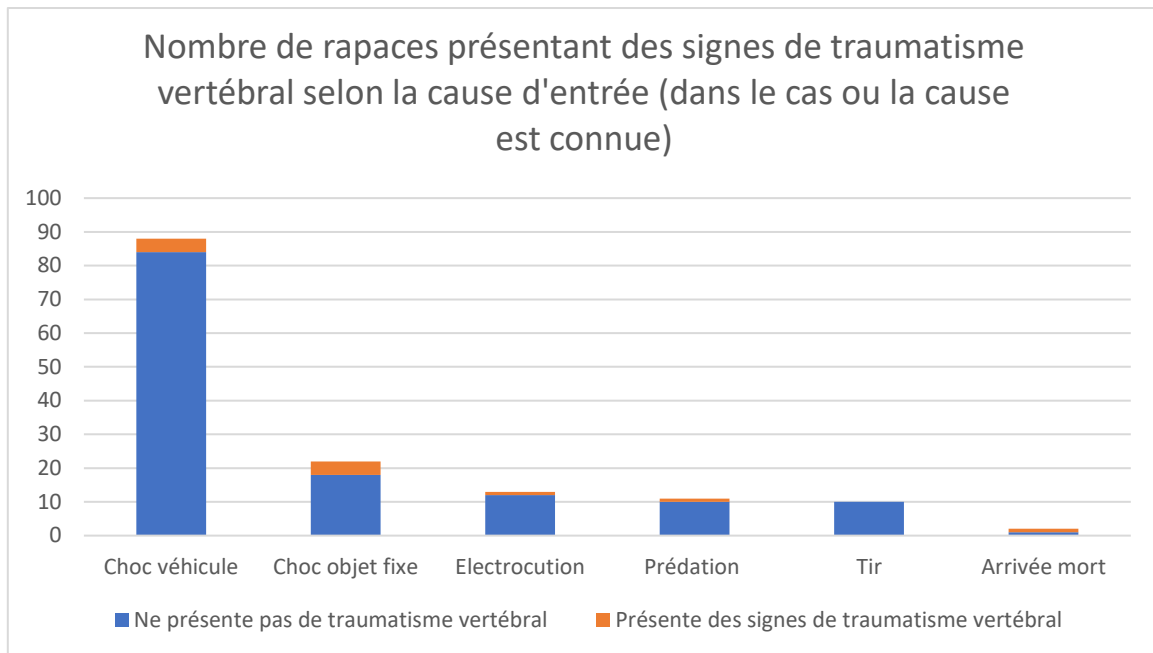


Figure 103: Graphique des causes de traumatismes des rapaces amenés au centre entre Janvier 2016 et Juillet 2018 (réalisation personnelle d'après les données du registre de faune sauvage d'École Nationale Vétérinaire de Toulouse)

26 oiseaux de proies, soit 11,2%, présentaient des symptômes neurologiques pouvant évoquer un traumatisme vertébral (soit parésie/paralysie des membres pelviens et parfois anomalie de port d'aile), dont l'un des oiseaux arrivé décédé, qui présentait à l'autopsie des lésions vertébrales (nous les présenterons plus loin). La cause d'entrée n'est connue que pour 10 d'entre eux. Dans le graphique ci-dessous, nous exposons le nombre de rapaces présentant des troubles neurologiques pouvant indiquer un traumatisme vertébral dont la cause d'entrée est connue. Nous rappelons que 13 oiseaux atteints neurologiquement avaient été amenés au centre de soins sans qu'il ait été possible de déterminer s'ils étaient ou non victimes d'un traumatisme.



*Figure 104: Graphique du nombre de rapaces présentant des signes de traumatisme vertébral selon la cause d'entrée au centre de soins de l'ENVT entre Janvier 2016 et Juillet 2018 (réalisation personnelle à partir des données du registre de faune sauvage de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)*

Les oiseaux atteints étaient tous adultes (âge approximatif déterminé à partir de l'aspect macroscopique).

13 des rapaces présentant des signes de traumatisme vertébral ont été euthanasiés, 8 sont décédés et 5 relâchés. Nous rappelons que pour être relâché, un oiseau doit être en pleine possession de ses moyens, ce qui signifie guérison complète. La durée moyenne de l'hospitalisation est de 8,3 jours (allant de 0 jour pour l'oiseau déjà décédé à 53 jours pour un animal finalement euthanasié).

Sur certains oiseaux fortement suspectés de traumatisme vertébral, des scanners et/ou des radiographies furent réalisées. Les radiographies et certaines images scanners sont présentées dans la partie suivante.

**C- Scanners, radiographies et autopsies de rapaces présentant des signes cliniques compatibles avec un traumatisme vertébral**

1- Radiographies de rapaces présentés au Centre de soins de l'ENVT

a- Le hibou des marais (*Asio flammeus*, Strigiforme, Strigidé)

Une femelle hibou des marais, jeune adulte, est amenée le 24 Janvier 2018 au centre de soins de la faune sauvage de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse suite à un choc avec un objet fixe. L'oiseau présentait une parésie des membres pelviens. Sa note d'état corporel était de 3/5, ce qui peut indiquer une apparition plutôt aiguë et récente du problème.

Une parésie des membres peut être le signe d'une lésion de la moelle épinière au niveau des membres pelviens ou en amont.

Une radiographie est prise le lendemain de son admission au centre de soins, après stabilisation.



Figure 105 : Radiographie de face d'un hibou des marais présentant des signes cliniques compatibles avec un traumatisme vertébral (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

On note, sur ce cliché, une fracture proximale de la côte la plus caudale, à gauche. Cependant, aucune anomalie de la colonne vertébrale n'est clairement visible. On observe une image assez douteuse au niveau des dernières vertèbres thoraciques, à la jonction avec le *synsacrum*.



Figure 106: Agrandissement de l'image douteuse de la radiographie du hibou des marais (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

Il pourrait s'agir ici d'une image construite. Pour le vérifier, un scanner de la colonne a été réalisé sur cet oiseau, après anesthésie générale à l'isoflurane. Aucune lésion n'a été détectée au scanner. Ne pouvant pas exposer les clichés obtenus dans leur totalité, nous en avons sélectionné quelques-uns. Ci-dessous, les images de la zone que nous suspicions atteinte.

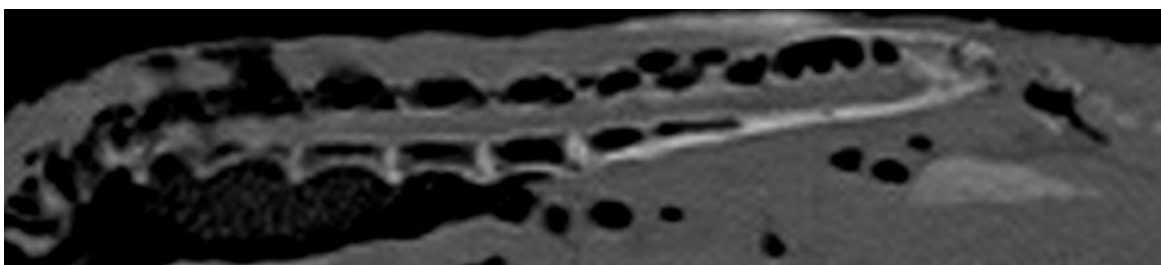


Figure 107: Coupe sagittale de rachis d'un hibou des marais présentant une parésie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

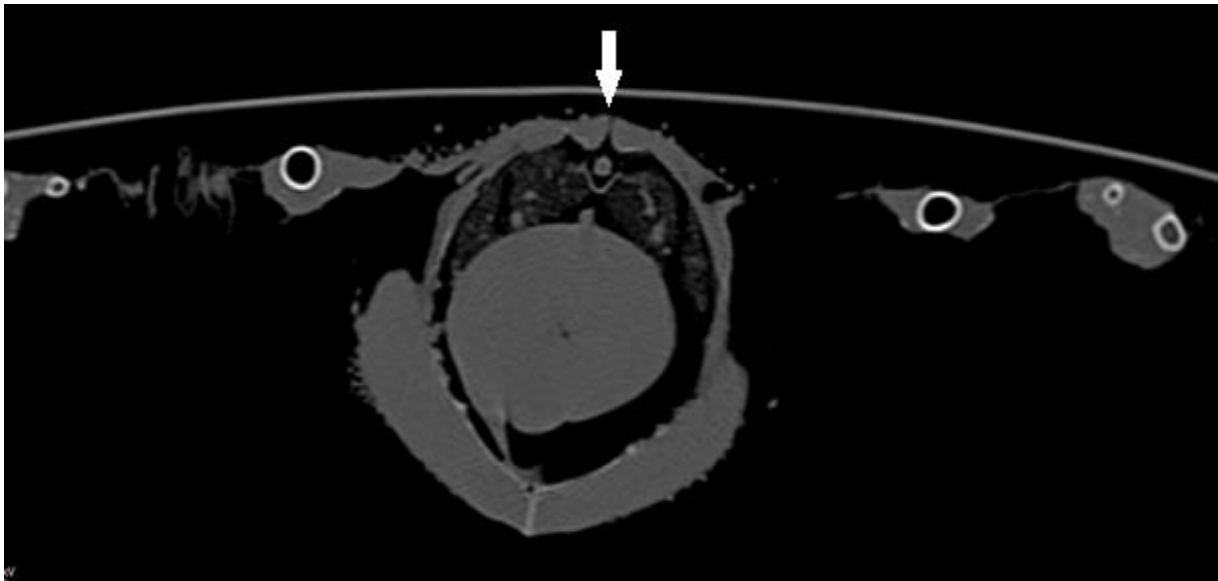


Figure 108: Image scanner d'une coupe transversale T5 de hibou des marais présentant une parésie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

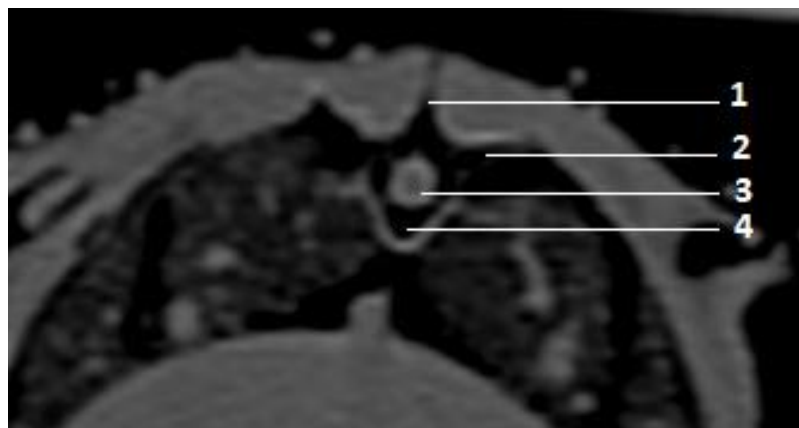


Figure 109: Agrandissement de l'image scanner en coupe transversale de la zone douteuse observée sur la radiographie (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

**Légende** : 1- Processus épineux, 2- Processus transverse, 3- Moelle épinière, 4- Corps vertébral

Les images scanner de cette zone sont parfaitement normales. La vertèbre est radio-transparente (os pneumatisé) ; la moelle épinière est bien ronde et ne présente aucun signe de compression.

L'atonie des membres pelviens de ce hibou est potentiellement liée à une compression médullaire liée à un choc, mais légère et donc ayant un bon pronostic. Il existe cependant d'autres pathologies pouvant causer de tels troubles.

L'état de l'oiseau s'améliore rapidement et il est relâché le 30/01/2018 suite au recouvrement total de la mobilité de ses membres pelviens.

b- Le faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*, Falconiforme, Falconidé)

Le faucon crécerelle que nous allons présenter est rentré au centre de soin de la faune sauvage le 13/09/2017. C'est un mâle jeune, amené suite à un présumé choc avec un objet fixe. Il présente une paralysie des membres postérieurs et une absence de motricité cloacale. Une radiographie est réalisée le jour de son admission, et un scanner le 15/09/17, suite à une non-amélioration des troubles neurologiques.

La radiographie permet d'observer une fracture de la clavicule droite (flèche blanche) ; on peut également observer, à la jonction entre le synsacrum et la dernière vertèbre thoracique, une opacification de la colonne vertébrale, pouvant faire penser à une lésion.



Figure 110: Radiographie de face d'un faucon crécerelle présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)





Figure 111: agrandissement de la lésion observée sur la radiographie de face de faucon crécerelle (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

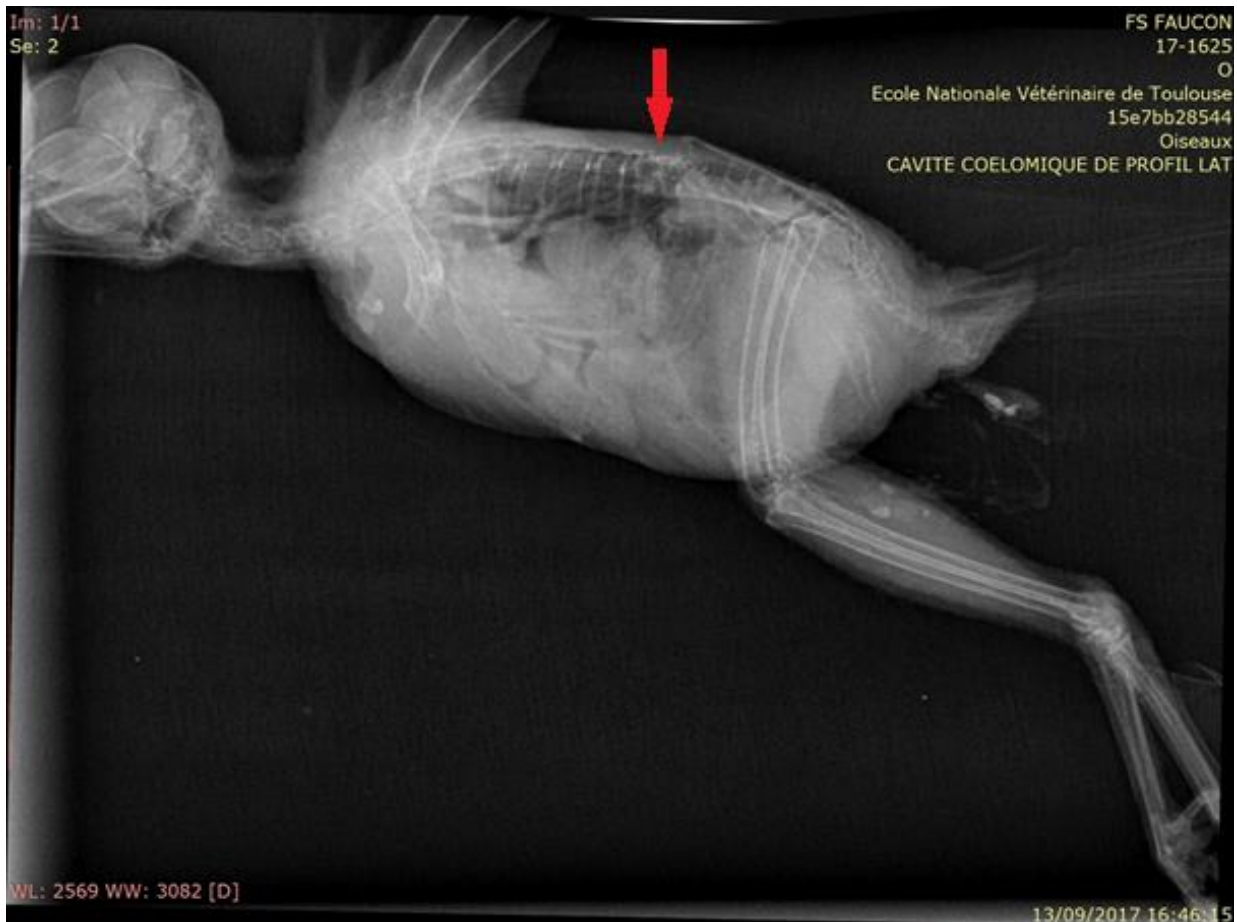


Figure 112: Radiographie de profil de faucon crécerelle présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

Un scanner du rachis fut réalisé pour observer les lésions avec plus de précision et en déterminer la nature. Les images sont présentées ci-dessous.

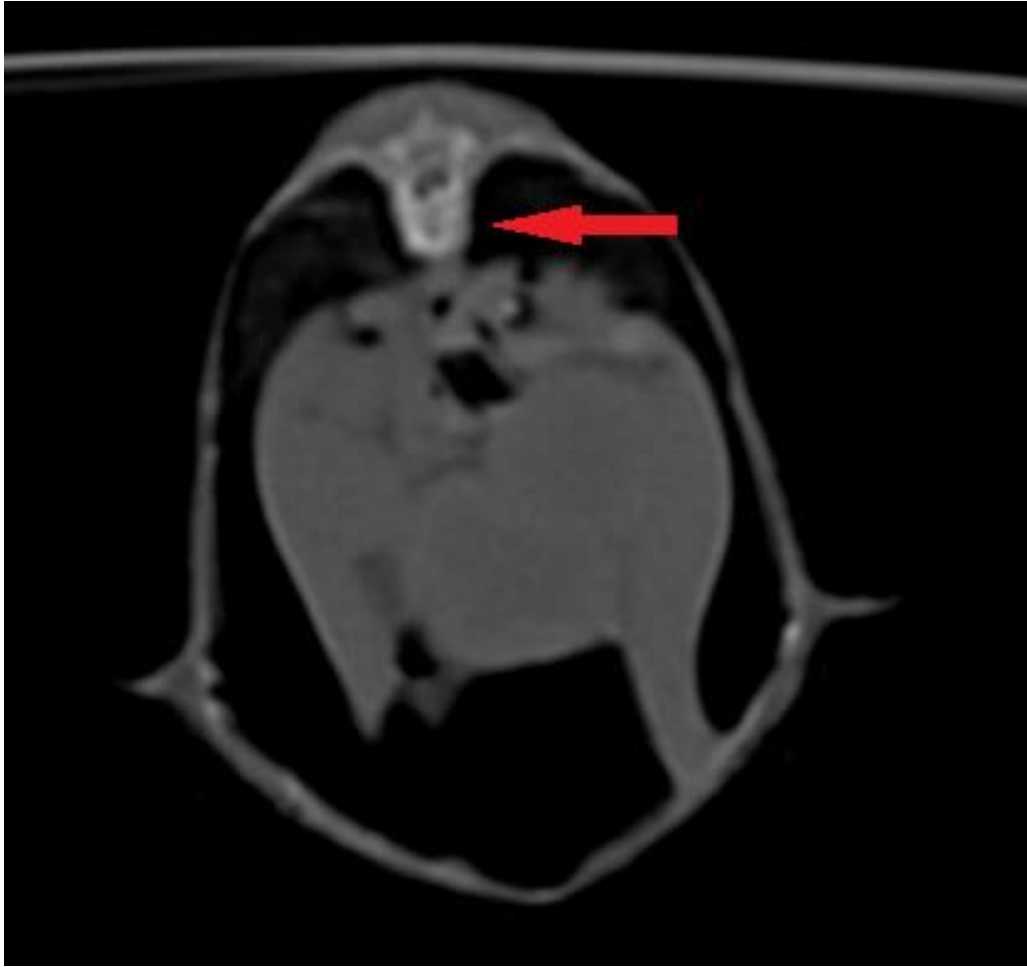


Figure 113: Coupe transversale de rachis de faucon crécerelle (entre T5 et synsacrum) présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

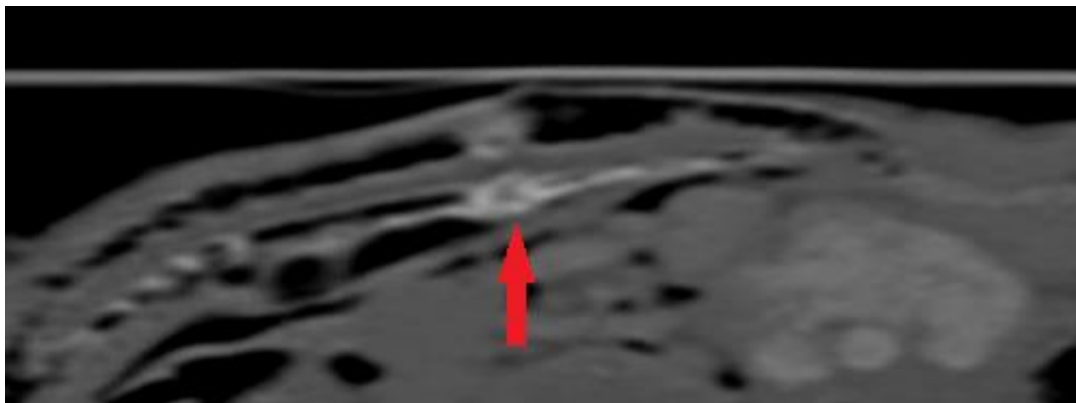


Figure 114: coupe transversale de rachis de faucon crécerelle présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

Sur les images scanners, on observe une opacification du disque intervertébral entre la dernière vertèbre thoracique et synsacrum. L'aspect de la dernière vertèbre thoracique au scanner est également anormal (l'opacité est augmentée). Au scanner, cette lésion ressemble davantage à une discospondylite, soit une inflammation du disque intervertébral. Le traumatisme vertébral n'est donc pas la première hypothèse ici. Malgré un nursing poussé, aucune amélioration n'est notée au cours de la longue durée d'hospitalisation ; l'oiseau est décédé le 19/09/17.

c- La buse variable

Une buse variable adulte de sexe indéterminé est amenée au centre de soins le 05/12/2017. Elle présentait alors une paralysie des postérieurs ainsi qu'un saignement buccal et une légère déshydratation sans autre anomalie à l'examen clinique. Sa note d'état corporel est de 2/5. Des radiographies sont réalisées le jour même après stabilisation. Elles sont présentées ci-dessous.



Figure 115: Radiographie de face d'une buse variable présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)



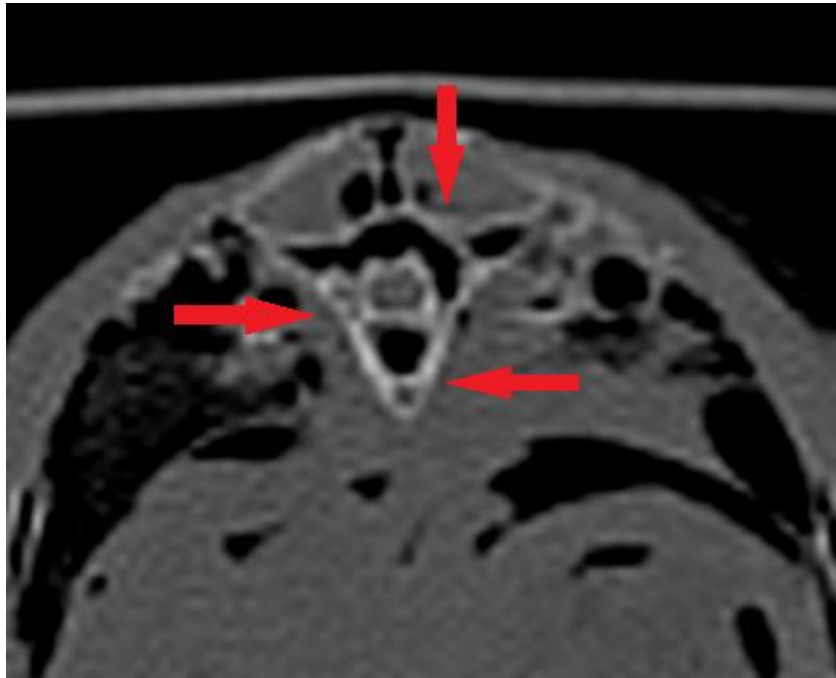
Figure 116: Radiographie de profil d'une buse variable présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

On observe, sur la vue de face, une potentielle fracture de la colonne, au niveau de la jonction entre la dernière vertèbre thoracique et le synsacrum (flèche blanche).



Figure 117: Lésion de la colonne observée sur la radiographie de face de la buse variable (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

Pour confirmer la présence de cette lésion, un scanner fut réalisé. Les images de la lésion figurent ci-dessous.



*Figure 118: Coupe transversale de rachis de buse variable (dernière vertèbre thoracique) présentant une parésie des postérieurs (réalisation personnelle)*



*Figure 119: Coupe transversale de rachis (quatrième vertèbre thoracique) de buse variable présentant une parésie des membres pelviens (réalisation personnelle)*

Sur les images scanners, on observe des fractures multiples des vertèbres, au niveau du corps vertébral du processus transverse gauche. Les symptômes neurologiques sont donc très probablement dus à cette lésion, pouvant entraîner une compression de la moelle épinière (dont la forme est plus aplatie sur la figure 119).

La buse variable est euthanasiée le 14/12/17 faute d'amélioration et du sombre pronostic.

d- La chouette chevêchette d'Athéna

Sur cet oiseau, aucune radiographie n'a été réalisée, le but étant de tester la sensibilité du scanner pour la détection des traumatismes vertébraux. Cet oiseau, adulte de sexe indéterminé, a été amené le 18/10/2017 et présentait une paralysie des membres pelviens. La cause d'entrée n'est pas connue. La NEC de l'oiseau était de 3/5.



Figure 120: Coupe longitudinale dorsale de rachis (vertèbres thoraciques en haut et synsacrum en bas) de chouette effraie présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

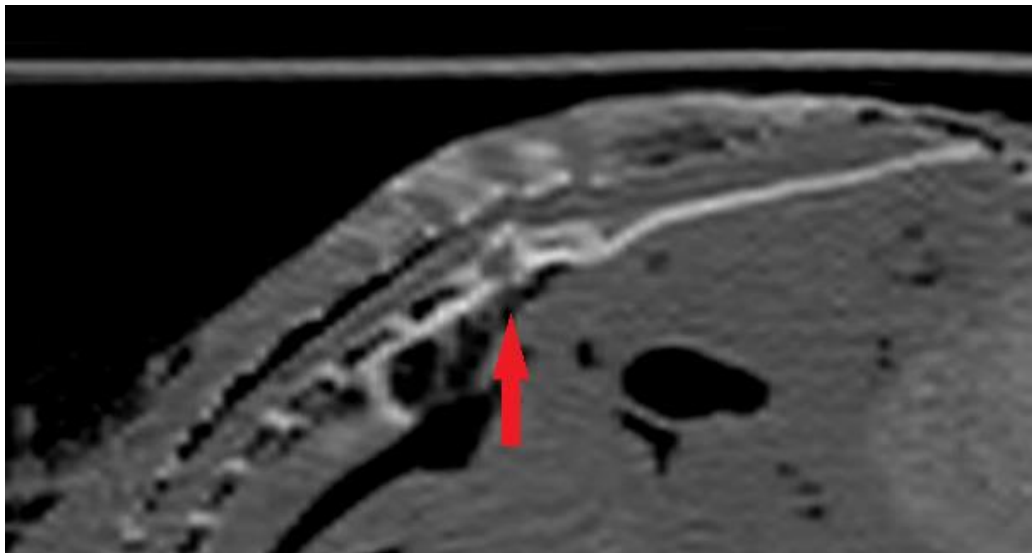


Figure 121: Coupe longitudinale de rachis (vertèbres thoraciques à gauche, synsacrum à droite) de chevêchette d'Athéna présentant une paralysie des membres pelviens (réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

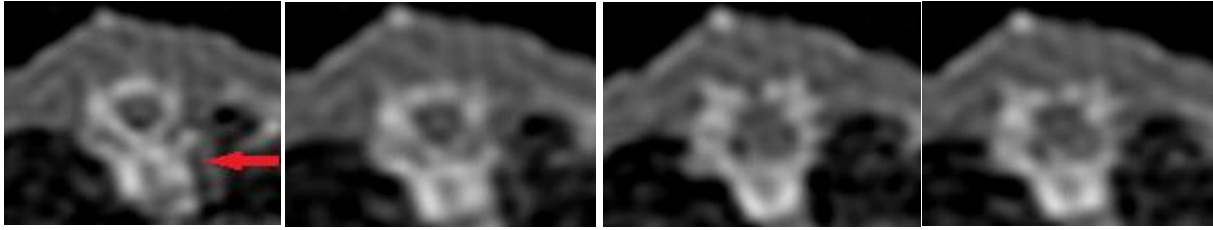


Figure 122: Coupes transversales de rachis (dernière vertèbre thoracique et extrémité crâniale du *synsacrum*) de chevêchette d'Athéna présentant une paralysie des membres pelviens (coupe tous les 4 mm, réalisation personnelle, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

Différentes coupes ont été réalisées pour appréhender la colonne vertébrale dans sa globalité et sous tous ces aspects. On observe, sur les images scanner (flèches rouges, coupe sagittale et longitudinale), une luxation entre la dernière vertèbre thoracique et le *synsacrum* ainsi qu'une fracture du corps de la dernière vertèbre thoracique. La chouette étant de très petite taille, la résolution des images en coupe transversale est assez mauvaise et ne permet pas de distinguer avec précision les lésions. On peut deviner, sur le corps de la dernière vertèbre thoracique, le trait de fracture ; il est cependant difficile d'observer la luxation.

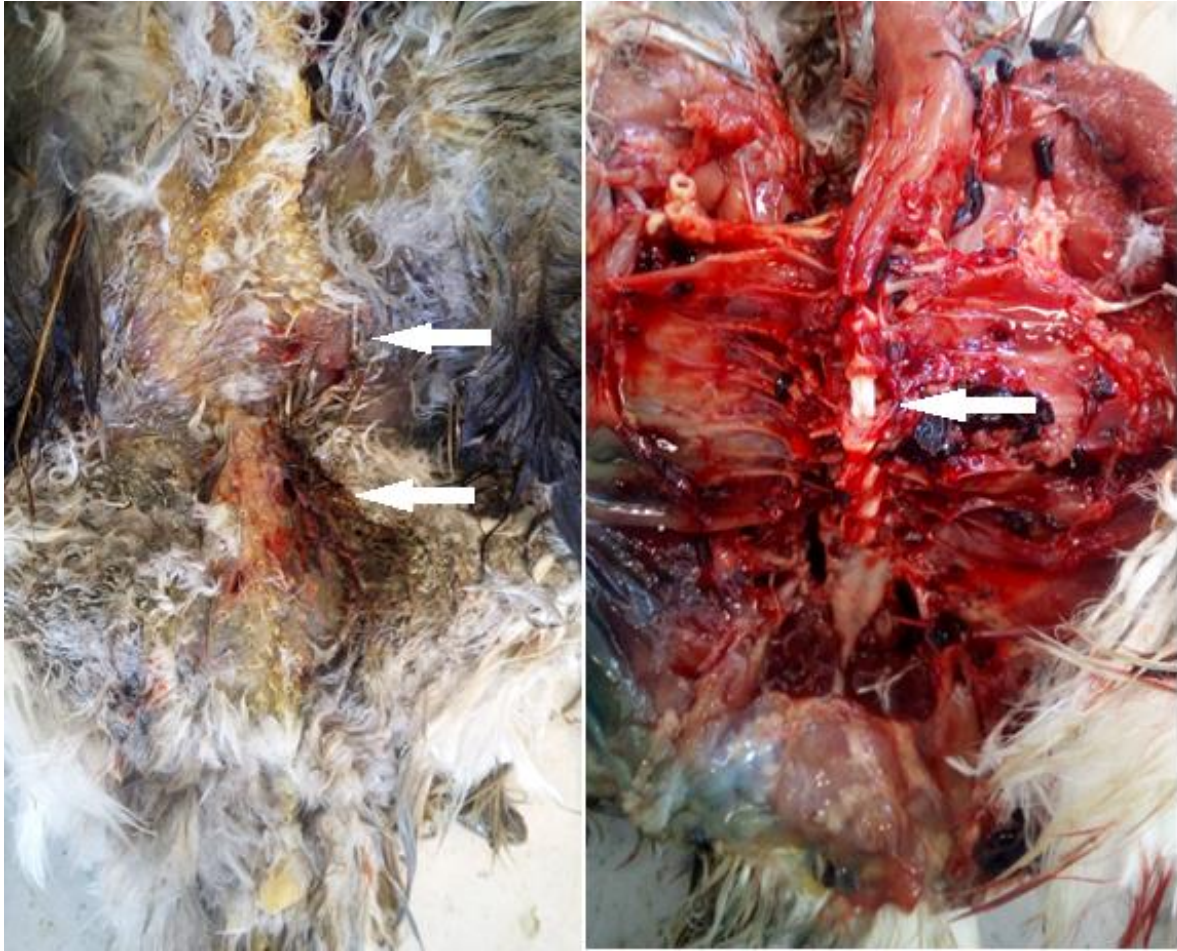
L'oiseau est décédé le 23/10/2017 sans amélioration des symptômes nerveux.

## 2- Autopsie d'un élanion blanc

Le 29 septembre 2017, un élanion blanc (*Elanus caeruleus*, Accipitriforme, Accipitridé) adulte est amené mort au centre de soins de la faune sauvage de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. La cause de la mort restait indéterminée, bien que la personne l'ayant découvert l'ait trouvé au pied d'un pylone électrique.

L'autopsie fut réalisée par mes soins le jour même de son arrivée. Le compte-rendu est disponible en annexe.

Des hématomes ont été observés sur la peau, sur le dos, en regard de la jonction entre les vertèbres thoraciques et le *synsacrum*. A l'ouverture de la cavité coelomique, on observe de nombreux hématomes, plus particulièrement au niveau des poumons (trachée emplie de liquide séro-hémorragique, certains lobes écrasés...) et la vésicule biliaire éclatée. A l'observation de la colonne vertébrale, on note deux fractures de deux corps vertébraux. La plus crâniale (3<sup>ème</sup> vertèbre thoracique) est ouverte (moelle épinière apparente, sans lésion visible macroscopiquement). La colonne crâniale à la fracture est déplacée médialement. La seconde fracture concerne la cinquième vertèbre thoracique, elle est comminutive et non ouverte sur la moelle épinière. La cause de la mort est probablement un traumatisme violent, sans doute responsable des lésions vertébrales et pulmonaires. Il n'est cependant pas possible de déterminer avec précision quelles blessures ont été à l'origine de la mort de l'animal, ni le type de traumatisme.



*Figure 123: Hématomes du dos de l'élanion blanc (à gauche) et fractures vertébrales (à droite) observés lors de son autopsie (réalisation personnelle)*



### III- Discussion

#### A- Anatomie du squelette axial des rapaces

##### 1- Comparaison du squelette axial des différentes familles de rapaces

De nombreuses différences ont pu être notées entre les rapaces observés : des différences de nombres de vertèbres dans chaque segment ; des différences de tailles sont également évidentes.

On note, de plus, des différences de formes des vertèbres entre les rapaces étudiés, du fait de développement inégaux des processus articulaires. Cependant, ces dernières sont minimales et on observe globalement une unité de forme entre les vertèbres des rapaces observés, même dans des ordres distincts. Les *synsacrum* et les *pygostyles*, même présentant quelques différences de formes, ont la même structure.



Figure 124: vue dorsale de vertèbre cervicale de vautour fauve, ordre des accipitriformes (à droite) et de vertèbres cervicales de faucon pèlerin, ordre des falconiformes (à gauche) (réalisation personnelle)

Les différences les plus évidentes se trouvaient dans l'assemblage des vertèbres thoraciques. En effet, dans les rapaces étudiées, le faucon pèlerin était le seul à présenter une soudure totale des premières vertèbres thoraciques. Le nom de cet os est le *notarium*. Chez les 4 oiseaux observés appartenant à l'ordre des Accipitriformes, on note la présence d'un tissu cartilagineux reliant les processus épineux des vertèbres thoraciques.

Cependant, nous n'avons observé qu'une espèce par famille, et trois individus maximum pour une espèce. Nous n'avons donc que peu d'idée sur la variabilité individuelle du squelette axial au sein d'une même espèce et encore moins sur les caractères communs à chaque famille. Il aurait fallu prendre le temps d'observer un nombre conséquent de rapaces d'une même famille pour pouvoir dégager les caractéristiques du squelette axial de celle-ci.

De plus, il manquait des vertèbres à certains spécimens observés et d'autres étaient usés par le temps.

Cette étude nous a permis de constater une certaine similitude dans l'organisation des vertèbres des rapaces et des oiseaux en général et d'observer la structure du *notarium*, principale différence du squelette axial, opposant clairement les falconiformes aux Accipitriformes et Strigiformes.

## 2- Biomécanique de la colonne des rapaces

A la lumière des observations précédentes et en nous appuyant sur un article de médecine humaine, nous avons tenté d'émettre des hypothèses sur la biomécanique de la colonne des rapaces.

### a- Flexibilité et rigidité des différentes zones de la colonne, impact sur le vol

Le cou semble être la partie la plus flexible de la colonne d'un rapace. La mobilité et l'importante musculature du cou de l'oiseau sont plus impliquées dans la prise de nourriture et la chasse que le vol en lui-même (Harrison, 2006).

Le reste du rachis du rapace (thoraciques, lombaires, caudales) est, quant à lui, plus impliqué dans le vol, de par sa solidité. Nous pouvons constater quelques similitudes entre les rapaces et les carnivores domestiques (structure des vertèbres, transitions entre rachis mobile et rigide, ligaments...). Les différences résultent globalement dans la structure et la légèreté des vertèbres, dans la rigidité importante du rachis des rapaces (*notarium* ou soudure cartilagineuse des vertèbres thoraciques, *synsacrum*), permettant de soutenir le vol et une musculature plus développée au niveau des vertèbres caudales, ce qui permet d'utiliser la queue et les rectrices comme gouvernail. Ces différences sont donc principalement reliées au vol. La biomécanique de la colonne des rapaces pourrait alors, au repos, ressembler à celle des carnivores domestiques.

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

On utilise aujourd'hui le modèle de l'arc et de la corde pour décrire le rachis. Le rachis est ainsi défini comme une série d'éléments rigides (les vertèbres) à viscoélastiques (les disques intervertébraux) constituant un arc à courbe variable, stabilisé par les ligaments (Seigue, 2009). Cette courbe est la conséquence de l'action sur la colonne des muscles (assimilés à des cordes).

La stabilité vertébrale est une notion importante en biomécanique vertébrale. Il s'agit de la qualité avec laquelle les vertèbres peuvent maintenir leur cohésion dans toutes les positions physiologiques du corps (au repos ou en mouvement). Elle est assurée par les ligaments et le disque intervertébral, mais également par l'action des muscles, du poids du segment sous-jacent, et en région thoracique et lombaire des forces issues de la pression intracavitaire (Perrin, 2009). En clinique, la notion de stabilité vertébrale disparaît lorsque les déplacements dépassent les limites physiologiques des mouvements et qu'apparaît une affection nerveuse.

Chez le rapace, les mouvements des vertèbres cervicales sont les plus variés et fréquents (repérage des proies, préhension de nourriture...). On peut également noter l'existence d'une palette de mouvements des vertèbres caudales lors des changements de direction au cours du vol, d'une grande précision. On note, au niveau de ces deux zones de la colonne vertébrale, des mouvements de flexion, d'extension, d'inclinaison latérale et de rotation (O'Malley, 2005). Ces deux zones sont d'ailleurs les plus musclées du tronc.

Le reste de la colonne est assez rigide et les mouvements sont limités, réduits le plus souvent à la seule zone de jonction entre les thoraciques et les lombaires. Cette forte solidarisation permet une excellente stabilité vertébrale au repos et en mouvement mais montre pourtant, pour les thoraciques et les lombaires, un manque de souplesse et potentiellement d'amortissement lors des chocs.

COU	THORAX	LOMBES	QUEUE
Vertèbres cervicales permettant des mouvements amples, disques intervertébraux épais, forte musculature: zone très mobile et fragile	Vertèbres thoraciques portant des processus épineux/transverses limitant les mouvements, solidarisées par des disques fibro-cartilagineux ou encore soudées entre elles, liaison aux côtes, disques intervertébraux minces: zone solide et peu déformable	Vertèbres lombaires soudées et reliées au bassin: zone solide et peu déformable	Vertèbres caudales dont la structure permet une multitude de mouvements, forte musculature: zone mobile et fragile

Figure 125: schéma récapitulatif des caractéristiques biomécaniques des différentes zones de la colonne du rapace (réalisation personnelle)

#### b- Points de fragilité de la colonne vertébrale

La colonne des oiseaux est donc anatomiquement assez exposée et est un des éléments constituant « l'armure thoracique » protégeant le cœur et les autres organes vitaux en cas de choc. Elle présente plusieurs autres points mobiles et donc éventuellement plus sujets aux traumatismes, là où les vertèbres ne sont pas fusionnées. La jonction entre le rachis cervical mobile et le rachis rigide fait du rachis cervical caudal une zone vulnérable aux lésions traumatiques. Les vertèbres thoraciques mobiles (jonction entre le rachis thoracique rigide et rachis lombaire rigide) peuvent également être considérées comme un point de fragilité de la colonne. Les muscles plus développés au niveau du cou et de la queue permettent une protection relative de la colonne dans ces zones (O'Malley, 2005).

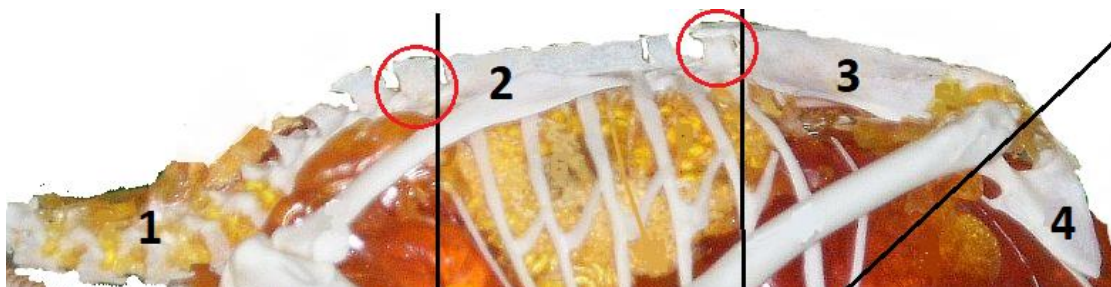


Figure 126: Situation des potentiels points de fragilité de la colonne d'une faucon crécerelle (réalisation personnelle à partir d'un faucon crécerelle bourré)

## **B- Incidence des traumatismes vertébraux**

Cette étude statistique nous a permis d'avoir une idée de l'importance de l'incidence des traumatismes vertébraux chez les oiseaux sauvages.

Cependant, de nombreuses informations sont manquantes pour évaluer l'incidence avec précision. En effet, la cause d'entrée est trop souvent absente, mais ce biais semble inévitable dans les centres de soin de la faune sauvage. Ensuite, des autopsies n'ont pas été systématiquement réalisées pour confirmer l'hypothèse de traumatisme vertébral.

Les causes d'entrée sont rarement connues et, quand elles le sont, elles sont rapportées par les personnes amenant l'oiseau en centre de soin. Ces dernières n'ont pas forcément observé le traumatisme.

L'examen neurologique aurait mérité d'être poussé pour évaluer plus précisément la probabilité d'une lésion vertébrale et la localiser au mieux. Des examens complémentaires pourraient également être réalisés systématiquement (radiographies, scanner) pour confirmer le diagnostic, et caractériser la lésion (fracture, luxation, compression simple...) Observer le rétablissement des oiseaux et noter leur durée d'hospitalisation avant décès ou relâché permettrait d'avoir une idée du pronostic d'un traumatisme vertébral.

Un faucon crécerelle amené au centre de la faune sauvage de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse présentait une paralysie totale des membres pelviens et une stase cloacale. Ce dernier, malgré un nursing poussé (vidange du cloaque, gavage, traitement corticoïdes) est décédé après 53 jours d'hospitalisation sans la moindre amélioration. Un examen coproscopique a révélé la présence d'un grand nombre de coccidies dans le cloaque, ce qui pourrait expliquer la mort.

Un nursing spécifique, associé à une antibiothérapie, pourraient être systématiquement mis en œuvre pour évaluer les possibilités de guérison suite à un traumatisme vertébral. La limite principale de cette étude reste cependant les moyens à disposition dans les centres de soins, ne permettant ni hospitalisation trop longue ni examens complémentaires poussés.

## **C- Scanners, radiographies et autopsies de rapaces suspectés de traumatismes vertébraux**

Les scanners et radiographies que nous avons présentés précédemment ne sont pas toutes d'excellentes qualités. Certaines radiographies sont surexposées et la petite taille des oiseaux rend l'interprétation d'autant plus difficile. Pour les examens scanners, lorsqu'il s'agit du rachis, il est nécessaire de mettre l'animal le plus droit possible, pour avoir des coupes transversales perpendiculaires à la colonne et ainsi obtenir de belles images. Sur un oiseau de petite taille, en ne disposant pas forcément du matériel adapté (sacs de sable pour bloquer l'animal, par exemple), il est difficile de réaliser un scanner techniquement parfait.

De plus, pour une meilleure sensibilité de détection des traumatismes, les rapaces étant généralement de plus petite taille que les mammifère domestiques, il est nécessaire de réaliser des coupes transversales plus rapprochées (la norme étant 5 mm d'écart entre chaque coupe). Le scanner du hibou a donc été réalisé en faisant des coupes tous les 3 mm, ce qui lui donne un aspect globalement plus précis.

# CONCLUSION

Les traumatismes, et plus particulièrement les traumatismes de la colonne vertébrale, sont probablement sous diagnostiqués chez les rapaces. Pourtant ils compromettent leur capacité de chasse, leur survie ou leur réintroduction dans la nature.

La connaissance des particularités du squelette axial des rapaces, de la disposition du tissu nerveux au sein du canal spinal et ses aires de projection est essentielle à l'interprétation de l'examen neurologique, qui doit servir de base à tout diagnostic de traumatisme vertébral. La disposition des vertèbres, leur forme et leur composition, est particulièrement utile à l'interprétation des clichés obtenus par imagerie médicale.

La prise en charge des rapaces sauvages est souvent plus complexe du fait de l'absence de commémoratifs et de moyens financiers limités. Une bonne connaissance de l'anatomie du rapace et une maîtrise de l'examen neurologique sont indispensables pour une suspicion à moindre coût du traumatisme vertébral.

Pour certains rapaces de fauconnerie dont la « valeur pécunière » est élevée, de nombreux moyens sont parfois mis à disposition. Plusieurs techniques d'imageries peuvent alors être proposées pour affiner le diagnostic.

Un traitement des traumatismes vertébraux serait en théorie envisageable dans certains cas dans l'hypothèse d'un diagnostic précoce. Si des méthodes ont été proposées chez d'autres espèces d'oiseaux, aucune publication ne décrit la méthode et ses chances de réussite chez les rapaces actuellement.

Pour améliorer la prise en charge des rapaces traumatisés, la partie expérimentale de ce travail s'est attachée à présenter l'anatomie du squelette axial de plusieurs espèces de rapaces par la réalisation de clichés photographiques sur des pièces de Muséums d'Histoires Naturelles et des images pathologiques issues de cas cliniques de diverses origines. Elle contribue ainsi à une meilleure connaissance de l'anatomie d'espèces peu décrites dans la littérature et à l'aspect, en imagerie médicale, des traumatismes du squelette axial chez les rapaces.



## **BIBLIOGRAPHIE**

**BAUMEL J.**, *Nomina Anatomica Avium, An Annotated Anatomical Dictionary of Birds*, Academic Press, 1979

**BITOIU C.**, Aspects Regarding the Morphology of Trunk Skeleton from the Common Buzzard (*Buteo Buteo*), Bulletin UASVM, Veterinary Medicine, 2011

Dictionnaire de Français LAROUSSE, <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais-monolingue>

**CLIPPINGER T., BENETT R., PLATT S.**, *The Avian Neurologic Examination and Ancillary Neurodiagnostic Techniques: A Review Update*, Vet Clin Exot Anim 10 (2007) 803–836, 2007

**DUBOIS P.**, *Nouvel inventaire des oiseaux de France*, Delachaud et niestlé, 2008

**GRETZINGER P.**, *Elaboration d'un guide pratique à la consultation des psittacidés et présentation des examens complémentaires disponibles chez cette famille*, thèse vétérinaire ENVL, 2016

**GRIONI A.**, *Tibiotarsal Fracture and Neurologic Problems of a Black-Eared Kite (*Milvus migrans*)*, Vet Clin Exot Anim 9 (2006) 533–538

**HARRISSON G., LIGHTFOOT T.**, *Clinical Avian Medicine*, 2 volumes set, Spix Publishing, Inc, 2006

**HIVERNAUD E.**, *Atlas radiographique et ostéologique de la chouette effraie : *Tyto alba**, thèse vétérinaire ENVT, 2010

**KING A., MCLELLAND J.**, *Form and Function in Birds*, Bailliere Tindal, 1984

**LOVVORN, J.R., G. A. LIGGINS, M. BORSTAD, S. M. CALISAL & A. M IKKELSEN**: Hydrodynamic drag of diving birds: effects of body size, body shape and feathers at steady speed. *The Journal of Experimental Biology* 204: 1547-1557, 2001

**MC CORMACK J.**, Michael G. Harvey, Brant C. Faircloth, Nicholas G. Crawford, Travis C. Glenn, Robb T. Brumfield, *A Phylogeny of Birds Based on Over 1,500 Loci Collected by Target Enrichment and High-Throughput Sequencing*, 2013

**MC LELLAND J.**, *A Colour Atlas of Avian Anatomy*, Wolfe Publishing Ltd, 1990

**MODESTO F.**, *Examen neurologique chez les oiseaux*, *Le point Vétérinaire Canin* n° 379 du 01/10/2017

**MONNERET R.J.**, *Le Faucon pèlerin. Description, moeurs, observation, protection, mythologie...* Coll. Les Sentiers du Naturaliste. Delachaux & Nielstlé, 2001

**NALDO JL, SAMOUR JH.**, *Causes of morbidity and mortality in falcons in Saudi Arabia*. J Avian Med Surg 18(4), 229-241, 2004

**OISEAUX.NET**, [www.oiseaux.net/](http://www.oiseaux.net/), 2018

**O'MALLEY**, *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species*, Elsevier 2005

**OROSZ SE, ANTINOFF N.**, *Clinical avian neurology and neuroanatomy, Speers BL. Current therapy in avian medicine and surgery*. Ed. Elsevier, St. Louis, 2016

**PERRIN G.**, *Spondylolisthesis et instabilité rachidienne*, Campus de Neurochirurgie, mis en ligne en 2009

**PIZZI R.**, *Examination, triage and hospitalization*, CHITTY J, LIERZ M, BSAVA Manual of Raptors, Pigeons and Passerine Birds, Gloucester, British Small Animal Veterinary Association, 48-61, 2008

**POPINET J.** *Le vol chez les oiseaux. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 69<sup>e</sup> année, n°7, pp. 147-154, 2000

**ROBIN E.**, *Pathologies des oiseaux de chasse au vol en France*, 2012

**ROGER T., SAWAYA S.**, Cours d'anatomie S6, Ostéologie de l'axe vertébral, 2013

**SAMOUR J.**, *Avian Medicine, second edition*, Mosby, 28 décembre 2007

**SEIGUE V.**, *Fractures et luxations traumatiques de la colonne vertébrale des carnivores domestiques*, thèse vétérinaire ENVA, 2005

**STAUBER E., HOLMES S., DEGHECCHIO D., FINCH N.**, *Magnetic Resonance Imaging Is Superior to Radiography in Evaluating Spinal Cord Trauma in Three Bald Eagles (*Haliaeetus leucocephalus*)* Journal of Avian Medicine and Surgery, 21(3):196-200, 2007

**STANFORD M.**, *Raptors: infectious diseases*, CHITTY J, LIERZ M, BSAVA Manual of Raptors, Pigeons and Passerine Birds, Gloucester, British Small Animal Veterinary Association, 2008

**SILVERMAN S., A. TELL L.**, *Radiology of birds : an atlas of normal anatomy and positioning*, Saunders, an imprint of Elsevier Inc., 2010

**TOVAR**, *Noninfectious Diseases of Diurnal Birds of Prey*, 2007

**TUCKER, V. A.** *Gliding birds: the effect of variable wing span. J. Exp. Biol.* 133: 33-58, 1987

**TUCKER, V. A.**, *Gliding flight: speed and acceleration of ideal falcons during diving and pull out. J., Exp. Biol.* 201: 403-414, 1998

**TUCKER, V. A., T. J. CADE & A. E. TUCKER**, *Diving speeds and angles of a gyrfalcon (*Falco rusticolus*). J. Exp. Biol.* 201: 2061-2070, 1998

**TUCKER, V. A.** (2000a), *Gliding flight: drag and torque of a hawk and a falcon with straight and turned heads, and a lower value for the parasite drag coefficient. J. Exp. Biol.* 203: 3733-3744, 2000

**TUCKER, V. A.** (2000b), *The deep fovea, sideways vision and spiral flight paths in raptors. J. Exp. Biol.* 203: 3745-3754, 2000

**TUCKER, V. A., A. E. TUCKER, K. AKERS & J. H. ENDERSON** (2000c), *Curved flight paths and sideways vision in peregrine falcons (*Falco peregrinus*). J. Exp. Biol.* 203: 3755-3763, 2000

**SITE OFFICIEL DE LA LPO**, <https://www.lpo.fr> , Secourir un oiseau en détresse

**SITE DU CENTRE NATIONALE DE RESSOURCES TEXTUELLES ET LEXICALES**  
[www.cnrtl.fr/definition/traumatisme](http://www.cnrtl.fr/definition/traumatisme), 2012

**VON LINE K. (LINNEAUS)**, *Systema naturæ per regna tria naturæ, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*, 10<sup>e</sup> édition, 1758







## ANNEXES

Annexe 1 : Compte-rendu d'autopsie de l'élanion blanc (réalisation personnelle, fiche de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)



Clinique des NAC et de la faune sauvage  
Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
23, chemin des capelles  
31076 Toulouse Cedex 3

# COMPTE-RENDU D'AUTOPSIE

Date : 27/09/17

Intervenant : François

Validation :

Animal (espèce, nom, identifiant) : Elanion Blanc, mâle, adulte, 17-1682

## ANAMNESE

Espèce	Elanion Blanc
Sexe	mâle
Age	Adulte
Poids	

## COMMEMORATIFS

Signes cliniques avant la mort	Retrouvé mort
Traitement avant la mort	aucun
Date de la mort	Avant le 25/09
Circonstances de la mort	Retrouvé mort
Conservation du corps	Réfrigérateur

## ASPECT EXTERNE

Plumage	propre
Peau	Hématome sur le bréchet
Yeux	vitreux
Bec et narines	RAS
Cavité orale	Présence d'une petite quantité de liquide spumeux rougeâtre
Oreilles	RAS
Tronc	Plaies de petite taille, superficielles en dorsal, et hématomes en regard de la colonne vertébrale, au niveau de la jonction vertèbres thoraciques-synsacrum
Orifice cloacal	RAS
Ailes	RAS
Pattes	RAS

## ASPECT INTERNE

Embonpoint	Normal
État d'engraissement	Absence de graisse sous cutanée

Cavité coelomique	Nombreux caillots de sang à l'ouverture de la cavité
-------------------	--

### Appareil respiratoire

Sinus	RAS
Trachée	Remplie de liquide rougeâtre (séro-hémorragique ?)
Syrinx	RAS
Bronches	RAS
Poumons	Importantes plaies et hémorragies localisées, le reste du tissu pulmonaire ne présente pas de lésion
Sacs aériens	RAS

### Appareil circulatoire

Péricarde	RAS
Cœur	RAS
Vaisseaux sanguins	Nombreux vaisseaux abimés, présence d'hématomes nombreux dans la cavité coelomique.

### Appareil digestif

Langue	RAS
Œsophage	vide
Proventricule	vide
Ventricule	Une souris à peine digérée dans le ventricule, pouvant indiquer une mort brutale
Duodénum	RAS, coloration verdâtre, sans doute due à la lyse post-mortem des tissus
Jéjunum et iléon	RAS
Cæcum	RAS
Colon	RAS
Cloaque	RAS

### Glandes annexes

Foie	RAS
Vésicule biliaire	Eclatée
Pancréas	Non observé
Rate	/
Bourse de Fabricius	/
Thyroïdes	/
Parathyroïdes	/
Surrénales	RAS

### Appareil uro-génital

Reins	RAS
-------	-----

Gonades	Présence d'hématomes en surface. Peu développées
Tractus génital	/
Appareil musculo-squelettique	Fracture déplacée à gauche de la seconde vertèbre thoracique et fracture comminutive de la cinquième vertèbre thoracique.
Système nerveux central	Moelle épinière apparente au niveau de la première fracture. Pas de lésion apparente du tissu nerveux.
Yeux	/

## BILAN LESIONNEL

### Lésions d'intérêt diagnostiques

Hématomes au dos en regard des lésions vertébrales

Lésions vertébrales au niveau des dernières vertèbres thoraciques libres (fractures du corps vertébral de la seconde et de la cinquième vertèbre thoracique) avec mise à nu de la moelle épinière.

Plaies « d'écrasement » des poumons, contenu hémorragique des alvéoles

Hématomes et caillots de sang dans la cavité coelomique

### Conclusion de l'examen nécropsique

**Mort brutale probablement suite à un traumatisme violent.**

### Prélèvements réalisés

Aucun



**FRANCOIS Camille**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DU SQUELETTE AXIAL ET AUX  
DIAGNOSTIC DES TRAUMATISMES VERTEBRAUX DES RAPACES**

**Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire : Lyon, 23 Novembre 2018**

**RESUME:**

La connaissance de l'anatomie de la colonne vertébrale et de la moelle épinière des rapaces permet une meilleure compréhension des symptômes lors de traumatisme vertébral. Cette affection, peu diagnostiquée avec certitude, est assez fréquente, particulièrement en faune sauvage, ou les oiseaux peuvent facilement rentrer en collision avec un objet en plein vol. Dans ce travail, nous nous sommes donc appliqués à décrire l'anatomie du squelette axial des rapaces, à déchiffrer les signes cliniques et neurologiques qui pourraient nous mettre sur la piste d'un traumatisme vertébral. Ces blessures peuvent être diagnostiquées avec plus de certitude grâce à des examens complémentaires judicieusement choisis, particulièrement l'imagerie médicale. Des visites dans des muséums d'Histoire Naturelle, pour observer des squelettes de rapaces non décrits dans la littérature, nous ont permis de mieux comprendre ces examens et de les interpréter avec plus de précision.

**MOTS CLES :**

- Colonne vertébrale
- Traumatisme
- Anatomie
- Rapace
- Diagnostic

**JURY :**

- Président : Monsieur le Professeur COCHAT
- 1er Assesseur : Monsieur le Professeur RENE MARTELLET
- 2ème Assesseur : Monsieur le Professeur CAROZZO

**DATE DE SOUTENANCE : 23 Novembre 2018**