



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2025 - Thèse n° 024

**DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES PÉDAGOGIQUES
CANINS POUR L'APPRENTISSAGE DES TECHNIQUES
DE POSES DE SONDES NASALES ET DE DRAINAGE
THORACIQUE (THORACOCENTÈSE ET DRAINS
THORACIQUES)**

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 27 juin 2025
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

MEYNARD Clara

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2025 - Thèse n° 024

**DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES PÉDAGOGIQUES
CANINS POUR L'APPRENTISSAGE DES TECHNIQUES
DE POSES DE SONDAS NASALES ET DE DRAINAGE
THORACIQUE (THORACOCENTÈSE ET DRAINS
THORACIQUES)**

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 27 juin 2025
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

MEYNARD Clara

Liste des enseignants du Campus vétérinaire de Lyon (29/08/2024)

Mme	ABITBOL	Marie	Professeur
M.	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Mme	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Mme	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Mme	BECKER	Claire	Professeur
Mme	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Mme	BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences
M.	BENOIT	Etienne	Professeur
M.	BERNY	Philippe	Professeur
Mme	BLONDEL	Marquaux	Maître de conférences
M.	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
Mme	BRASSARD	Colline	Maître de conférences (stagiaire)
M.	BRUTO	Maxime	Maître de conférences
M.	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
M.	BUFF	Samuel	Professeur
M.	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
M.	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
M.	CADORÉ	Jean-Luc	Professeur
Mme	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Professeur
Mme	CANNON	Leah	Maître de conférences (stagiaire)
M.	CHABANNE	Luc	Professeur
Mme	CHALVET-MONFRAY	Karine	Professeur
M.	CHANOIT	Guillaume	Professeur
M.	CHETOT	Thomas	Maître de conférences
Mme	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Professeur
Mme	DELIQUETTE-MULLER	Marie-Laure	Professeur
Mme	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Mme	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
M.	FRIKHA	Mohamed-Ridha	Maître de conférences
M.	GALIA	Wessam	Maître de conférences
M.	GILLET	Benoit	Maître de conférences
Mme	GILLOT-FROMONT	Emmanuelle	Professeur
M.	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Mme	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Mme	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Mme	JEANNIN	Anne	Inspecteur en santé publique vétérinaire
Mme	JOSSON-SCHRAMME	Anne	Chargée d'enseignement contractuelle
M.	JUNOT	Stéphane	Professeur
M.	KODOJO	Angeli	Professeur
Mme	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Mme	LAABERKI	Maria-Halima	Professeur
Mme	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Mme	LE GRAND	Dominique	Professeur
Mme	LEBLOND	Agnès	Professeur
Mme	LEDoux	Dorothee	Maître de conférences
M.	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Mme	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Maître de conférences
M.	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
M.	LEPAGE	Olivier	Professeur
Mme	LOUZIER	Vanessa	Professeur
M.	LURIER	Thibaut	Maître de conférences
M.	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences
M.	MARCHAL	Thierry	Professeur
Mme	MOSCA	Marion	Maître de conférences
M.	MOUNIER	Luc	Professeur
Mme	PEROZ	Carole	Maître de conférences
M.	PIN	Didier	Professeur
Mme	PONCE	Frédérique	Professeur
Mme	PORTIER	Karine	Professeur
Mme	POUZOT-NEVORET	Céline	Professeur
Mme	PROUILLAC	Caroline	Professeur
M.	RACHED	Antoine	Maître de conférences
Mme	REMY	Denise	Professeur
Mme	RENE MARTELLET	Maqalie	Maître de conférences
M.	ROGER	Thierry	Professeur
M.	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
M.	SCHRAMME	Michael	Professeur
Mme	SERGENTET	Delphine	Professeur
Mme	STORCK	Fanny	Professeur
M.	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Mme	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
M.	ZENNER	Lionel	Professeur

Remerciements au jury

A Monsieur le Professeur Guillaume Chanoit,

De VetaAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon, de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,
Mes hommages les plus sincères.

A Madame le Professeur Céline Pouzot-Nevoret,

De VetaAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon, pour avoir accepté d'encadrer cette thèse et pour l'ensemble de ses conseils,
Mes remerciements les plus sincères.

A Madame le Docteur Alexandra Nectoux,

De VetaAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon, pour s'être intéressée à ce travail et avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse,
Mes remerciements les plus sincères.

A Monsieur Roland Roume, Responsable de la salle Vetskill,

De VetaAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon, pour avoir accepté de m'accompagner dans la conception de ce travail de thèse, pour son temps, sa disponibilité et son incroyable gentillesse,
Toute ma gratitude.

Table des matières

Liste des annexes	13
Liste des figures	15
Liste des tableaux	21
Liste des abréviations	23
Introduction	25
PREMIERE PARTIE-SONDES NASALES : SONDES NASALES A OXYGENE ET SONDES NASO-OESOPHAGIENNES ET NASO-GASTRIQUES	27
I. Rappels et bases anatomiques : structures anatomiques traversées par les sondes nasales...	29
1. Structures anatomiques de la tête traversées par les sondes nasales à oxygène.....	29
a. La narine et le vestibule nasal.	29
b. Cavités nasales, cornets et méats nasaux	31
2. Structures anatomiques traversées par les sondes naso-oesophagiennes et naso-gastriques	33
a. Structures anatomiques de la tête	33
a.1. Narines et cavités nasales	33
a.2. Le pharynx	33
b. Structure anatomique de l'encolure et du thorax : l'œsophage	35
c. Structure anatomique de l'abdomen : l'estomac.....	36
II. Les techniques de poses de sondes nasales	38
1. La pose de sondes nasales à oxygène.....	38
a. Indications et intérêts.....	38
b. Contre-indications	39
c. Matériel et technique	39
c.1. Matériel	39
c.2. Technique	39
d. Risques et omplications	46
2. La pose de sondes naso-oesophagiennes et naso-gastriques	46
a. Indications et intérêts.....	47
b. Contre-indications	48
c. Matériel et technique	48
c.1. Matériel	48
c.2. Technique	49

d.	Risques et omplications	56
III.	Création du modèle pédagogique	57
1.	Intérêt de la création d'un modèle pédagogique pour l'apprentissage des poses de sondes nasales	57
a.	Réalisation des gestes techniques au sein de VetAgro Sup	57
b.	Principaux objectifs de la création du modèle pédagogique	57
2.	Conception du modèle pédagogique	57
a.	Caractéristiques du modèle pédagogique	57
a.1.	Caractéristiques physiologique	57
a.2.	Caractéristiques physiques	58
a.2.1.	Taille	58
a.2.2.	Position	58
a.2.3.	Niveau de réalisme	58
a.3.	Fonctionnalités du modèle pédagogique	59
a.3.1.	Préparation du matériel, du patient et de l'opérateur	59
a.3.2.	Les sondes nasales à oxygène	60
a.3.3.	Les sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques	61
b.	Fabrication du modèle pédagogique	62
b.1.	Matériel et méthode	62
b.1.1.	Modélisation des cavités nasales	62
b.1.1.1.	Les échecs de l'utilisation de l'imagerie médicale et de la modélisation 3D	62
b.1.1.2.	Moulage des cavités nasales	64
b.1.1.2.1.	Découpe des cavités nasales	64
b.1.1.2.2.	Coulage du silicone	66
b.1.1.2.3.	Démoulage du silicone	67
b.1.1.2.4.	Assemblage des tranches de silicone	69
b.1.1.2.5.	Création d'un moule de la conformation externe d'un nez de chien ..	70
b.1.1.2.6.	Reproduction des cavités nasales et des cornets nasaux	73
b.1.2.	Modélisation du pharynx	80
b.1.3.	Modélisation de la trachée, de l'œsophage et de l'estomac	82
b.2.	Assemblage du modèle pédagogique	84

b.2.1.	Assemblage du pharynx, de la trachée et de l'œsophage-estomac et mise en place d'un circuit électrique permettant d'évaluer la position de la sonde lors du sondage	84
b.2.2.	Assemblage du nez et de l'ensemble pharynx/trachée/œsophage-estomac ...	87
b.2.3.	Repérage des treize paires de côtes et ajourage de la truffe du mannequin	89
b.2.4.	Insertion du montage dans le mannequin et création d'un support de LED	90
b.2.5.	Aspect final du modèle pédagogique	91
c.	Coût de fabrication	92
d.	Réalisation de fiches méthodologiques pour la salle de simulation Vetskills	94
IV.	Discussion	94
1.	Evaluation et validation du modèle pédagogique	94
2.	Limites du modèle pédagogique.....	95
a.	Limites anatomiques	95
b.	Limites fonctionnelles.....	95
DEUXIEME PARTIE-DRAINAGE THORACIQUE : THORACOCENTESE ET PODE DE DRAINS THORACIQUES		97
I.	Rappels et bases anatomiques	99
1.	Thorax et cavité thoracique	100
2.	Structures anatomiques traversées lors du drainage thoracique	100
a.	Peau, tissus sous-cutanés et plan musculaire	100
b.	Nerfs et vaisseaux.....	103
c.	Fascia endothoracique, plèvres et cavité pleurale	104
II.	Les technique de drainage thoracique.....	106
1.	La thoracocentèse.....	106
a.	Indications et intérêts.....	106
b.	Contre-indications	106
c.	Matériel et technique	107
c.1.	Matériel	107
c.2.	Technique	108
d.	Risques et omplications	116
2.	Les drains thoraciques en urgence et soins intensifs	117
a.	Indications et intérêts.....	117
b.	Contre-indications	117
c.	Matériel et technique	117
c.1.	Matériel	119

c.2. Technique	120
d. Risques et complications	134
III. Création du modèle pédagogique	135
1. Intérêt de la création d'un modèle pédagogique pour l'apprentissage des techniques de drainage thoracique	135
a. Réalisation des gestes techniques au sein de VetAgro Sup	135
b. Principaux objectifs de la création du modèle pédagogique	135
2. Conception du modèle pédagogique	136
a. Caractéristiques du modèle pédagogique	136
a.1. Caractéristiques physiologiques.....	136
a.2. Caractéristiques physiques	136
a.2.1. Taille	136
a.2.2. Position	136
a.2.3. Niveau de réalisme	136
a.3. Fonctionnalités du modèle pédagogique	137
a.3.1. Préparation du matériel, du patient et de l'opérateur.....	137
a.3.2. La thoracocentèse	138
a.3.3. La pose de drain thoracique à thorax fermé	139
b. Fabrication du modèle pédagogique.....	141
b.1. Matériel et méthode	141
b.1.1. Modélisation du thorax osseux	141
b.1.1.1. Utilisation de l'imagerie médicale	141
b.1.1.2. Modélisation 3D du thorax	141
b.1.1.3. Impression 3D du thorax	142
b.1.2. Modélisation de la plèvre pariétale	143
b.1.3. Modélisation des muscles de la paroi costale	144
b.1.3.1. Les muscles intercostaux	144
b.1.3.2. Les muscles superficiels de la paroi costale	145
b.1.4. Modélisation du tissu cutané	145
b.2. Assemblage du modèle pédagogique	146
b.2.1. Moulage d'un support interne au thorax	146
b.2.2. Collage de la plèvre pariétale autour du support en mousse	148

b.2.3.	Réalisation des muscles intercostaux internes et externes	149
b.2.4.	Ajout des muscles superficiels de la paroi costale	151
b.2.5.	Ajout du tissu cutané	153
b.2.6.	Réalisation d'un support de fixation	154
b.2.7.	Aspect final du modèle pédagogique	155
c.	Coût de fabrication	156
d.	Réalisation de fiches méthodologiques pour la salle de simulation Vetskills	157
IV.	Discussion	157
1.	Evaluation et validation du modèle pédagogique	157
2.	Limites du modèle pédagogique.....	157
a.	Limites anatomiques	157
b.	Limites fonctionnelles.....	158
	Conclusion.....	159
	Bibliographie.....	161
	Annexes	169

Liste des annexes

Annexe 1 : Fiche méthodologique-Pose d'une sonde nasale à oxygène	170
Annexe 2 : Fiche méthodologique-Pose de sondes naso -œsophagiennes et naso-gastriques	175
Annexe 3 : Quizz sur les radiographies thoraciques de contrôle de poses de sondes naso-entérales	182
Annexe 4 : Fiche méthodologique-La thoracocentèse à l'aveugle.....	188
Annexe 5 : Fiche méthodologique- La pose de drain thoracique à thorax fermé	193
Annexe 6 : Raiographies de contrôle de drains thoraciques en place.....	202

Liste des figures

Figure 1 : Narines et truffe du chien (Barone, 1997)	30
Figure 2 : Cartilages du nez chez le chien (Barone, 1997)	30
Figure 3 : Cornets et méats nasaux chez le chien (cavité nasale en coupe transversale) (Barone, 1997)	32
Figure 4 : Cornets et méats nasaux chez le chien (cavité nasale en coupe longitudinale) (D'après Barone, 1997, modifié)	32
Figure 5 : Conformation interne du pharynx chez le chien (D'après Barone, 1997, modifié).....	34
Figure 6 : Schématisation du réflexe de déglutition (Meynard Clara, d'après Goff, 2015)	35
Figure 7 : Trajet cervical et thoracique de l'œsophage chez le chien (D'après Barone, 1997, modifié)	36
Figure 8 : Conformation externe de l'estomac chez le chien (D'après Barone, 1997, modifié)	37
Figure 9 : Matériel nécessaire à la réalisation d'une pose de sonde nasale à oxygène (Meynard Clara)	40
Figure 10 : Mesure de la longueur de la sonde nasale à oxygène (Meynard Clara)	41
Figure 11 : Anesthésie locale de la narine (Meynard Clara)	41
Figure 12 : Relevé du planum nasal et insertion de la sonde en direction ventro-médiale (Meynard Clara)	42
Figure 13 : Avancement de la sonde nasale à oxygène dans la cavité nasale (Meynard Clara)	42
Figure 14 : Sonde nasale à oxygène fixée sur le côté de la tête du patient à l'aide d'agrafes et d'adhésif (Meynard Clara)	43
Figure 15 : Prise murale délivrant de l'oxygène (Meynard Clara)	44
Figure 16 : Débitmètre et système de connexion de la sonde nasale à la source d'oxygène avec ou sans humidificateur (Meynard Clara)	44
Figure 17 : Connection de la sonde nasale à oxygène au circuit délivrant de l'oxygène (Meynard Clara)	44
Figure 18 : Matériel nécessaire à la réalisation d'un sondage naso-œsophagien et naso-gastrique (Meynard Clara)	49
Figure 19 : Mesure de la longueur de sonde nécessaire pour un sondage naso-œsophagien et nasogastrique (Meynard Clara)	50
Figure 20 : Lubrification de l'extrémité de la sonde (Photographie Clara Meynard, octobre 2024) ...	51
Figure 21 : Relevé du planum nasal (Meynard Clara)	52
Figure 22 : Insertion de la sonde en direction ventro-médiale (Meynard Clara)	52
Figure 23 : Fixation de la sonde à l'aide d'agrafes (Meynard Clara)	53
Figure 24 : Fixation de la sonde à l'aide de points simples et d'un laçage chinois (Meynard Clara) ...	53
Figure 25 : Aspiration à la seringue sèche (Meynard Clara)	54
Figure 26 : Sonde naso-oesophagienne en place (Service d'Imagerie de VetAgro Sup)	55
Figure 27 : Sonde naso-gastrique en place (Service d'imagerie de VetAgro Sup)	55

Figure 28 : Peluche utilisée pour la conception du modèle pédagogique (Meynard Clara)	58
Figure 29 : Scanner simple d'une tête de chien (Meynard Clara)	63
Figure 30 : Scanner de la tête de chien avec les cavités nasales remplies d'eau (Meynard Clara)	64
Figure 31 : Cavités nasales de chien découpées en quatre tranches (Meynard Clara)	65
Figure 32 : Matériel de découpe des cavités nasales (Meynard Clara)	65
Figure 33 : Tranches de cavités nasales immergées dans le silicone Eco-Flex 50 (Meynard Clara)	66
Figure 34 : Silicone Ecoflex 00-50 (Meynard Clara)	66
Figure 35 : Tirage du silicone sous vide (Meynard Clara)	67
Figure 36 : Tranches n°2,3 et 4 avant démoulage du silicone Eco-Flex 50 (Meynard Clara)	68
Figure 37 : Tranches n°1,2,3 et 4 en vue dorsale et latérale (Meynard Clara)	68
Figure 38 : Vue ventrale du moulage de la tranche n°3 (Meynard Clara)	68
Figure 39 : Moulage internes des cavités nasales en vue latérale et dorsale (Meynard Clara)	69
Figure 40 : Silicone Skin Tite (Meynard Clara)	69
Figure 41 : Moulage interne des cavités nasales en vues latérales et médiales (Meynard Clara)	70
Figure 42 : Modélisation 3D de la conformation externe du nez d'un chien sur le logiciel Blender (Meynard Clara)	71
Figure 43 : Imprimante 3D Volumic Streal 30 dual (Meynard Clara).....	71
Figure 44 : Moulage de la conformation externe du nez après nettoyage manuel (Meynard Clara) .	72
Figure 45 : Moule du nez stabilisé à la verticale sur un support (Meynard Clara)	72
Figure 46 : Spray de démoulage de la marque (Meynard Clara)	73
Figure 47 : Parties A et B reliées par un fil de suture (Meynard Clara)	74
Figure 48 : Parties A et B enduites de silicone (Meynard Clara)	74
Figure 49 : Insertion des parties A et B enduites de silicone dans le moule du nez (Meynard Clara) ..	75
Figure 50 : Silicone en cours de débullage sous cloche à vide (Meynard Clara)	76
Figure 51 : Pièce de silicone après découpe du moule (Meynard Clara)	77
Figure 52 : Visualisation des parties A et B après découpe de la portion caudale du silicone (Meynard Clara)	77
Figure 53 : Portions des Parties A et B enchâssées dans les cavités nasales (Meynard Clara).....	78
Figure 54 : Visualisation des cornets nasaux après incision du silicone le long du septum nasal (Meynard Clara)	78
Figure 55 : Moulage du nez après collage des incisions et obstruction de la communication entre les narines droite et gauche (Meynard Clara)	79
Figure 56 : Portion de silicone ajourée en regard de la partie ventrale des cavités nasales droite et gauche (Meynard Clara).....	79
Figure 57 : Moulage final du nez (Meynard Clara)	80
Figure 58 : Création du moule du pharynx grâce au logiciel TINKERCAD (Meynard Clara)	81
Figure 59 : Moule du pharynx après impression 3D (Meynard Clara)	81

Figure 60 : Vue rostrale et caudale du pharynx (Meynard Clara).....	82
Figure 61 : Silicone Dragon Skin FX-Pro teinté en orange (Meynard Clara).....	83
Figure 62 : Système de modélisation et aspect final de la trachée (Meynard Clara).....	83
Figure 63 : Matériel de base constituant le circuit électrique (Meynard Clara).....	84
Figure 64 : Schéma du circuit électrique complet (Meynard Clara).....	85
Figure 65 : Schéma du positionnement des interrupteurs en parallèle sur une portion de l'œsophage-estomac (Meynard Clara).....	85
Figure 66 : Aimant positionné à l'extrémité de la sonde entérale (Meynard Clara).....	86
Figure 67 : Circuit électrique en place sur la trachée et l'œsophage-estomac (Meynard Clara).....	87
Figure 68 : Moulage du nez renforcé par le tissu Néoprène (Meynard Clara).....	88
Figure 69 : Silicone Ecoflex 00-35 FAST (Meynard Clara).....	88
Figure 70 : Paires de côtes brodées sur le mannequin (Meynard Clara).....	89
Figure 71 : Ajourage de la truffe du mannequin (Meynard Clara).....	89
Figure 72 : Ouverture ventrale permettant l'accès à l'intérieur du mannequin (Meynard Clara).....	90
Figure 73 : Fixation du nez au mannequin (Meynard Clara).....	90
Figure 74 : LED en place sur leur support (Meynard Clara).....	91
Figure 75 : Aspect final du modèle pédagogique de pose de sondes nasales (Meynard Clara).....	132
Figure 76 : Rigidification de la sonde entérale grâce à un guide métallique (Meynard Clara).....	95
Figure 77 : Thorax osseux du chien (vue latérale gauche) (Barone, 1986).....	100
Figure 78 : Muscle cutané du tronc chez le chien (D'après Barone, 1989, modifié).....	101
Figure 79 : Muscle grand dorsal chez le chien (D'après Barone, 1989, modifié).....	102
Figure 80 : Muscles de la paroi thoracique et abdominale chez le chien, plan des muscles dentelé ventral du thorax et oblique externe de l'abdomen (D'après Barone, 1989, modifié).....	103
Figure 81 : Artère et nerf intercostaux (D'après Barone, 2010 et Barone, 2011, modifié).....	104
Figure 82 : Schéma simplifié de la disposition des plèvres chez le chien sur un thorax en coupe transversale (D'après Barone, 1997, modifié).....	105
Figure 83 : Matériel nécessaire à la réalisation d'une thoracocentèse (Meynard Clara).....	109
Figure 84 : Epicrânienne, robinet trois voies et seringue sèche préassemblés (Meynard Clara).....	109
Figure 85 : Patient positionné en décubitus sternal (Pouzot-Nevoret Céline, modifié).....	110
Figure 86 : Zones de tonte et de ponction lors d'une thoracocentèse (Pouzot-Nevoret Céline, modifié).....	111
Figure 87 : Matériel nécessaire à la réalisation de l'asepsie du site de ponction (Photographie Clara Meynard, octobre 2024).....	112
Figure 88 : Gants stériles (Meynard Clara).....	112
Figure 89 : Maintien du pli de peau et ponction du tissu cutané (Pouzot-Nevoret Céline).....	113
Figure 90 : Aspiration d'un pneumothorax (Pouzot-Nevoret Céline).....	114

Figure 91 : Robinet trois voies en position fermée et ouverte par rapport au patient (Meynard Clara)	115
Figure 92 : Drain à trocart externe/through-the-needle (Meynard Clara)	118
Figure 93 : Drain à guide métallique(Meynard Clara)	118
Figure 94 : Matériel nécessaire à la pose d'un drain thoracique à thorax fermé (Meynard Clara) ...	120
Figure 95 : Patient sous anesthésie générale en décubitus latéral droit et tondu (Pouzot-Nevoret Céline)	121
Figure 96 : Zone de tonte après asepsie et drapage (Pouzot-Nevoret Céline)	122
Figure 97 : Pré-mesure de la longueur du drain (Pouzot-Nevoret Céline)	123
Figure 98 : Orientation du trocart à 45° lors de l'insertion dans l'espace pleural (Pouzot-Nevoret Céline)	124
Figure 99 : Retrait du bouchon du drain (Meynard Clara)	125
Figure 100 : Connection du robinet trois voies et du drain en place (Meynard Clara)	125
Figure 101 : Embout métallique du robinet trois voies (Meynard Clara)	126
Figure 102 : Conection de la seringue au robinet trois voies (Meynard Clara)	126
Figure 103 : Aspiration de matériel collecté dans l'espace pleural (Pouzot-Nevoret Céline)	127
Figure 104 : Fixation du drain par suture en bourse et laçage chinois (Pouzot-Nevoret Céline)	128
Figure 105 : Matériel nécessaire à la réalisation de la protection du drain (Meynard Clara)	129
Figure 106 : Radiographies en vues orthogonales d'un drain thoracique en place sur épanchement pleural (Service d'Imagerie de VetAgro Sup)	130
Figure 107 : Radiographies en vues orthogonales d'un drain thoracique en place sur pneumothorax, coudé et productif (Service d'Imagerie de VetAgro Sup)	131
Figure 108 : Circuit de drainage (Meynard Clara)	132
Figure 109 : Modélisation 3D du thorax osseux avec le logiciel ITK-SNAP (Meynard Clara)	141
Figure 110 : Impression du thorax osseux (Meynard Clara)	142
Figure 111 : Thorax osseux après nettoyage manuel (Meynard Clara)	143
Figure 112 : Silicone RTV polyaddition translucide (Meynard Clara)	143
Figure 113 : Silicone RTV polyaddition translucide après phase de séchage (Meynard Clara)	144
Figure 114 : Silicone Dragon Skin FX-Pro teinté en rose (Meynard Clara)	145
Figure 115 : Housse en tissu néoprène (Meynard Clara)	146
Figure 116 : Moulage de l'intérieur du thorax en mousse de polyuréthane FlexFoam-IT! 6 Pillow Soft (Meynard Clara)	147
Figure 117 : Moule de l'intérieur du thorax après phase de séchage (Meynard Clara)	147
Figure 118 : Collage de la plèvre pariétale autour du support en mousse (Meynard Clara)	148
Figure 119 : Ensemble plèvre-support réintroduit dans le thorax osseux (Meynard Clara)	149
Figure 120 : Réalisation des muscles intercostaux internes et externes (Meynard Clara)	150
Figure 121 : Muscles intercostaux après une période de séchage de 24 heures (Meynard Clara)	151

Figure 122 : Collage de la couche musculaire superficielle de la paroi costale (Meynard Clara)	152
Figure 123 : Vue sur l'intérieur du thorax (Meynard Clara)	153
Figure 124 : Thorax habillé de la housse en néoprène (Meynard Clara).....	154
Figure 125 : Support de fixation du thorax (Meynard Clara)	155

Liste des tableaux

Tableau I : Matériel nécessaire à la pose d'une sonde nasale à oxygène (Meynard Clara, d'après Boyle, 2012)	39
Tableau II : Matériel nécessaire à la pose de sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques (Meynard Clara, d'après Cambournac & Pouzot-Nevoret, 2015)	49
Tableau III : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée aux étapes de préparation du matériel, du patient et de l'opérateur (Meynard Clara).....	59
Tableau IV : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée à la pose d'une sonde nasale à oxygène (Meynard Clara)	60
Tableau V : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée à la pose de sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques (Meynard Clara)	61
Tableau VI : Récapitulatif du coût de fabrication du modèle pédagogique pour l'apprentissage des techniques de poses de sonde nasales (Meynard Clara).....	133
Tableau VII : Matériel nécessaire à la réalisation d'un thoracocentèse (Meynard Clara, d'après Sigrist, 2023a et Tobias et al., 2017)	107
Tableau VIII : Comparaison des différents types de matériel de ponction disponibles pour une thoracocentèse (Meynard Clara, d'après Bucknoff & Respass, 2019, Lipscomb et al., 2018 et Sigrist, 2023a).....	108
Tableau IX : Matériel nécessaire à la pose d'un drain thoracique à thorax fermé (Meynard Clara, d'après Lipscomb et al., 2018, Lombardi et al., 2012 et Lynch & Campos, 2019)	119
Tableau X : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée aux étapes de préparation du matériel, du patient et de l'opérateur (Meynard Clara).....	137
Tableau XI : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée à la réalisation d'une thoracocentèse (Meynard Clara).....	138
Tableau XII : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée à la pose d'un drain thoracique à thorax fermé (Meynard Clara)	139
Tableau XIII : Récapitulatif du coût de fabrication du modèle pédagogique pour le drainage thoracique (Meynard Clara)	156

Liste des abréviations

ACV : Association Centrale d'entraide Vétérinaire

DO₂ : Distribution d'oxygène aux tissus

FiO₂ : Fraction inspirée en oxygène

HPL : *High Pressure Laminate*

LED : *Light Emitting Diode*

PaO₂ : Pression artérielle en oxygène

PETG : Polyéthylène Téréphtalate Glycole

RTV : *Room Temperature Vulcanization*

SIAMU : Soins Intensifs des Animaux et Médecine d'Urgence

TPOCUS : *Thoracic Point-of-Care Ultrasound*

WSAVA : *World Small Animal Veterinary Association*

INTRODUCTION

La plateforme de formation par simulation de VetAgro Sup, Vetskill, a ouvert ses portes en 2019 afin de respecter l'une des devises communes aux quatre écoles vétérinaires françaises : « *Jamais la première fois sur un animal vivant* ». Le respect du bien-être animal est en effet l'un des enjeux majeurs de la profession vétérinaire. Le développement de modèles de simulation permet ainsi aux étudiants vétérinaires de s'entraîner et de maîtriser à la fois la théorie et la pratique de divers gestes techniques avant de les réaliser sur un patient réel.

Vetskills comprend aujourd'hui environ quatre-vingts ateliers dédiés à la médecine vétérinaire rurale, équine et des petits animaux de compagnie, et ce, dans différents domaines (chirurgie, ophtalmologie, dentisterie, urgentologie, urologie, obstétrique...). La validation de certains ateliers fait d'ailleurs l'objet d'une évaluation en 3^{ème} année et est nécessaire pour accéder aux rotations cliniques de 4^{ème} année.

Cette thèse, réalisée en collaboration avec le service Soins Intensifs des Animaux et Médecine d'Urgence (SIAMU) de VetAgro Sup, porte sur la construction de deux modèles pédagogiques permettant l'entraînement des étudiants vétérinaires à divers gestes techniques effectués dans un contexte d'urgence et de soins intensifs. Le premier modèle concerne l'entraînement à la pose de sondes nasales à oxygène et de sondes naso-entérales (naso-œsophagienne et nasogastrique) et le second modèle permet lui l'apprentissage de la thoracocentèse et de la pose de drains thoraciques à thorax fermé.

Ce manuscrit s'articule en deux grandes parties, chacune correspondant à l'élaboration d'un modèle pédagogique. Ces parties sont toutes deux divisées en quatre sous parties correspondant à : des rappels anatomiques, une description théorique du geste technique, la construction du modèle et son utilité dans la formation des étudiants vétérinaires, et pour finir, une discussion portant sur les limites du modèle pédagogique.

PREMIERE PARTIE - SONDES NASALES :
SONDES NASALES A OXYGENE ET SONDES
NASO-OESOPHAGIENNES ET NASO-
GASTRIQUES

Cette première partie porte sur l'élaboration d'un modèle pédagogique permettant un entraînement à la pose de sondes nasales à oxygène et de sondes naso-entérales (naso-œsophagienne et naso-gastrique). Elle est subdivisée en quatre sous parties dans lesquelles sont abordés des rappels anatomiques des structures impliquées lors d'un sondage nasal et naso-entéral, une description détaillée des gestes techniques, l'intérêt de la création et la conception du modèle pédagogique, et enfin, une discussion portant sur les grandes limites du modèle.

I. Rappels et bases anatomiques : structures anatomiques traversées par les sondes nasales

L'ensemble des rappels anatomiques sont issus des ouvrages de Barone. R (1986, 1997 et 2001).

Les planches anatomiques, qu'elles soient modifiées ou non, ont été utilisées avec l'autorisation de l'Association Centrale d'entraide Vétérinaire (ACV) détenant aujourd'hui les droits d'auteurs des ouvrages de Barone.R.

1. Structures anatomiques de la tête traversées par les sondes nasales à oxygène

a. La narine et le vestibule nasal

La narine est la toute première structure anatomique rencontrée par les sondes nasales. Elle correspond à l'ouverture sur l'extérieur de la cavité nasale. Elle possède une forme générale de virgule horizontale à queue latéro-dorsale dont les bords dorsal et ventral se rejoignent au niveau des commissures médiale et latérale (Figure 1).

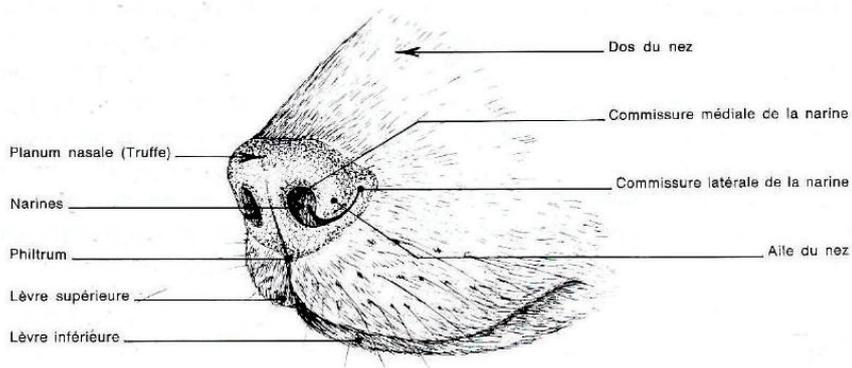


Figure 1 : Narines et truffe du chien (Barone, 1997)

Le vestibule nasal est situé entre la narine et le seuil de la cavité nasale (limen nasi).

Narines et vestibule nasal sont portés par un ensemble de cartilages qui prolongent et complètent les os du nez. Parmi les cartilages du nez on retrouve : le septum nasal qui sépare dans le plan médian les deux côtés du nez, le cartilage alaire portant l'aile du nez mobile, les cartilages latéral dorsal et ventral du nez et les cartilages accessoires latéral et médial du nez (Figure 2).

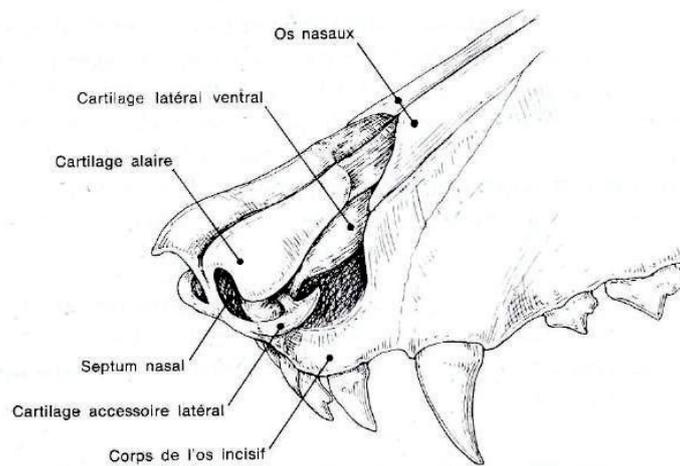


Figure 2 : Cartilages du nez chez le chien (Barone, 1997)

b. Cavités nasales, cornets et méats nasaux

Les cavités nasales s'étendent du limen nasi à l'os éthmoïde et aux choanes (droite et gauche) qui sont en continuité avec le nasopharynx. Chacune d'elle est également délimitée par : une paroi médiale correspondant au septum nasal (séparation des cavités nasales droite et gauche), une paroi latérale formée majoritairement par l'os maxillaire et par l'os nasal, un plafond formé par l'os nasal, et un plancher correspondant au palais osseux puis au palais mou plus caudalement.

Les cornets nasaux sont des os pairs correspondant à d'une fine lamelle osseuse enroulée sur elle-même et recouverte par la muqueuse nasale. Ils sont au nombre de trois et prennent tous attache sur la paroi latérale de la cavité nasale correspondante. Les espaces délimités par leur enroulement communiquent avec la cavité nasale et permettent la circulation de l'air.

Le cornet nasal dorsal s'insère sur la crête éthmoïdale de l'os nasal et se prolonge jusqu'au vestibule nasal.

Le cornet nasal ventral s'insère sur la crête conchale de l'os maxillaire et atteint la moitié rostrale de la cavité nasale. Il est de type rameux et formé d'une lame primaire et de cinq lames secondaires elles même ramifiées en lames tertiaires. Il est donc beaucoup plus court mais beaucoup plus complexe que le cornet nasal dorsal.

Le cornet nasal moyen correspond à la première et plus grande volute de l'os éthmoïde qui chez le chien s'avance jusqu'à la moitié de la cavité nasale entre les deux autres cornets nasaux.

Les cornets nasaux délimitent entre eux trois méats. Le méat dorsal situé entre le cornet nasal dorsal et l'os nasal, le méat moyen compris entre les cornets nasal dorsal et ventral, et le méat ventral localisé entre le cornet nasal ventral et le plancher de la cavité nasale (Figure 3 et Figure 4). Ce dernier méat, en menant à la choane, correspond au principal passage de l'air. Le méat nasal ventral est donc privilégié lors de la pose de sondes nasales à oxygène où la sonde s'arrête en avant de la choane, mais également lors des sondages naso-œsophagiens et naso-gastriques où la sonde traverse la choane.

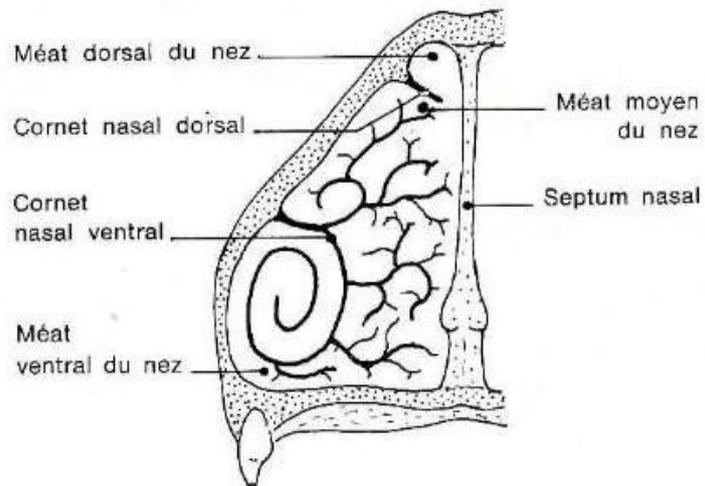


Figure 3 : Cornets et méats nasaux chez le chien (cavité nasale en coupe transversale) (Barone, 1997)

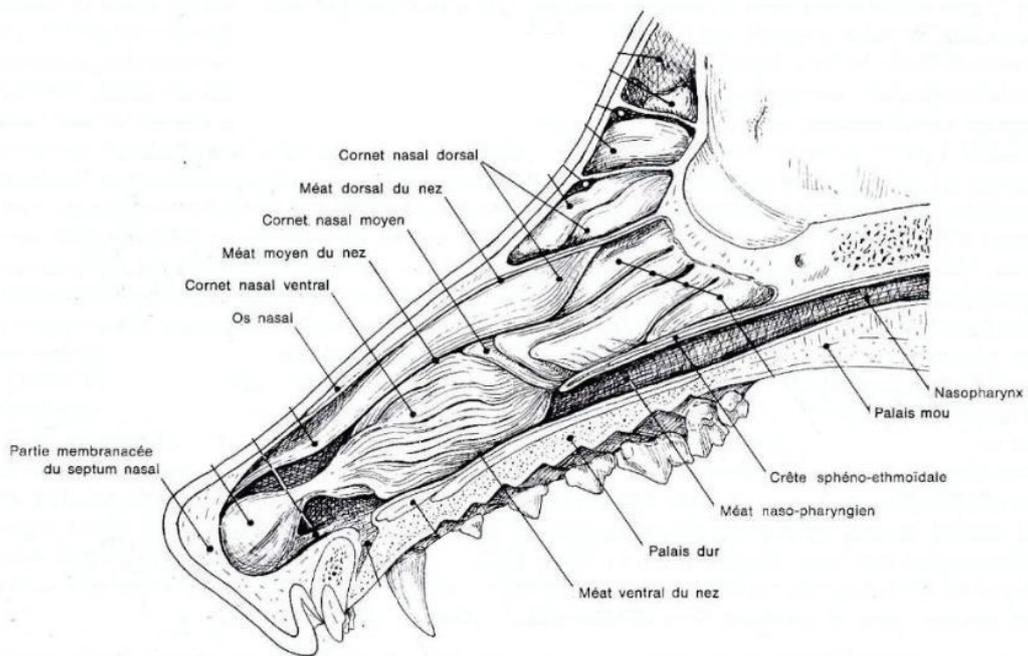


Figure 4 : Cornets et méats nasaux chez le chien (cavité nasale en coupe longitudinale) (D'après Barone, 1997, modifié)

2. Structures anatomiques traversées par les sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques

Les sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques sont des sondes de réalimentation introduites par voie nasale permettant d'administrer un aliment liquide directement dans l'œsophage ou dans l'estomac du patient.

a. Structures anatomiques de la tête

a.1. Narines et cavités nasales

Tout comme les sondes nasales à oxygène, les sondes naso-œsophagiennes et nasogastriques rencontrent dans un premier temps la narine, le vestibule nasal, la cavité nasale et ses cornets nasaux.

a.2. Le pharynx

Le pharynx correspond à la jonction entre les voies respiratoires et les voies digestives. Anatomiquement, il est subdivisé en trois étages (Figure 5). Le nasopharynx (étage supérieur) est exclusivement respiratoire et communique avec les cavités nasales via les choanes. L'oropharynx (étage intermédiaire) est exclusivement digestif et communique avec la cavité buccale. Oropharynx et nasopharynx sont séparés par le palais mou et communiquent via l'ostium intra-pharyngien. Le laryngopharynx (étage caudal), dorsal au larynx, est lui en continuité avec l'œsophage.

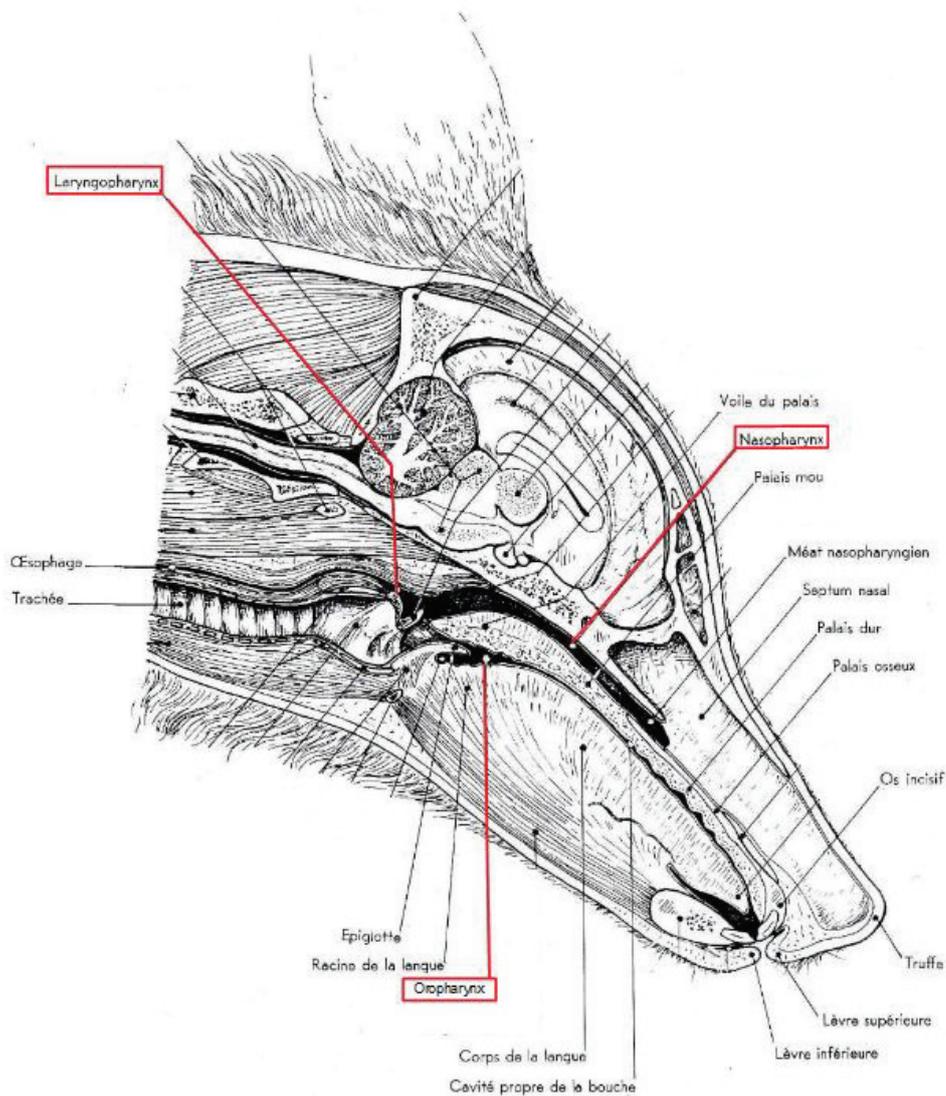


Figure 5 : Conformation interne du pharynx chez le chien (D'après Barone, 1997, modifié)

Lors du sondage naso-œsophagien et naso-gastrique, la sonde débouche dans le nasopharynx par les choanes et peut alors soit entrer dans le laryngopharynx puis l'œsophage, soit passer dans la trachée au travers du larynx. Le processus physiologique permettant d'empêcher le passage de la sonde dans la trachée est la déglutition au cours de laquelle l'épiglotte vient recouvrir la trachée (Figure 6). Il s'agit ici d'un réflexe involontaire (Goff, 2015) empêchant le bol alimentaire de passer dans les voies respiratoires qu'il faudra tenter de déclencher lors de la pose de sondes naso-

entérales. La sonde peut également passer dans la cavité buccale via l'ostium intrapharyngien.

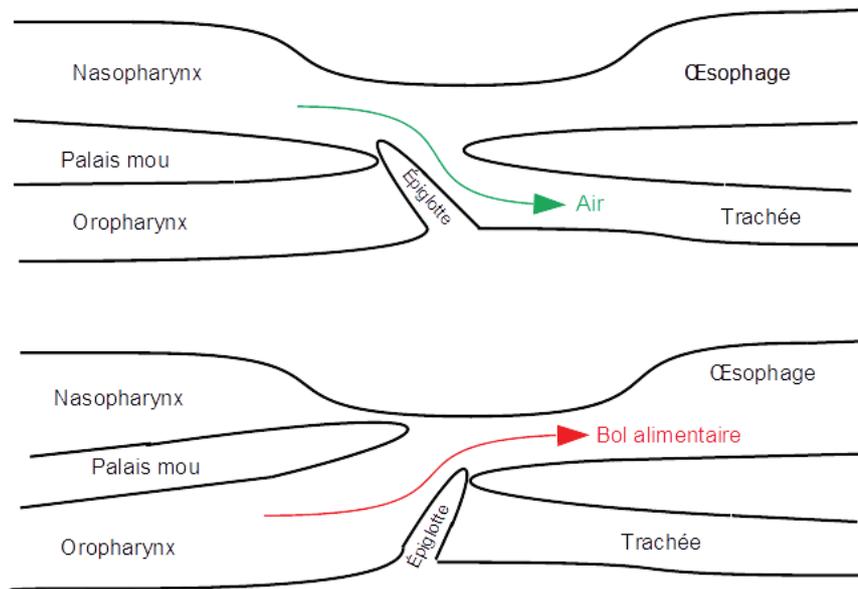


Figure 6 : Schématisation du réflexe de déglutition (Meynard Clara, d'après Goff, 2015)

b. Structure anatomique de l'encolure et du thorax : l'œsophage

L'œsophage est le conduit reliant le laryngopharynx au cardia de l'estomac et mesure environ trente centimètres chez un chien de taille moyenne. Il s'agit d'un organe dilatable dont le diamètre à vide d'environ 2 centimètres peut tripler lors du passage du bol alimentaire. L'œsophage est divisé en trois parties : une partie cervicale, une partie thoracique, et une partie abdominale très courte (Figure 7). Les sondes naso-œsophagiennes terminent leur course dans l'œsophage tout en restant en avant du cardia afin de ne pas irriter ce dernier.

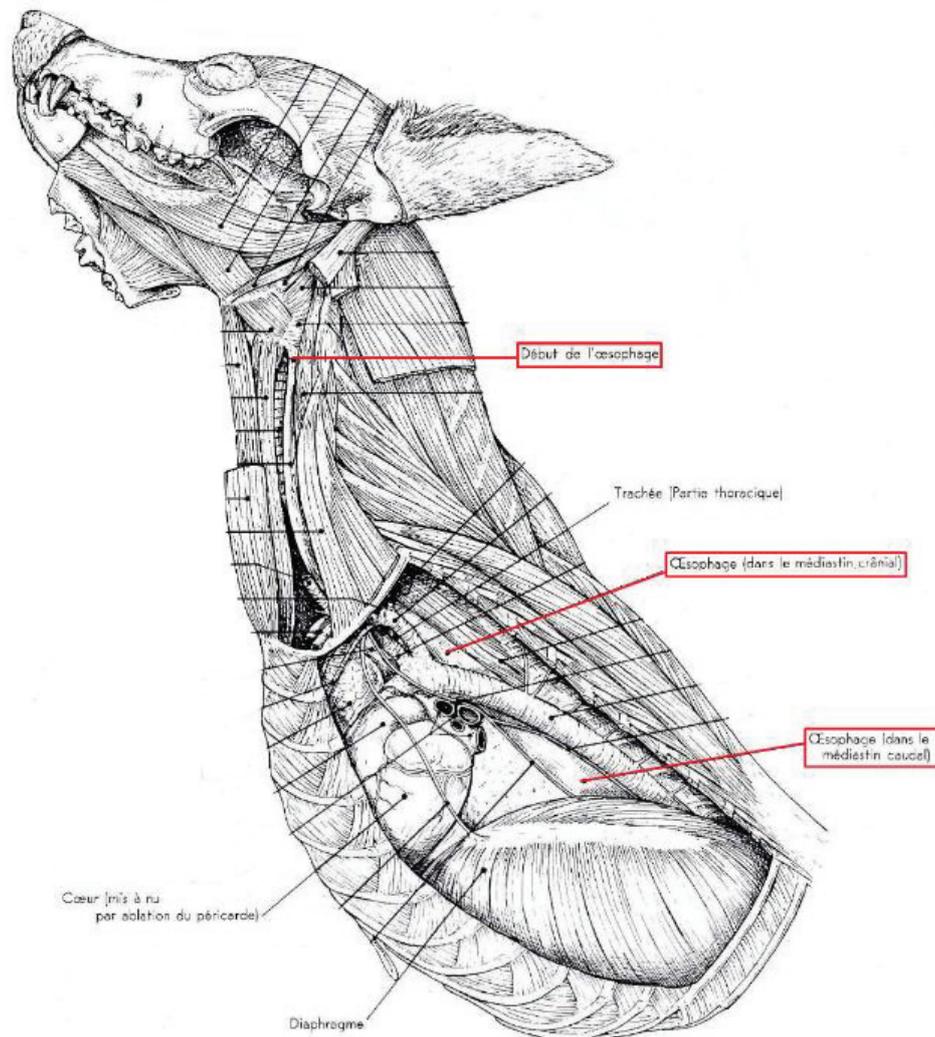


Figure 7 : Trajet cervical et thoracique de l'œsophage chez le chien (D'après Barone, 1997, modifié)

c. Structure anatomique de l'abdomen : l'estomac

Les sondes naso-gastriques, elles, traversent le cardia et pénètrent dans l'estomac. Ce dernier possède une forme globale de besace allongée composée de (Figure 8) :

- Deux faces, l'une pariétale au contact du diaphragme dorsalement à gauche et du foie ventralement à droite, et l'autre viscérale en rapport notamment avec les anses intestinales.

- Deux courbures, une petite courbure dorsale portant le cardia et une grande courbure ventrale.
- Deux extrémités, le fundus à gauche du plan médian et la partie pylorique (terminée par le pylore) à droite du plan médian. Le corps de l'estomac est compris entre ses deux extrémités.

Chez le chien, l'estomac est un organe très dilatable dont le volume peut varier de 0.5 à 7 litres. Lorsqu'il est vide, l'estomac est entièrement sous-costal et atteint la 10^{ème} ou 12^{ème} côte. Lorsqu'il est plein, l'estomac occupe presque la moitié de la cavité abdominale et se situe en regard de la 3^{ème} ou 4^{ème} vertèbre lombaire, il est alors palpable en arrière du cercle de l'hypochondre à gauche.

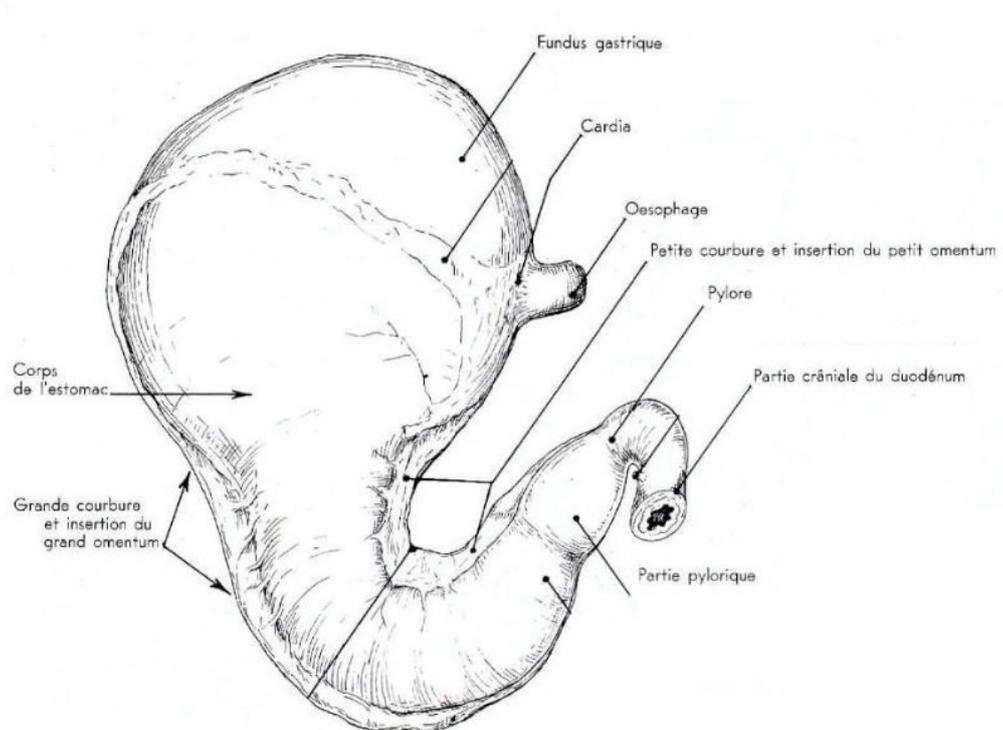


Figure 8 : Conformation externe de l'estomac chez le chien (D'après Barone, 1997, modifié)

II. Les techniques de poses de sondes nasales

1. La pose de sondes nasales à oxygène

L'oxygénothérapie regroupe l'ensemble des méthodes d'administration d'oxygène aux patients nécessitant une supplémentation.

Les sondes nasales à oxygène sont une technique d'oxygénothérapie peu invasive et souvent bien tolérée. Nous allons présenter dans cette partie leur mise en place.

a. Indications et intérêts

En médecine vétérinaire, l'oxygénothérapie est très couramment utilisée. Dans un contexte d'urgence, l'apport d'oxygène peut permettre la stabilisation du patient en augmentant la fraction inspirée en oxygène (F_{iO_2}) et donc le contenu artériel en oxygène.

La supplémentation en oxygène est indiquée chez les patients présentant une pression partielle artérielle en oxygène (P_{aO_2}) inférieure à 70 mmHg, une saturation pulsée en oxygène (SpO_2) inférieure à 93% (Mazaferro, 2023), ou présentant des efforts respiratoires importants. L'oxygénothérapie est également prescrite pour toute autre maladie à l'origine d'une diminution de la distribution d'oxygène aux tissus (DO_2).

Les sondes nasales à oxygène font partie des techniques modérément invasives (Boyle, 2012) d'oxygénothérapie. Étant très bien tolérées, elles peuvent être utilisées dans le cadre d'une oxygénothérapie à long terme et sont d'ailleurs indiquées lorsque la supplémentation en oxygène dépasse les 24 heures (Mazaferro, 2023). Leur mise en place permet également au praticien d'avoir accès au patient sans pour autant interrompre la supplémentation en oxygène (Guenther, 2019).

b. Contre-indications

Les contre-indications à la pose de sondes nasales à oxygène regroupent toute affection des narines et cavités nasales rendant impossible leur mise en place (fracture, sténose, obstruction, rhinite, etc), les traumatismes de la face, les traumatismes crâniens, la présence d'un jetage ou d'une épistaxis abondante.

c. Matériel et technique

c.1. Matériel

Le tableau suivant liste l'ensemble du matériel nécessaire à la pose d'une sonde nasale à oxygène.

Tableau I : Matériel nécessaire à la pose d'une sonde nasale à oxygène (Meynard Clara, d'après Boyle, 2012)

Préparation de l'opérateur	Préparation du patient	Préparation de la sonde et sondage	Fixation et protection
<ul style="list-style-type: none">Gants non stériles	<ul style="list-style-type: none">Anesthésiant local topique (exemple : xylocaïne® en spray)	<ul style="list-style-type: none">Sonde nasale de diamètre adapté à la taille du chien (3.5-5 F : chiens de petite taille, 5-8 F : chiens de taille moyenne, 8-10 F : chiens de grande taille)Adhésif ou marqueur	<ul style="list-style-type: none">Matériel de fixation de la sonde : adhésif, agrafes, fil à peauCollerette

c.2. Technique

Etape 1 : Préparation du matériel

L'ensemble du matériel nécessaire au sondage est rassemblé (Figure 9).



Figure 9 : Matériel nécessaire à la réalisation d'une pose de sonde nasale à oxygène (Meynard Clara)

Etape 2 : Mesure de la longueur de la sonde

Le port de gants est conseillé tout au long de la procédure.

A l'aide de la sonde, mesurer la distance entre la narine et le canthus médial de l'œil ipsilatéral (Figure 10). Appliquer un repère à l'aide d'un marqueur ou d'un bout d'adhésif afin de renseigner la longueur de sonde mesurée, ou visualiser la graduation adaptée.



Figure 10 : Mesure de la longueur de la sonde nasale à oxygène (Meynard Clara)

Etape 3 : Préparation du patient-Anesthésie de la narine

Pulvériser dans la narine un puff de lidocaïne ou de xylocaïne en spray (Figure 11). L'anesthésique local fait effet en 1 minute environ. Il peut faire baver l'animal (en particulier le chat).



Figure 11 : Anesthésie locale de la narine (Meynard Clara)

Etape 4 : Mise en place de la sonde

Placer l'animal en décubitus sternal, en position assise ou debout.

Relever légèrement le planum nasal et insérer délicatement la sonde en direction ventro-médiale afin d'accéder au méat ventral (Mazaferro, 2023) de la cavité nasale (Figure 12) et d'éviter de se perdre et de buter dans les cornets nasaux et donc de léser la muqueuse nasale.



Figure 12 : Relevé du planum nasal et insertion de la sonde en direction ventro-médiale (Meynard Clara)

Faire progresser la sonde (Figure 13) jusqu'à ce que le repère (marqueur, adhésif, graduation) arrive au niveau de la narine.



Figure 13 : Avancement de la sonde nasale à oxygène dans la cavité nasale (Meynard Clara)

Etape 5 : Fixation de la sonde

Fixer la sonde sur la peau le plus près possible de la jonction cutané-nasale (Holden & Drobotz, 2018) à l'aide d'adhésif ou d'agrafes, de sutures ou encore de colle. A l'aide d'un adhésif et d'agrafes ou de sutures, fixer de nouveau la sonde sur le côté de la tête au niveau du maxillaire latéral (Mazaferro, 2023) (Figure 14), sur le chanfrein ou encore sur le front (Boyle, 2012) en la faisant passer entre les deux yeux du patient.



Figure 14 : Sonde nasale à oxygène fixée sur le côté de la tête du patient à l'aide d'agrafes et d'adhésif (Meynard Clara)

Etape 6 : Protection de la sonde

Afin de protéger la sonde et d'éviter que le patient ne l'arrache, le port de la collerette est conseillé.

Une fois la sonde nasale mise en place, elle pourra être reliée à un système délivrant de l'oxygène (Figure 15, Figure 16, Figure 17).



Figure 15 : Prise murale délivrant de l'oxygène (Meynard Clara)

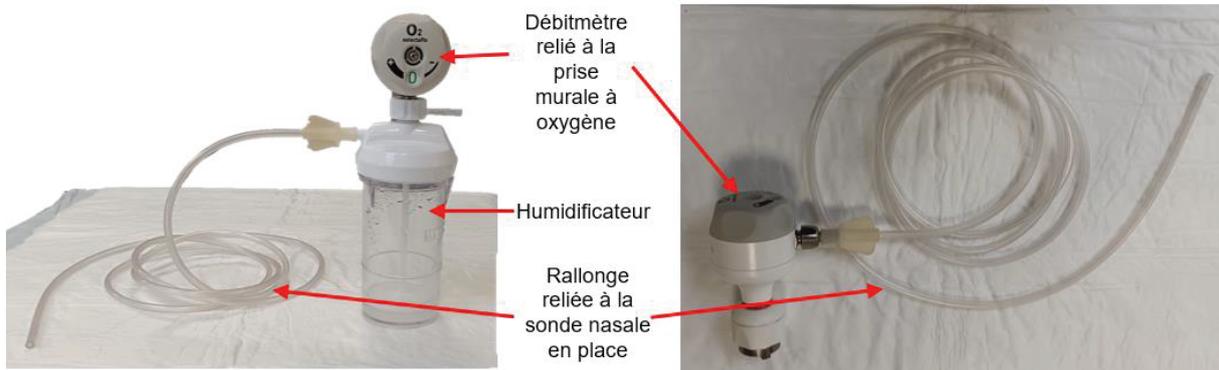


Figure 16 : Débitmètre et système de connexion de la sonde nasale à la source d'oxygène avec ou sans humidificateur (Meynard Clara)

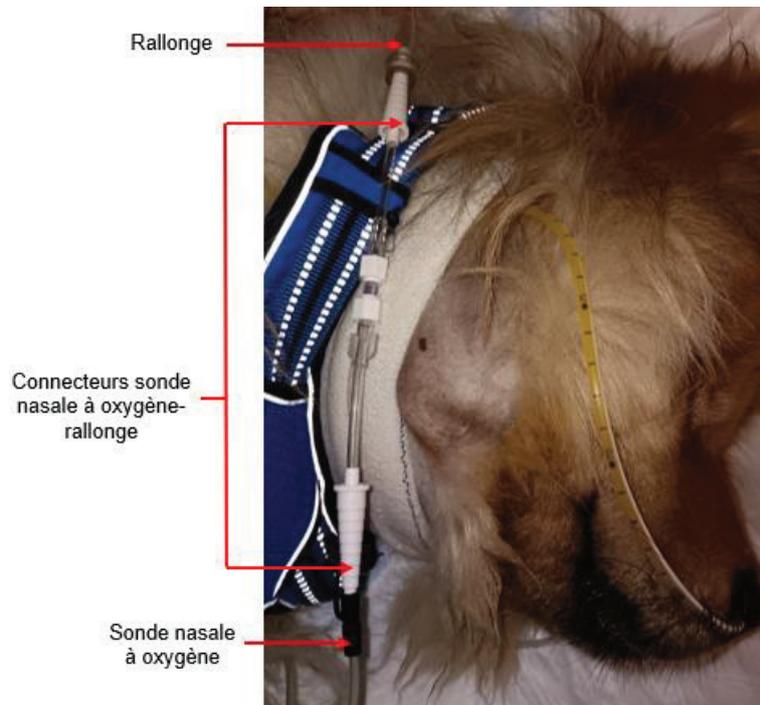


Figure 17 : Connexion de la sonde nasale à oxygène au circuit délivrant de l'oxygène (Meynard Clara)

Si de nombreuses sources affirment qu'une humidification de l'oxygène est indispensable afin de ne pas assécher et léser la muqueuse nasale, la question fait en réalité débat et ce surtout en médecine humaine. En effet, en milieu hospitalier l'humidification de l'oxygène n'est mise en place qu'à partir de débits de 5 à 6 L/min (Ward, 2013) ce qui que concorde avec le fait qu'une gêne nasale ne serait ressentie de manière significative chez les patients sondés qu'à partir de débits d'oxygène de 3 L/min (Miyamoto & Nishimura, 2008). Cependant d'autres études concluent qu'une baisse significative de l'humidité intranasale se produit lors de l'utilisation de sondes nasales avec de l'oxygène sec et ce à partir de débit de 1 L/min (Dellweg et al., 2013). Il semble finalement que l'utilisation d'un oxygène humidifié soit à adapter à la durée de l'oxygénothérapie, à la pathologie et à la tolérance propre du patient.

Les sondes nasales à oxygène permettent de fournir une FiO_2 comprise entre 30 et 50% en unilatéral et entre 30 et 70% en bilatéral (Sumner & Rozanski, 2013). Afin d'obtenir une FiO_2 significativement supérieure à celle de l'air ambiant, il est nécessaire d'utiliser des débits d'oxygène supérieurs à 100 ml/kg/min et qu'un débit de 400 ml/kg/min permet d'obtenir une FiO_2 légèrement supérieure à 70% (72.4%) (Jagodish, 2019). Cependant un tel débit n'est absolument pas toléré par les patients (même avec une pose de sonde bilatérale) et une telle valeur de FiO_2 engendrerait une toxicité de l'oxygène (Dunphy et al., 2002). En général les débits utilisés sont donc compris entre 50 et 150 ml/kg/min.

Lorsque le patient présente une détresse respiratoire sévère, il est possible de placer une sonde nasale dans chaque narine afin d'augmenter la FiO_2 tout en veillant à ne pas créer une toxicité de l'oxygène (Dunphy et al., 2002).

Etape 7 : Retrait de la sonde

Après retrait des éléments de fixation, tirer délicatement sur la sonde jusqu'à son retrait complet.

d. Risques et complications

Les sondes nasales à oxygène présentent peu de complications. Parmi les principales complications rencontrées on retrouve :

- Les lésions de la muqueuse nasale et de l'épistaxis lors de la mise en place de la sonde.
- Une intolérance de la sonde par le patient lui causant des crises d'éternuements (Mazaferro, 2023). Afin d'améliorer le confort du patient, il est possible de placer une sonde nasale en bilatérale afin de diviser par deux le débit (Dunphy et al., 2002), de diminuer le débit d'oxygène administré si cela ne fait pas chuter la SpO₂ du patient, ou encore d'avoir recours à un anesthésique local (lidocaïne ou xylocaïne en spray).
- Un assèchement et une irritation de la muqueuse nasopharyngée (Boyle, 2012). Afin d'éviter cela une humidification de l'oxygène peut être envisager mais encore une fois cela dépend en réalité du débit d'oxygène utilisé, de la durée d'oxygénothérapie et de la tolérance du patient.
- Une dilatation aérique de l'estomac (Boyle, 2012).
- Une toxicité de l'oxygène pour l'épithélium pulmonaire. Pour éviter cette toxicité, il est recommandé de pas administrer une FiO₂ supérieure à 60 % pendant plus de 24 à 72 heures (Mazaferro, 2023) sachant qu'une FiO₂ de 60% est atteinte à un débit de 100 mL/kg/min avec une pose de sonde bilatérale (Dunphy et al., 2002).

2. La pose de sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques

Aujourd'hui la nutrition est considérée par la WSAVA (*World Small Animal Veterinary Association*) comme étant la cinquième constante vitale de l'examen des petits animaux après la température, la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire et la douleur (Freeman et al., 2011).

Les patients atteints d'affections graves sont dans la plupart des cas dénutris en raison des effets cataboliques de la maladie primaire mais aussi souvent d'une prise

alimentaire inadéquate (Chan, 2023 et Villaverde & Larsen, 2023). Cette dénutrition est souvent associée, chez les patients hospitalisés, à une issue défavorable (Molina et al., 2018). En soins intensifs, le support nutritionnel vise donc à éviter le développement et/ou à traiter la dénutrition chez les patients au cours de leur hospitalisation afin d'améliorer leur pronostic (Brunetto et al., 2010).

Le soutien nutritionnel peut être réalisé par voie entérale ou par voie parentérale. La voie entérale est à privilégier en premier lieu si le tractus gastro-intestinal du patient est fonctionnel (Woodcock et al., 2001). Cette voie permet également de préserver la structure et la fonction de la muqueuse gastro-intestinale, de maintenir le développement des structures lymphoïdes intestinales (Desai et al., 2014) et de conserver une motilité digestive.

Afin d'assurer une alimentation précoce, la mise en place de sondes entérales est primordiale. Cette réalimentation précoce (entre 12 et 48 heures après hospitalisation) est bien tolérée par les patients et permet de réduire leur durée d'hospitalisation comme cela a été montré dans la prise en charge d'affections graves comme la péritonite septique (Liu et al., 2012), la pancréatite aiguë (Harris et al., 2017) et la parvovirose (Mohr et al., 2003).

Il est donc important de maîtriser ce geste technique.

a. Indications et intérêts

Les sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques, sont indiquées dans le cadre d'une réalimentation à court terme (entre 1 et 10 jours) chez les patients ne présentant pas de lésions des cavités nasales, du pharynx, de l'œsophage, de l'estomac et des intestins (Campbell & Harvey, 2012). En effet, en abouchant respectivement dans l'œsophage et l'estomac, elles permettent la mise en jeu de la quasi-totalité du tube digestif.

Faciles à mettre en place, elles peuvent être posées sur des patients vigiles ou légèrement sédatisés si ces derniers sont agités. Ces sondes de réalimentation sont donc indiquées chez les patients ne pouvant subir une anesthésie générale (Chan, 2023). L'anesthésie générale est d'ailleurs déconseillée lors de ce type de

sondage car le réflexe de déglutition doit être conservé (Cambournac & Pouzot-Nevoret, 2015).

Les sondes naso-gastriques par rapport aux sondes naso-œsophagiennes permettent également de quantifier le volume gastrique résiduel (Hanson & Rudloff, 2019) et de détecter un éventuel dysfonctionnement digestif haut.

L'inconvénient majeur des sondes nasales de réalimentation est que, du fait de leur faible diamètre, seules les préparations liquides peuvent être administrées.

Les sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques peuvent dans le même temps être utilisées pour administrer des traitements par voie per os (Hanson & Rudloff, 2019).

b. Contre-indications

Les contre-indications à la pose des sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques regroupent toute affection des narines, cavités nasales, pharynx et œsophage rendant impossible leur mise en place, les traumatismes de la face, les traumatismes crâniens et la détresse respiratoire. Sur des patients présentant des vomissements répétés, une absence de réflexe nauséux (Chan, 2023) ou un état comateux (Campbell & Harvey, 2012), il sera important de protéger les voies respiratoires (intubation) pour éviter les fausses déglutitions.

c. Matériel et technique

c.1. Matériel

Le tableau suivant liste l'ensemble du matériel nécessaire à la pose d'une sonde naso-œsophagienne ou naso-gastrique

Tableau II : Matériel nécessaire à la pose de sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques
(Meynard Clara, d'après Cambournac & Pouzot-Nevoret, 2015)

Préparation de l'opérateur	Préparation du patient	Préparation de la sonde et sondage	Fixation et protection
<ul style="list-style-type: none"> Gants non stériles 	<ul style="list-style-type: none"> Anesthésiant local topique (exemple : xylocaïne® en spray) 	<ul style="list-style-type: none"> Sonde alimentaire adaptée à la taille du chien (5-8F : chien de moins de 15 kg, 8-12F : chiens de plus de 15 kg) Adhésif ou marqueur Gel lubrifiant Seringue sèche 	<ul style="list-style-type: none"> Matériel de fixation de la sonde : adhésif, agrafes, fil à peau Collerette

c.2. Technique

Etape 1 : Préparation du matériel

L'ensemble du matériel nécessaire au sondage est rassemblé (Figure 18).



Figure 18 : Matériel nécessaire à la réalisation d'un sondage naso-œsophagien et naso-gastrique
(Meynard Clara)

Etape 2 : Mesure de la longueur de la sonde

Le port de gants est conseillé tout au long de la procédure.

A l'aide de la sonde, mesurer la distance entre la narine et la 9^{ème} espace intercostal pour les sondes naso-œsophagiennes et la 13^{ème} côte pour les sondes nasogastriques (Figure 19).



Figure 19 : Mesure de la longueur de sonde nécessaire pour un sondage naso-œsophagien et nasogastrique (Meynard Clara)

Appliquer un repère à l'aide d'un marqueur ou d'un bout d'adhésif afin de renseigner la longueur de sonde mesurée, ou visualiser la graduation adaptée.

Etape 3 : Préparation du patient-Anesthésie de la narine

Pulvériser dans la narine un puff de lidocaïne ou de xylocaïne en spray (Figure 11).
L'anesthésique local fait effet en 1 minute environ.

Etape 4 : Lubrification de la sonde

Lubrifier l'extrémité de la sonde à l'aide du gel lubrificateur (Figure 20).



Figure 20 : Lubrification de l'extrémité de la sonde (Meynard Clara)

Etape 5 : Mise en place de la sonde

Placer l'animal en décubitus sternal, en position assise ou debout, avec la tête légèrement relevée et le cou en extension.

Relever le planum nasal (Figure 21).



Figure 21 : Relevé du planum nasal (Meynard Clara)

Insérer délicatement la sonde en direction ventro-médiale afin d'accéder au méat ventral de la cavité nasale (Figure 22).



Figure 22 : Insertion de la sonde en direction ventro-médiale (Meynard Clara)

Faire progresser la sonde tout en maintenant la tête et le cou en extension chez les patients vigiles afin de déclencher un réflexe de déglutition, et en flexion chez les patients sédatisés afin d'aider à la fermeture de la trachée (Cambournac & Pouzot-Nevoret, 2015)

Stopper l'avancement de la sonde lorsque le repère (marqueur ou adhésif) ou la graduation adéquate arrive au niveau de la narine

Etape 6 : Fixation de la sonde

Fixer la sonde sur la peau le plus près possible de la narine à l'aide d'adhésif et d'agrafes (Figure 23) ou de sutures (points simples et laçage chinois) (Figure 24). A l'aide d'adhésif et d'agrafes ou de sutures, fixer de nouveau la sonde sur le côté de la tête en la faisant passer sous l'oreille ou au sommet du crâne en la faisant passer entre les deux yeux du patient (Cambournac & Pouzot-Nevoret, 2015).



Figure 23 : Fixation de la sonde à l'aide d'agrafes (Meynard Clara)

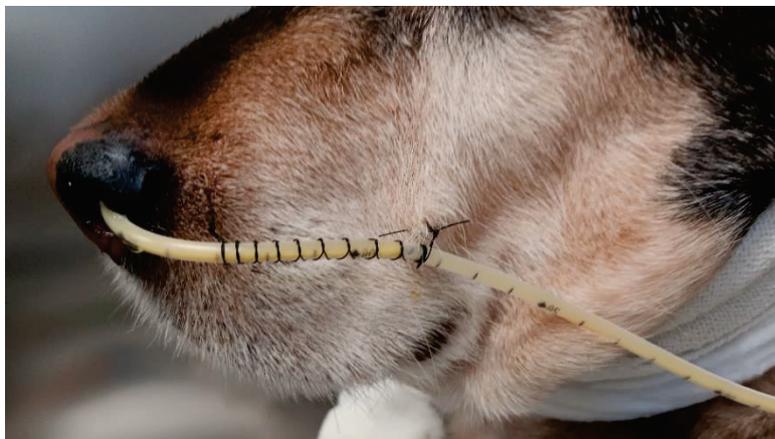


Figure 24 : Fixation de la sonde à l'aide de points simples et d'un laçage chinois (Meynard Clara)

Etape 7 : Protection de la sonde

Afin de protéger la sonde et d'éviter que le patient ne l'arrache, le port de la collerette est conseillé

Etape 8 : Vérification de la position de la sonde

Le bon placement de la sonde peut être vérifié par aspiration à l'aide de la seringue sèche (Figure 25). Aspirer du vide ou du contenu gastrique oriente vers un positionnement de la sonde dans le tractus digestif, au contraire, aspirer de l'air, oriente vers un positionnement de la sonde dans les voies respiratoires (trachée).



Figure 25 : Aspiration à la seringue sèche (Meynard Clara)

Etape 9 : Confirmation du bon positionnement de la sonde par radiographie thoracique (Figure 26 et Figure 27)

La confirmation radiographique (cliché en vue latérale droite du thorax) du positionnement de la sonde est obligatoire avant de débuter la réalimentation. Les sondes naso-œsophagiennes doivent être situées dans le tiers distal de l'œsophage (en avant du cardia) et les sondes naso-gastriques doivent être au niveau du fundus de l'estomac (Campbell & Harvey, 2012).

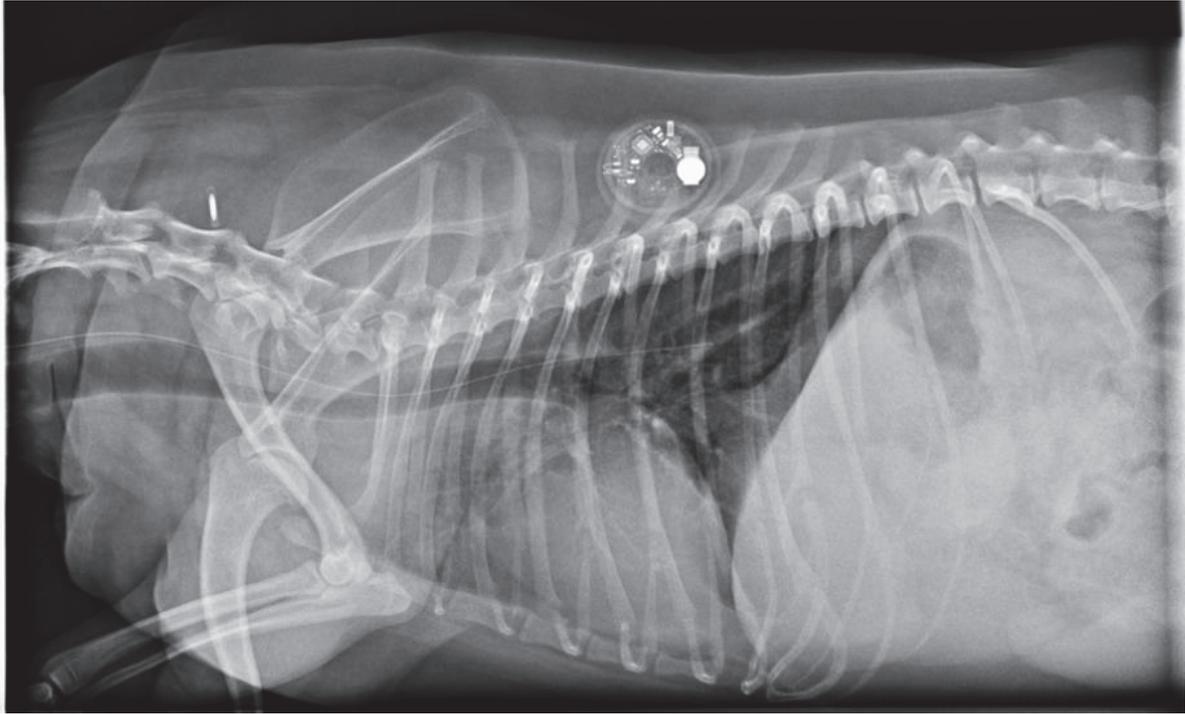


Figure 26 : Sonde naso-œsophagienne en place (Service d'Imagerie de VetAgro Sup)

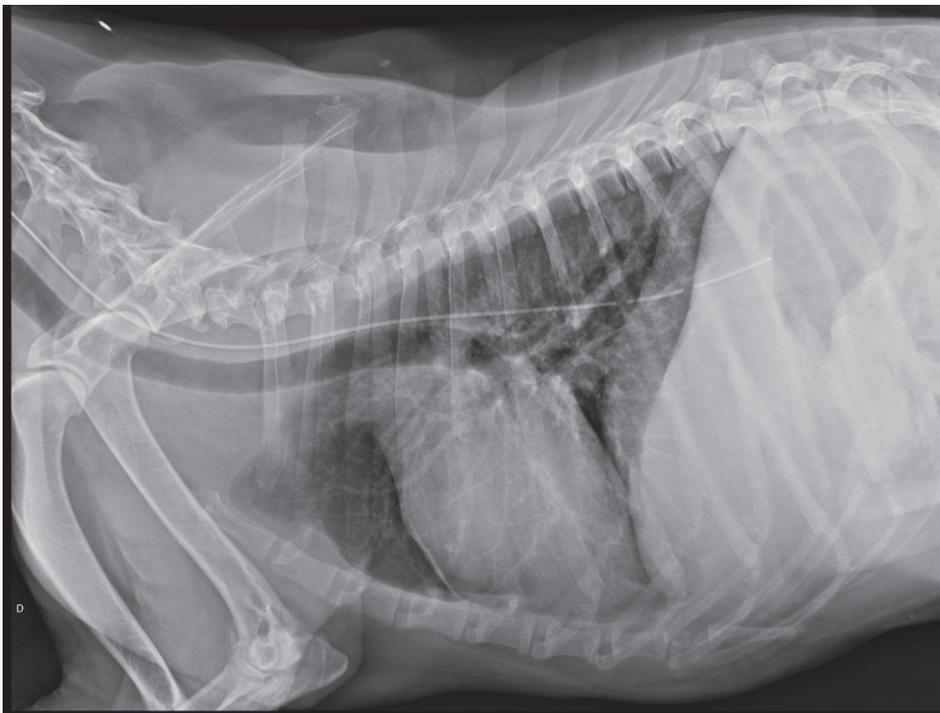


Figure 27 : Sonde naso-gastrique en place (Service d'Imagerie de VetAgro Sup)

Etape 10 : Retrait de la sonde

Après retrait des éléments de fixation, tirer délicatement sur la sonde jusqu'à son retrait complet.

d. Risques et complications

Les sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques présentent des taux de complication faibles et similaires (Yu et al., 2013).

Certaines complications sont dues à la mise en place de la sonde comme l'épistaxis ou encore le positionnement de la sonde dans la trachée avec possible lésion de l'épiglotte ou de la trachée.

D'autres complications sont liées à la sonde en place comme les éternuements, la rhinite, la sinusite, l'œsophagite ou encore le retrait de la sonde par le patient.

Il existe enfin des complications liées à la réalimentation entérale avec par exemple l'obstruction de la sonde par la préparation entérale. Il s'agit d'une complication fréquente qui peut être évitée en flushant la sonde avant et après la réalimentation avec environ 5mL d'eau (Chan, 2019). La sonde peut également être débouchée en instillant du coca. La réalimentation par sonde peut aussi provoquer des troubles digestifs chez le patient tels que la diarrhée, des régurgitations et des vomissements. Les vomissements répétés peuvent déloger la sonde qui peut alors soit passer dans la cavité buccale, soit dans la trachée du patient. Il est alors nécessaire de recontrôler radiographiquement le positionnement de la sonde. Les vomissements augmentent également le risque de bronchopneumonie par fausse déglutition, surtout chez les patients très débilisés. Un traitement antiémétique est donc conseillé chez les patients souffrant de vomissements (Chan, 2019).

III. Création du modèle pédagogique

1. Intérêt de la création d'un modèle pédagogique pour l'apprentissage des poses de sondes nasales

a. Réalisation des gestes techniques au sein de VetAgro Sup

Au cours de l'année 2024 (du 01/01/2024 au 31/12/2024), 22 poses de sondes nasales à oxygène (nombre probablement sous-estimé en raison de la non-facturation des actes) et 267 poses de sondes naso-entérales ont été réalisées sur des chiens et des chats hospitalisés au SIAMU du campus de vétérinaire de VetAgro Sup. La fréquence de ces actes au sein des cliniques du campus vétérinaire, et leur réalisation par les étudiants dès la 4^{ème} année d'étude, justifie la création d'un modèle pédagogique pour leur apprentissage.

b. Principaux objectifs de la création du modèle pédagogique

Ce modèle pédagogique, regroupant en réalité deux ateliers d'apprentissage du sondage nasal (pose de sonde nasale à oxygène et pose de sonde naso-entérale), possède deux grands objectifs : d'une part, la découverte ou la révision de la théorie du geste selon l'année d'étude de l'étudiant, et d'autre part un entraînement à réalisation pratique du geste et ce jusqu'à sa maîtrise avant de le reproduire sur un patient réel.

Le modèle pédagogique sera laissé à la disposition des étudiants dans la salle de simulation Vetskills et pourra également être intégré lors des séances de travaux dirigés de l'Unité d'Enseignements « Soins Intensifs ».

2. Conception du modèle pédagogique

a. Caractéristiques du modèle pédagogique

a.1. Caractéristiques physiologiques

Le modèle pédagogique correspond à un individu appartenant à l'espèce canine, d'âge adulte et de sexe indifférencié (mâle ou femelle).

a.2. Caractéristiques physiques

a.2.1. Taille

Le modèle correspond à une peluche (Figure 28) de gabarit compatible avec un chien de type Beagle de 15kg dans son entièreté.



Figure 28 : Peluche utilisée pour la conception du modèle pédagogique (Meynard Clara)

a.2.2. Position

Lors du sondage, qu'il s'agisse d'une sonde nasale à oxygène ou d'une sonde naso-entérale, le patient est positionné en décubitus sternal ou en position assise ou debout. Le modèle étant ici représenté par une peluche inerte, il sera donc placé en décubitus sternal.

a.2.3. Niveau de réalisme

Les poses de sondes nasales à oxygène et naso-entérales sont des gestes à savoir maîtriser. La difficulté de ces actes est essentiellement liée à la structure

complexe des cornets nasaux et à la possibilité de passage de la sonde dans la trachée lors du sondage naso-entéral. Le modèle pédagogique est donc conçu avec le niveau de réalisme le plus élevé possible (réalisation d'une truffe caoutchouteuse, reproduction de la consistance et de la structure des cornets nasaux, possibilité de passage de la sonde dans la trachée comme dans l'œsophage lors du sondage...) afin de créer une reproduction conforme des difficultés et des sensations rencontrées lors de la réalisation d'un sondage nasal et naso-entéral.

a.3. Fonctionnalités du modèle pédagogique

a.3.1. Préparation du matériel, du patient et de l'opérateur

Tableau III : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée aux étapes de préparation du matériel, du patient et de l'opérateur (Meynard, Clara)

ETAPE 1 : PREPARATION DU MATERIEL	
Compétence	Choisir le matériel adéquat pour réaliser la pose de sonde à oxygène et la pose de sonde naso-entérale sur un chien de type Beagle de 15 kg
Conception	Mise à disposition du matériel nécessaire et de matériel non nécessaire
ETAPE 2 : PRÉPARATION DU PATIENT	
Compétence	Placer l'animal en décubitus sternal et pulvériser un anesthésique local dans la narine
Conception	Mise à disposition d'un spray de lidocaïne ou de xylocaïne
ETAPE 3 : PRÉPARATION DE L'OPÉRATEUR	
Compétence	Mettre des gants non stériles
Conception	Mise à disposition de gants non stériles

a.3.2. Les sondes nasales à oxygène

Tableau IV : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée à la pose d'une sonde nasale à oxygène (Meynard Clara)

ETAPE 1 : PRÉPARATION DE LA SONDÉ	
Compétence	Mesurer la longueur nécessaire au sondage et lubrifier l'extrémité de la sonde
Conception	Mise à disposition d'une sonde nasale à oxygène graduée et de gel lubrifiant
ETAPE 2 : MISE EN PLACE DE LA SONDÉ	
Compétence	Relever le planum nasal et insérer la sonde en direction ventro-médiale dans la cavité nasale jusqu'à atteindre la graduation adéquate
Conception	<ul style="list-style-type: none"> • Truffe en matériau silicone caoutchouteux • Moulage des cavités nasales et des cornets nasaux en silicone
ETAPE 3 : FIXATION DE LA SONDÉ	
Compétence	Fixer la sonde le plus proche possible de la narine puis en un second point sur la tête de l'animal (maxillaire, chanfrein, entre les deux yeux)
Conception	<ul style="list-style-type: none"> • Fixation possible de la sonde possible sur la fourrure du mannequin • Mise à disposition du matériel de fixation : fil de suture à peau, pince, porte-aiguille
ETAPE 4 : RETRAIT DE LA SONDÉ	
Compétence	Retirer les éléments de fixation puis tirer délicatement sur la sonde jusqu'à son retrait complet.

Conception	Mise à disposition d'un kit de retrait de points
-------------------	--

a.3.3. Les sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques

Tableau V : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée à la pose de sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques (Meynard Clara)

ETAPE 1 : PRÉPARATION DE LA SONDE	
Compétence	Mesurer la longueur nécessaire au type de sondage choisi (naso-œsophagien ou naso-gastrique) puis lubrifier l'extrémité de la sonde
Conception	<ul style="list-style-type: none"> • Mise à disposition d'une sonde naso-entérale graduée et de gel lubrifiant • Repérage des treize paires de côtes sur le mannequin
ETAPE 2 : MISE EN PLACE DE LA SONDE	
Compétence	Relever le planum nasal et insérer la sonde en direction ventro-médiale dans la cavité nasale jusqu'à atteindre la graduation adéquate
Conception	<ul style="list-style-type: none"> • Truffe en matériau silicone caoutchouteux • Moulage des cavités nasales et des cornets nasaux en silicone • Tête amovible : extension et flexion du cou possibles
ETAPE 3 : FIXATION DE LA SONDE	
Compétence	Fixer la sonde le plus proche possible de la narine (sutures et laçage chinois) puis en un second point sur la tête de l'animal (sous l'oreille ou au sommet du crâne)
Conception	<ul style="list-style-type: none"> • Fixation possible de la sonde possible sur la fourrure du mannequin

	<ul style="list-style-type: none"> Mise à disposition du matériel de fixation : fil de suture à peau, pince, porte-aiguille
ETAPE 4 : ESTIMATION DU BON POSITIONNEMENT DE LA SONDE	
Conception	Réalisation d'un circuit électrique permettant à l'opérateur de connaître la position de la sonde au cours même du sondage
ETAPE 5 : CONFIRMATION DU BON POSITIONNEMENT DE LA SONDE	
Compétence	Être capable d'évaluer le bon et le mauvais positionnement d'une sonde naso-entérale sur des clichés radiographiques
Conception	Réalisation d'un quizz avec diverses radiographies thoraciques de contrôle de poses de sondes naso-entérales (Annexe 3)
ETAPE 6 : RETRAIT DE LA SONDE	
Compétence	Retirer les éléments de fixation puis tirer délicatement sur la sonde jusqu'à son retrait complet.
Conception	Mise à disposition d'un kit de retrait de points

b. Fabrication du modèle pédagogique

b.1. Matériel et méthode

b.1.1. Modélisation des cavités nasales

b.1.1.1. Les échecs de l'utilisation de l'imagerie médicale et de la modélisation 3D

Afin d'obtenir la représentation la plus précise possible des cornets et méats nasaux, l'idée initiale était de modéliser puis d'imprimer en 3D les cavités nasales d'un chien à partir des images d'un examen tomodensimétrique récupérées auprès du service d'imagerie de VetagroSup. Malheureusement, les cornets nasaux étant des structures très complexes et fines, il est très difficile de les modéliser en 3D. En effet

plusieurs essais de modélisations puis d'impressions se sont soldés par un échec : les cavités nasales étaient soit pleines et l'insertion d'une sonde était impossible, soit au contraire totalement vides et la création du modèle pédagogique perdait tout son intérêt.

Face à cette difficulté il a alors été tenté l'impression 3D, non pas des structures osseuses des cavités nasales, mais de leur partie aérienne. Là aussi, avec des images d'examen tomodensimétrique simple (Figure 29) la modélisation et l'impression 3D ont été un échec.

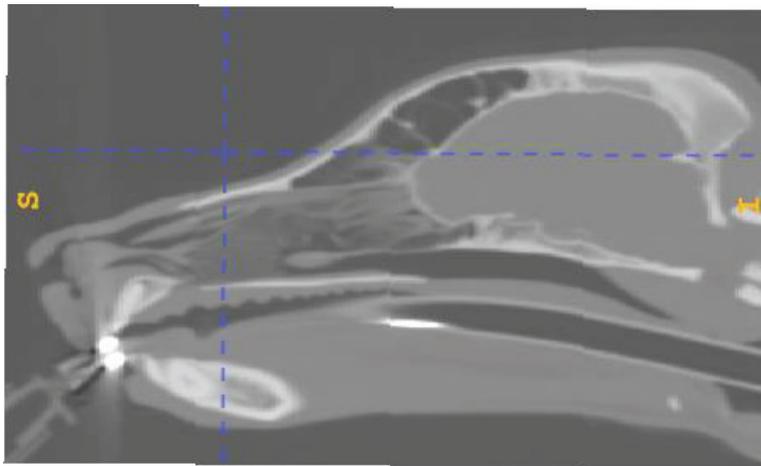


Figure 29 : Scanner simple d'une tête de chien (Meynard Clara)

Afin de trouver un moyen de délimiter clairement et de dilater cette partie aérienne des cavités nasales, il a été décidé, avec l'aval du Comité Ethique de VetAgroSup (Avis n°2463), de prélever la tête d'un cadavre de chien et d'injecter de l'eau (produit anéchogène) directement dans ses cavités nasales avant de réaliser un nouvel examen tomodensimétrique.

Avant la réalisation de l'examen d'imagerie la tête est rendue hermétique grâce à une ligature du palais mou, accessible après décapitation et ablation de l'ensemble larynx-trachée. La tête est ensuite positionnée à la verticale (narines vers le haut) dans une boîte pour l'examen tomodensimétrique (Figure 30).

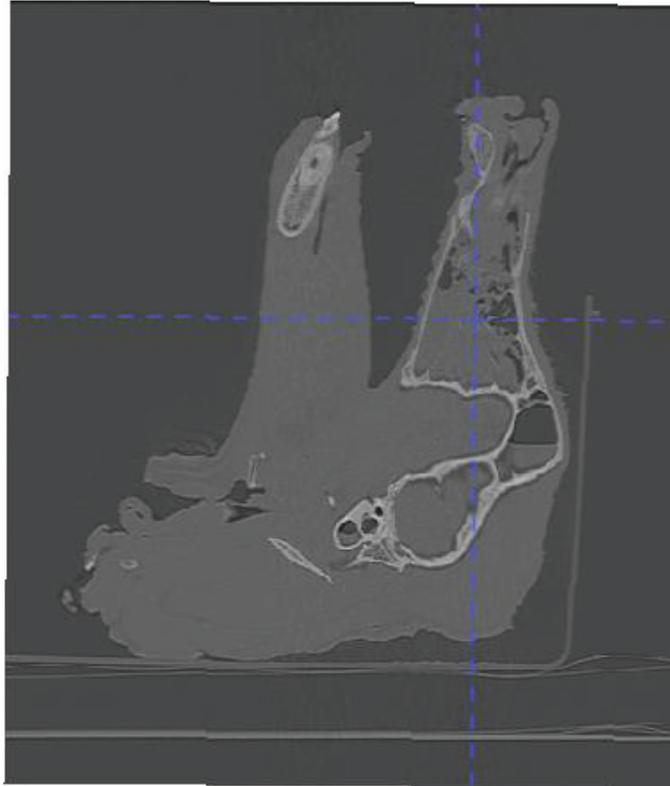


Figure 30 : Scanner de la tête de chien avec les cavités nasales remplies d'eau (Meynard Clara)

La modélisation 3D à partir de ces images de scanner s'est révélée être un nouvel échec.

b.1.1.2. Moulage des cavités nasales

b.1.1.2.1. Découpe des cavités nasales

Face aux échecs de la modélisations 3D, il a été décidé de réaliser un moulage direct des cavités nasales. Pour se faire, les cavités nasales de la tête de chien (congelée à la suite de l'examen de tomodynamimétrie) ont été coupées en quatre tranches dans le plan transversal (numérotées de 1 à 4) à l'aide de scies manuelles et d'un Dremel (Figure 31 et 32). Lors de la découpe certaines lamelles des cornets nasaux ont été arrachées mais la majorité des structures ont été conservées grâce à l'état congelé de la pièce anatomique.

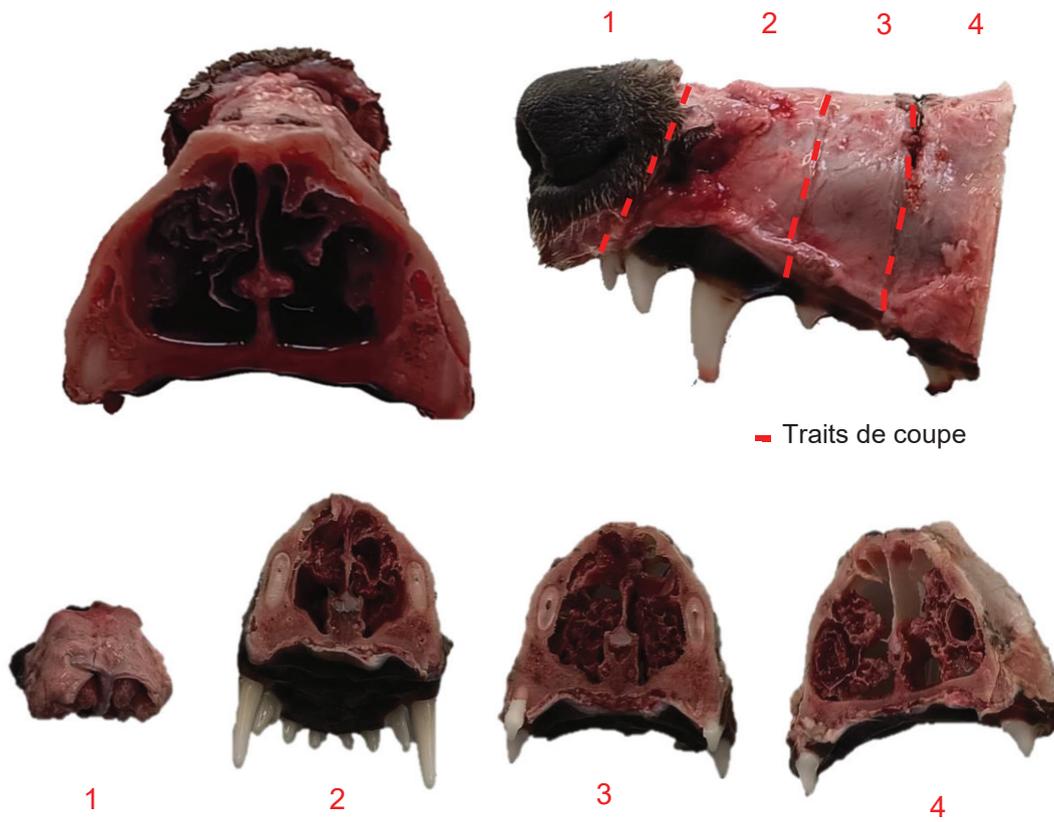


Figure 31 : Cavités nasales de chien découpées en quatre tranches (Meynard Clara)



Figure 32 : Matériel de découpe des cavités nasales (Meynard Clara)

b.1.1.2.2. Coulage du silicone

Après une phase de décongélation de 24 heures en chambre froide puis une phase de nettoyage (retrait du mucus et de la muqueuse nasale recouvrant les cornets nasaux), les quatre tranches de cavités nasales sont placées dans des pots et du silicone préalablement teinté en bleu est directement coulé par-dessus (Figure 33). Le silicone utilisé est le silicone Eco-Flex 50 de la marque Smooth On (Figure 34).



Figure 33 : Tranches de cavités nasales immergées dans le silicone Eco-Flex 50 (Meynard Clara)



Figure 34 : Silicone Ecoflex 00-50 (Meynard Clara)

Les pots remplis de silicone sont ensuite placés dans une cloche à vide (Figure 35) afin de retirer l'air emprisonné entre les cornets nasaux et de permettre au silicone de remplir toutes les circonvolutions.



Figure 35 : Tirage du silicone sous vide (Meynard Clara)

b.1.1.2.3. Démoulage du silicone

Après une phase de polymérisation de 24 heures (Figure 36), le silicone est démoulé après section de l'os nasal et retrait à la pince des cornets nasaux. La coloration bleue facilite la différenciation entre le moulage en silicone et les cornets nasaux.

Ce procédé a permis d'obtenir un moulage quasi parfait de la partie aérienne des cavités nasales (Figure 37) et ce même pour la tranche 3 au niveau de laquelle le cornet nasal ventral est le plus compliqué (Figure 38).

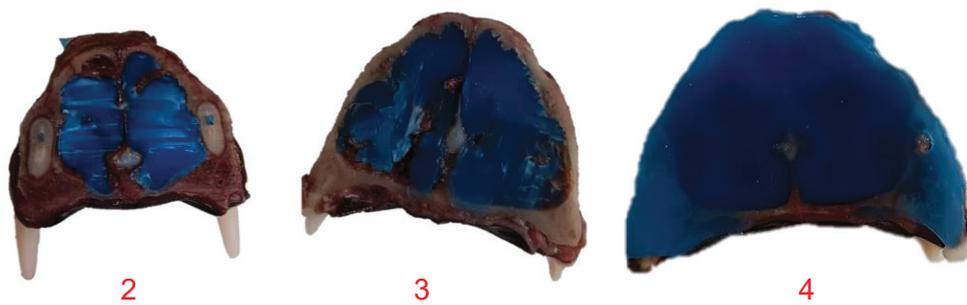


Figure 36 : Tranches n°2,3 et 4 avant démoulage du silicone Eco-Flex 50 (Meynard Clara)

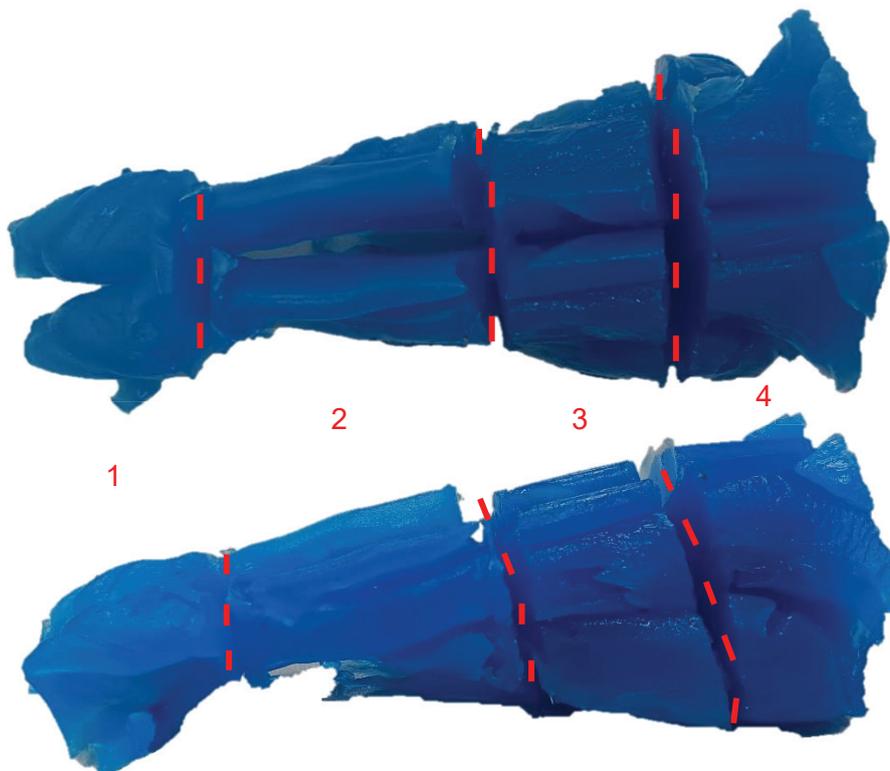


Figure 37 : Tranches n°1,2,3 et 4 en vue dorsale et latérale (Meynard Clara)



Figure 38 : Vue ventrale du moulage de la tranche 3 (Meynard Clara)

b.1.1.2.4. Assemblage des tranches de silicone

Les tranches n°2, 3 et 4 sont collées entre elles grâce au silicone à prise rapide Skin Tite de la marque Smooth On (Figure 39 et Figure 40) afin d'obtenir un moulage interne continu des cavités nasales.

La tranche n°1 n'est finalement pas assemblée aux autres car elle est également modélisée dans le moule 3D du nez de chien réalisé par la suite (Figure 44).



Figure 39 : Moulage interne des cavités nasales en vue latérale et dorsale (Meynard Clara)



Figure 40 : Silicone Skin Tite (Meynard Clara)

Les moulages internes des cavités nasales droite et gauche, appelées parties A et B dans la suite du manuscrit, sont pour finir séparées au niveau du septum nasal (Figure 41).

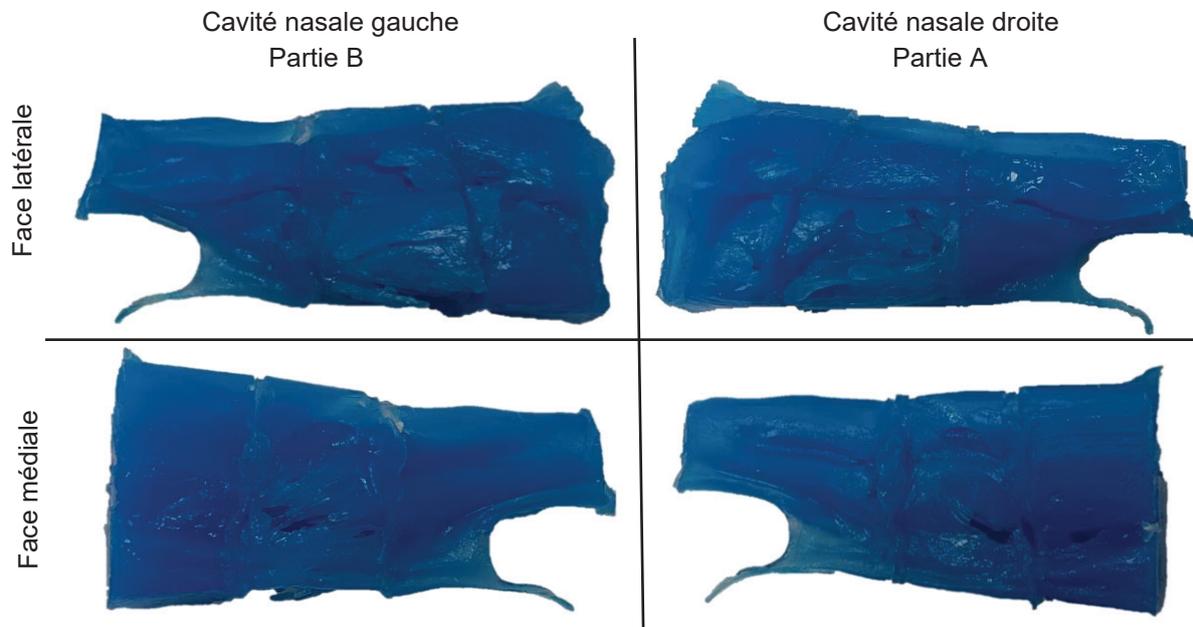
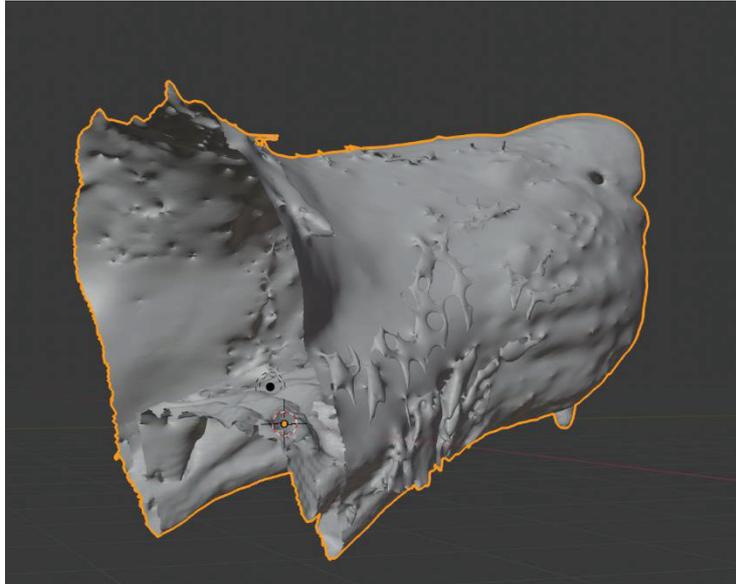


Figure 41 : Moulage interne des cavités nasales en vues latérale et médiale (Meynard Clara)

b.1.1.2.5. Création d'un moule de la conformation externe d'un nez de chien

Le logiciel Blender a permis une modélisation 3D de la conformation externe du nez du chien (Figure 42) à partir des images de l'examen de tomodensitométrie réalisé ultérieurement sur la tête de chien. Cette modélisation 3D est enregistrée sous la forme d'un fichier au format .stl.



*Figure 42 : Modélisation 3D de la conformation externe du nez d'un chien sur le logiciel Blender
(Meynard Clara)*

Le logiciel Simplify 3D a ensuite permis le traitement et l'enregistrement du fichier .stl au format .gcode (format de lecture de l'imprimante 3D) et l'impression 3D de la modélisation. Cette impression est réalisée en Polyéthylène Téréphtalate Glycole (PETG) grâce à l'imprimante 3D Volumic Stream 30 dual (Figure 43).

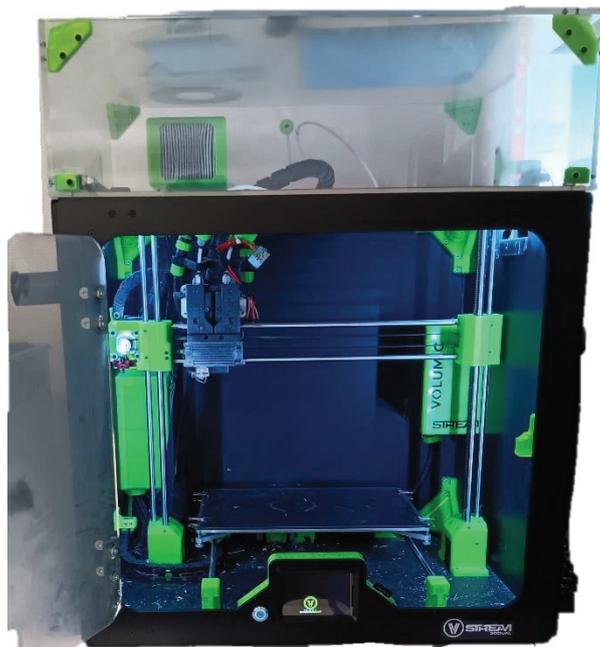


Figure 43 : Imprimante 3D Volumic Stream 30 dual (Meynard Clara)

Après 5 heures d'impression, le moule est nettoyé manuellement des filaments inutiles (Figure 44).



Figure 44 : Moulage de la conformation externe du nez après nettoyage manuel (Meynard Clara)

Le moule est ensuite positionné à la verticale et stabilisé sur un support (Figure 45).



Figure 45 : Moule du nez stabilisé à la verticale sur un support (Meynard Clara)

b.1.1.2.6. Reproduction des cavités nasales et des cornets
nasaux

Les parties A et B sont dans un premier temps enduite d'un spray de démoulage (Figure 46) empêchant l'adhésion de tout autre silicone en contact.



Figure 46 : Spray de démoulage (Meynard Clara)

Elles sont ensuite reliées entre elles en partie caudale par un fil de suture (Figure 47), enduites de silicone RTV (*Room Temperature Vulcanization*) Polyaddition Translucide de la marque Moulage Composite de manière à préremplir les divers sillons (Figure 48) et placées dans le moule du nez (Figure 49).

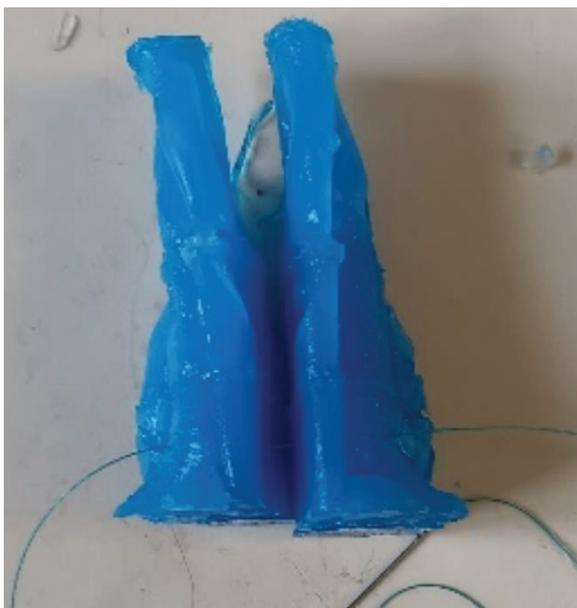


Figure 47 : Parties A et B reliées par un fil de suture (Meynard Clara)



Figure 48 : Parties A et B enduites de silicone (Meynard Clara)

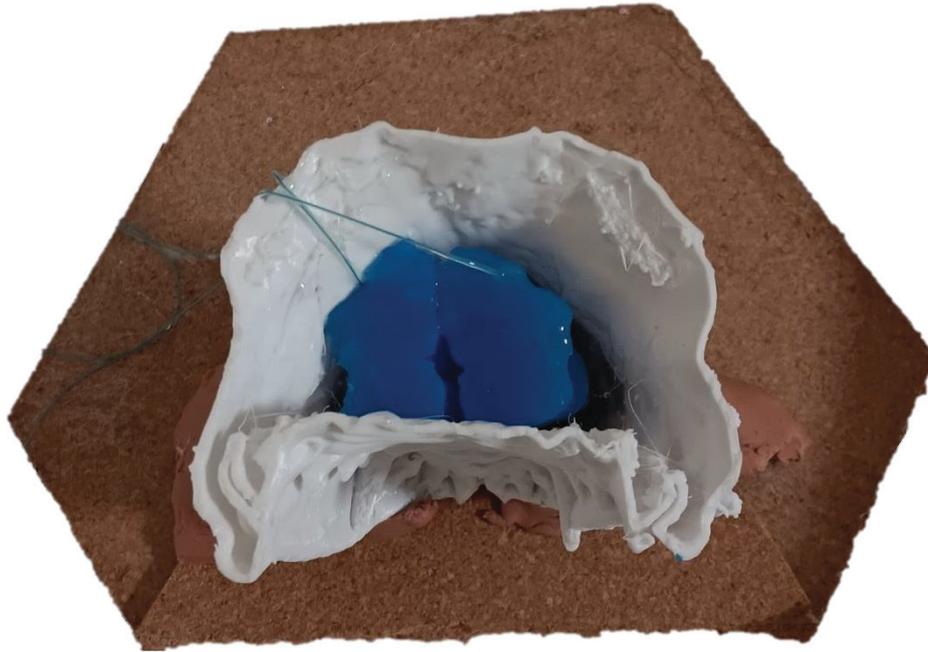


Figure 49 : Insertion des parties A et B enduites de silicone dans le moule du nez (Meynard Clara)

Une fois en place dans le moule, les parties A et B sont maintenues droites et en place grâce au fil de suture pendant que le reste du silicone (RTV Polyaddition translucide) est coulé dans le moule du nez jusqu'à les recouvrir entièrement. L'ensemble est ensuite placé sous cloche à vide (Figure 50) afin de chasser l'air emprisonné (débullage) dans le moule et de permettre au silicone de s'insérer dans tous les sillons et interstices des parties A et B.

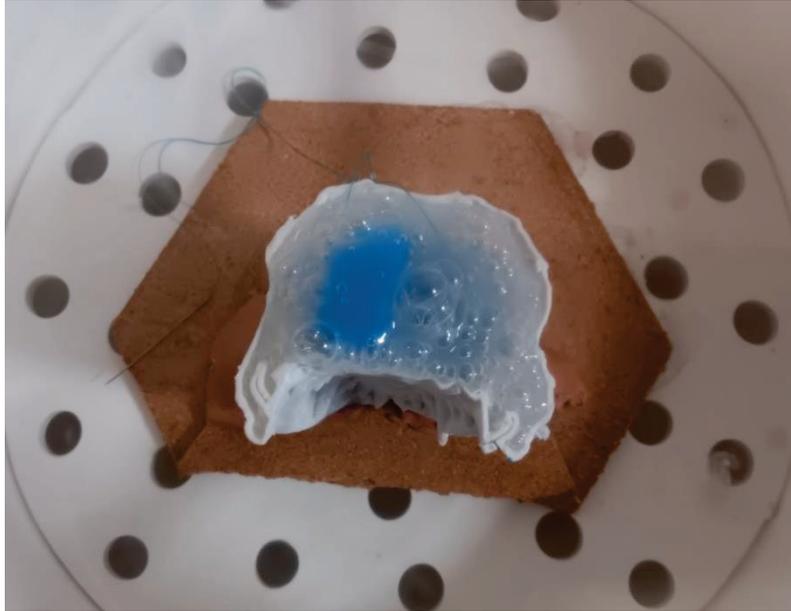


Figure 50 : Silicone en cours de débullage sous cloche à vide (Meynard Clara)

Après une phase de repos de 24h, le moule du nez est cassé à l'aide d'une pince coupante permettant le démoulage du silicone. Après découpe du moule, une légère communication entre les narines droite et gauche est observée.

La portion de silicone en partie caudale est retirée à l'aide d'un cutter afin d'avoir accès aux parties A et B (Figure 51 et Figure 52) et est conservée pour la suite de la conception du modèle (Figure 56).

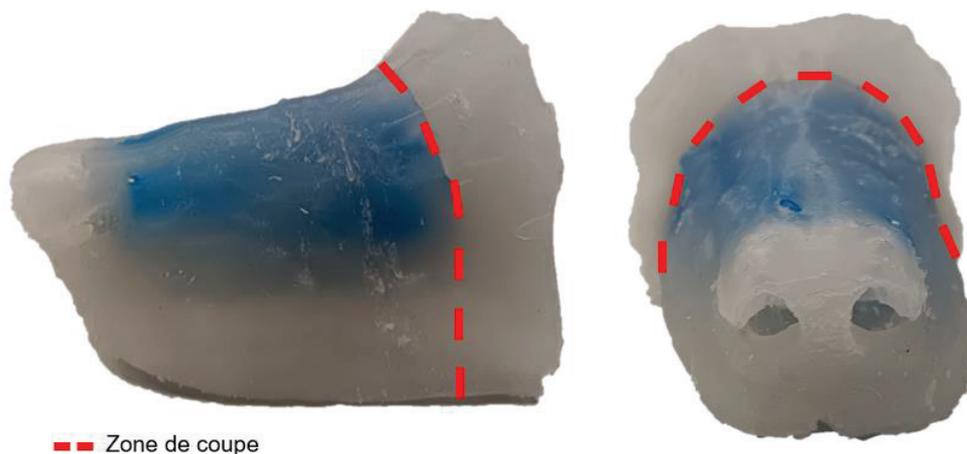


Figure 51 : Pièce de silicone après découpe du moule (Meynard Clara)



Figure 52 : Visualisation des parties A et B après découpe de la portion caudale du silicone (Meynard Clara)

Les zones des parties A et B facilement accessibles sont ensuite extraites à l'aide d'un clamp et d'une pince mousse (Figure 53).

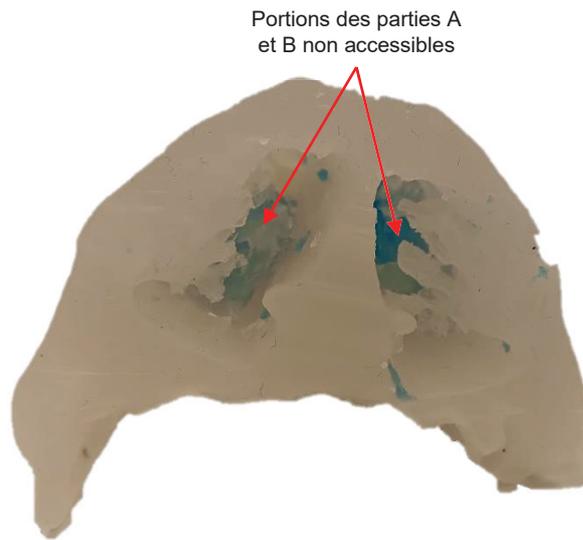


Figure 53 : Portions des parties A et B enchâssées dans les cavités nasales (Meynard Clara)

Afin de retirer les portions des parties A et B non accessibles car enchâssées dans le moulage des cornets nasaux, le silicone a dû être incisé de part et d'autre du septum nasal (Figure 54).



Figure 54 : Visualisation des cornets nasaux après incision du silicone le long du septum nasal (Meynard Clara)

Une fois les parties A et B entièrement retirées, les incisions réalisées sont recollées et la communication entre les narines droite et gauche est rebouchée à l'aide du silicone à prise rapide Skin Tite teinté en noir (Figure 55).

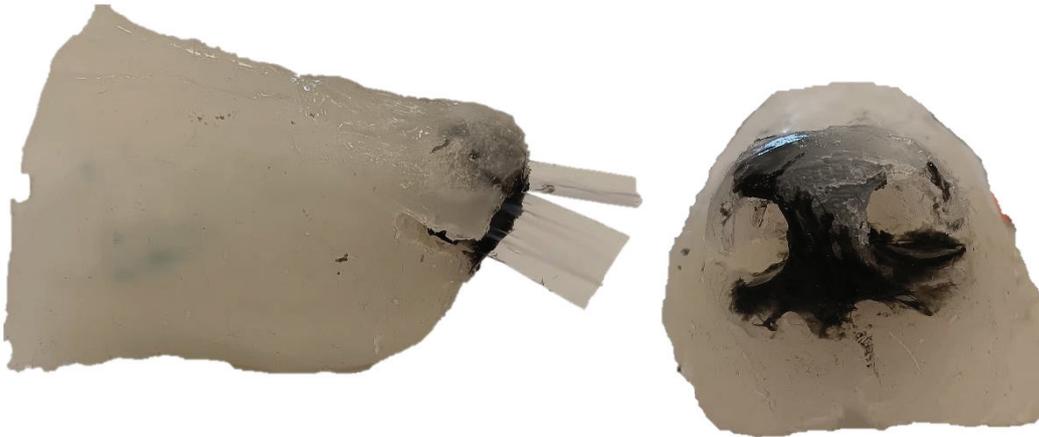


Figure 55 : Moulage du nez après collage des incisions et obstruction de la communication entre les narines droite et gauche (Meynard Clara)

La portion de silicone découpée en Figure 51 est par la suite ajourée en regard de la partie ventrale des cavités nasales droite et gauche (Figure 56) et recollée au moulage du nez (Figure 57) afin de modéliser les choanes droite et gauche. Ainsi le sondage naso-entéral ne sera possible que si l'étudiant insère la sonde en direction ventro-médiale afin d'emprunter le méat ventral, dans le cas contraire la sonde butera sur du silicone rigide.



Figure 56 : Portion de silicone ajourée en regard de la partie ventrale des cavités nasales droite et gauche (Meynard Clara)

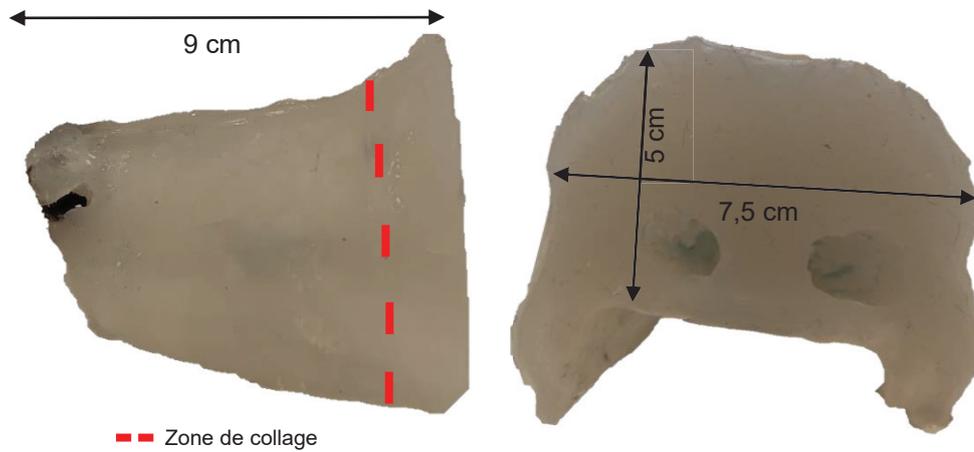


Figure 57 : Moulage final du nez (Meynard Clara)

b.1.2. Modélisation du pharynx

Afin de concevoir le modèle pédagogique le plus fidèle à la réalité, le pharynx est modélisé de manière à permettre un passage de la sonde entérale dans l'œsophage mais également dans la trachée. Pour ce faire, un moule est créé sur le logiciel TINKERCAD (Figure 58) puis imprimé en PETG (Figure 59). L'impression aura duré 5 heures.

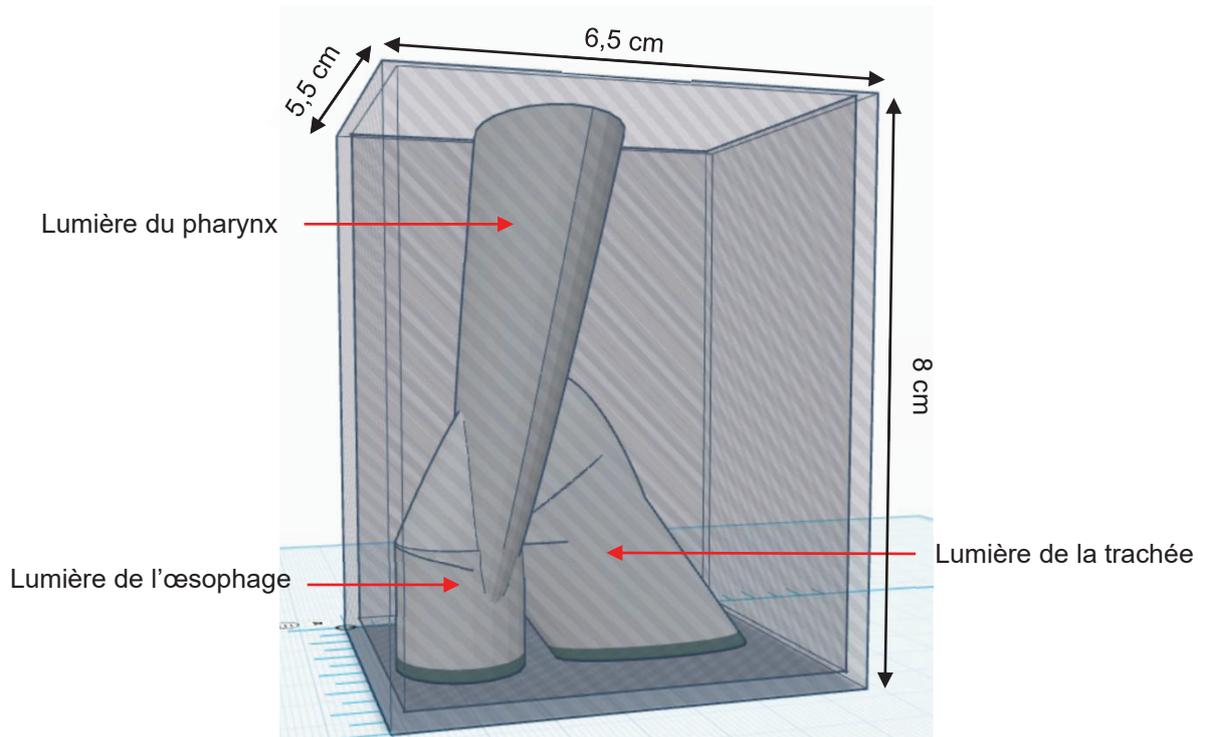


Figure 58 : Création du moule du pharynx grâce au logiciel TINKERCAD (Meynard Clara)



Figure 59 : Moule du pharynx après impression 3D (Meynard Clara)

Ce moule final permettant un passage de la sonde dans la trachée et l'œsophage avec la même probabilité a été obtenu après plusieurs essais de modélisations et d'impression 3D.

Du silicone RTV Polyaddition translucide est coulé à l'intérieur du moule puis démoulé après une phase de séchage de 24 heures (Figure 60).

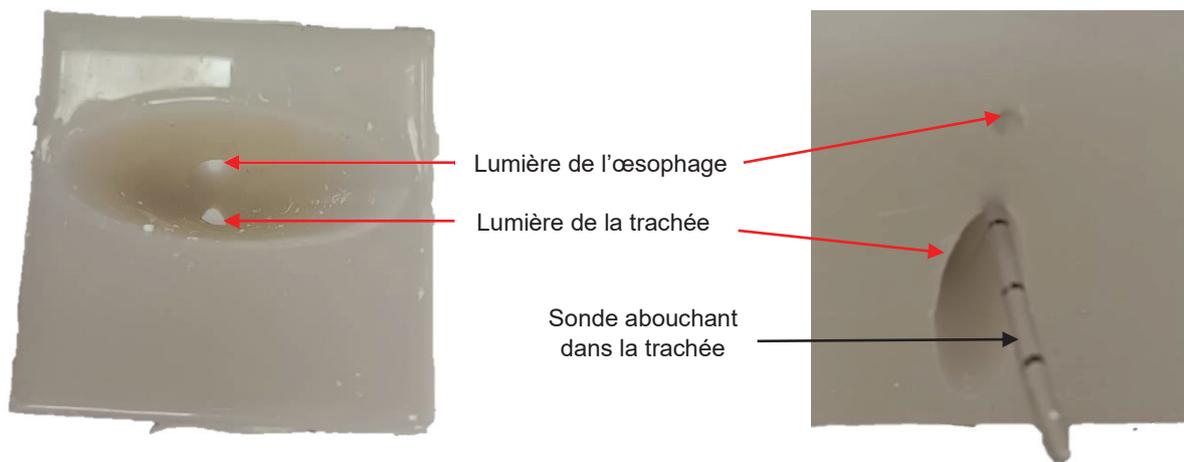


Figure 60 : Vue rostrale et caudale du pharynx (Meynard Clara)

b.1.3. Modélisation de la trachée, de l'œsophage et de l'estomac

La trachée, et l'ensemble œsophage-estomac sont modélisés par deux tubes de silicone souple. Pour ce faire, du silicone Dragon Skin FX-Pro de la marque Smooth On (Figure 61), préalablement teinté en rose, est coulé puis lissé à l'aide d'une spatule autour un tuyau de 2 cm de diamètre maintenu en rotation durant la phase de polymérisation (Figure 62).



Figure 61 : Silicone Dragon Skin FX-Pro teinté en orange (Meynard Clara)

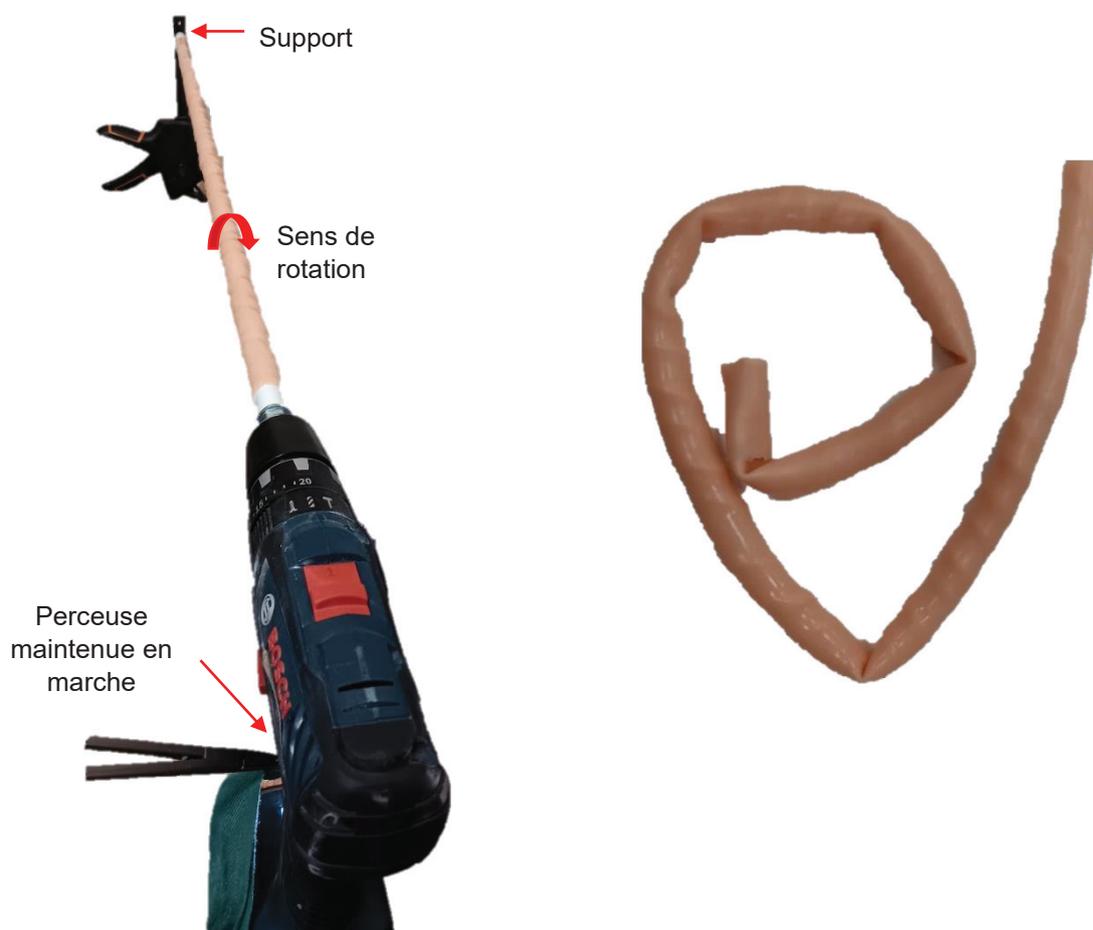


Figure 62 : Système de modélisation et aspect final de la trachée (Meynard Clara)

Le système permettant la distinction de la position de la sonde naso-entérale dans la trachée, l'œsophage ou l'estomac sera expliquée par la suite.

b.2. Assemblage du modèle pédagogique

b.2.1. Assemblage du pharynx, de la trachée et de l'œsophage-estomac et mise en place d'un circuit électrique permettant d'évaluer la position de la sonde naso-entérale au cours du sondage

La trachée et l'ensemble œsophage-estomac sont assemblés et collés au pharynx à l'aide du silicone à prise rapide Skin Tite.

Un circuit électrique est ensuite mis en place à l'aide d'une pile 9V (Volt), d'un connecteur de batterie 9V, d'interrupteurs à lames, de cinq *Light Emitting Diode* (LED) précâblées de couleurs différentes (blanche, jaune, verte, bleue et rouge) et de câbles électriques de récupération (Figure 63).



Figure 63 : Matériel de base constituant le circuit électrique (Meynard Clara)

Ce circuit est composé de cinq boucles en dérivation comprenant chacune une LED et deux interrupteurs à lames en parallèle (Figure 64).

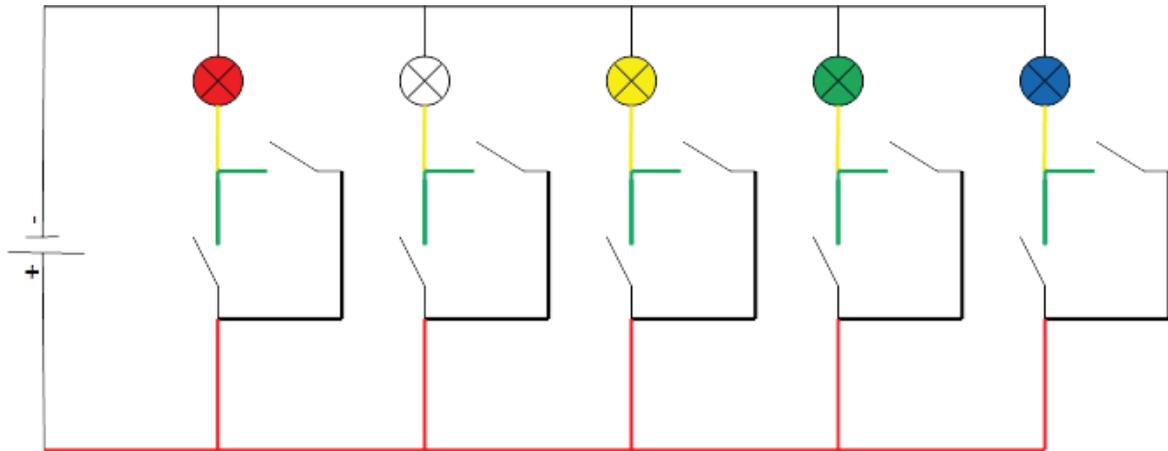


Figure 64 : Schéma du circuit électrique complet (Meynard Clara)

Les deux interrupteurs d'une même boucle sont positionnés l'un en face de l'autre à divers endroits dans la lumière de la trachée ou de l'ensemble œsophage/estomac (Figure 65).

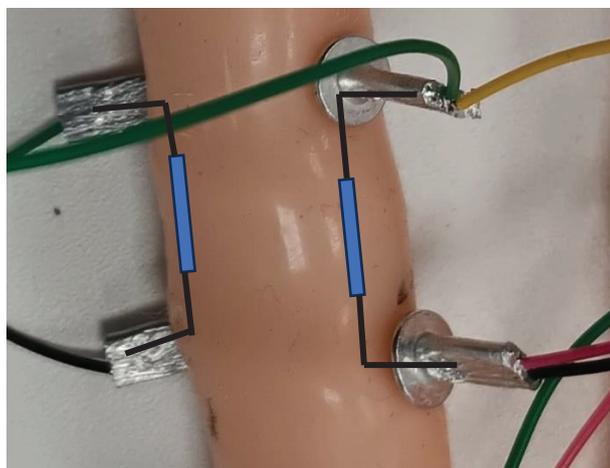


Figure 65 : Schéma du positionnement des interrupteurs en parallèle sur une portion de l'œsophage-estomac (Meynard Clara)

Un aimant inséré à l'extrémité de la sonde entérale (Figure 66) permet, lors de son passage dans la lumière de la trachée ou de l'œsophage-estomac, la fermeture

d'un ou des deux interrupteurs de la paire et donc la fermeture du circuit électrique et l'allumage des LED.



Figure 66 : Aimant positionné à l'extrémité de la sonde entérale (Meynard Clara)

Les interrupteurs étant positionnés dans la trachée ou le long de l'œsophage-estomac (Figure 67), chaque LED en s'allumant renseignera la position exacte de la sonde naso-entérale :

- LED blanche : sonde dans l'œsophage proximal.
- LED jaune : sonde en position œsophagienne entre le 7^{ème} et 9^{ème} espace intercostal.
- LED verte : sonde en position gastrique, en arrière du cardia et en regard de la 13^{ème} côte.
- LED bleue : sonde en position gastrique caudale.
- LED rouge : sonde dans la trachée proximale.

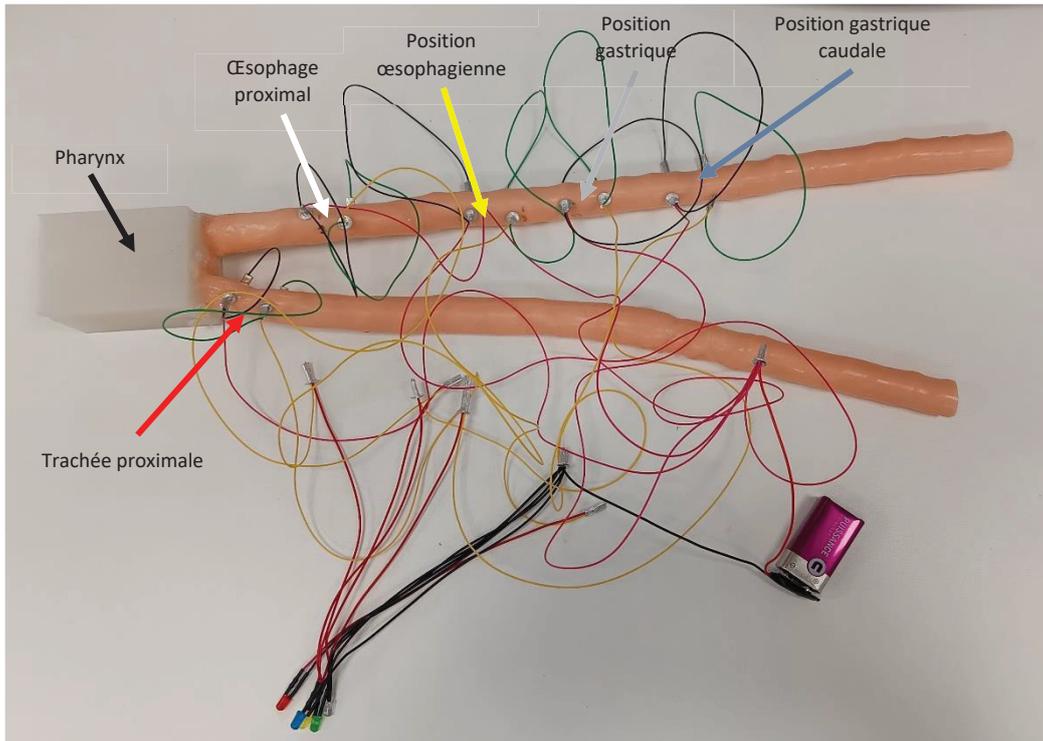


Figure 67 : Circuit électrique en place sur la trachée et l'œsophage-estomac (Meynard Clara)

b.2.2. Assemblage du nez et de l'ensemble pharynx/trachée/œsophage-estomac

Le nez en silicone est renforcé par du tissu en Néoprène (Figure 68) collé à l'aide du silicone à prise rapide Ecoflex 00-35 FAST de la marque Smooth-On (Figure 69). Il est ensuite assemblé et collé au pharynx à l'aide du silicone à prise rapide Skin Tite.



Figure 68 : Moulage du nez renforcé par le tissu Néoprène (Meynard Clara)



Figure 69 : Silicone Ecoflex 00-35 FAST (Meynard Clara)

b.2.3. Repérage des treize paires de côtes et ajourage de la truffe du mannequin

Afin de permettre la mesure de longueur de sonde nécessaire au sondage naso- œsophagien et naso-gastrique, les treize paires de côtes sont brodées directement sur le mannequin (Figure 70).



Figure 70 : Paires de côtes brodées sur le mannequin (Meynard Clara)

La truffe du mannequin est également ajourée (Figure 71) pour permettre le positionnement ultérieur du nez en silicone.



Figure 71 : Ajourage de la truffe du mannequin (Meynard Clara)

b.2.4. Insertion du montage dans le mannequin et création d'un support de LED

L'ensemble nez/pharynx/trachée/œsophage-estomac est placé à l'intérieur du mannequin grâce à une ouverture ventrale déjà existante (Figure 72). La trachée et l'œsophage-estomac sont maintenus à l'horizontale grâce à la mousse présente dans le mannequin. Le nez est ensuite fixé au mannequin grâce à quatre points (Figure 73).



Figure 72 : Ouverture ventrale permettant l'accès à l'intérieur du mannequin (Meynard Clara)



X Points de fixation du nez à la peluche

Figure 73 : Fixation du nez au mannequin (Meynard Clara)

Les cinq LED sont extériorisées au niveau du dos du mannequin et placées sur un support réalisé à l'aide d'une plaque stratifiée haute pression / *High Pressure Laminate* (HPL) fixée sur le mannequin à l'aide de fils de couture (Figure 74).



Figure 74 : LED en place sur leur support (Meynard Clara)

b.2.5. Aspect final du modèle pédagogique

Le modèle pédagogique correspond donc à une peluche de gabarit compatible avec un chien de type Beagle d'environ 15 kg possédant une truffe caoutchouteuse en silicone, treize paires de côtes brodées au niveau de son thorax et une plaque de support des LED fixée en région lombo-sacrée (Figure 75).



Figure 75 : Aspect final du modèle pédagogique de pose de sondes nasales (Meynard Clara)

c. Coût de fabrication

Le tableau ci-dessous liste l'ensemble du matériel utilisé pour la création du modèle pédagogique et les prix associés (arrondis au dixième supérieur).

Tableau VI : Récapitulatif du coût de fabrication du modèle pédagogique pour l'apprentissage des techniques de poses de sonde nasales (Meynard Clara)

Matériel	Fournisseur	Quantité	Coût unitaire (TTC)	Coût total (TTC)
Mannequin				
Peluche de chien	Ali-express	1	18 €	18 €
Impressions 3D				
Bobine d'impression 3D (PETG)	Volumic	0,320 kg	45 €/kg	14,4 €
Silicones				
Ecoflex 00-50	Création Silicone	250 mL	69,04 €/L	17,26 €
RTV Polyaddition translucide	Moulage Composite	300 mL	48,65 €/L	14,6 €
Dragon skin FX-Pro	Création silicone	200 mL	58,76 €/L	12,09 €
Skin Tite	Création silicone	22 mL	122,39 €/L	2,69 €
Ecoflex 00-35 Fast	Création silicone	6 mL	66,45 €/L	0,4 €
Tissu				
Tissu néoprène	Mondial Tissu	30 x 30 cm	12,99 €/m	7,79 €
Circuit électrique				
Pack de LED, supports de LED, connecteurs de batteries 9V	Amazon	1	10,68 €	10,68 €
Pack de 10 interrupteurs à lames	Amazon	1	4,5 €	4,5 €
Pile 9V	Super U	1	3,79 €	3,79 €
Coût total du modèle pédagogique				106,2 €

Ce tableau ne comprend ni les matériaux de récupération (fil de suture, tube de silicone, tube à essai, aimant, fil électrique...), ni le coût des matériaux utilisés lors des divers essais et échecs de modélisation.

d. Réalisation de fiches pour la salle de simulation Vetskill

Le modèle pédagogique regroupe deux ateliers différents : la pose de sonde nasale à oxygène et la pose de sondes naso-entérales (sonde naso-œsophagienne et naso-gastriques). Une fiche technique comportant la description détaillée des étapes du geste technique et de la bonne utilisation du modèle est mise au point pour chaque atelier (Annexe 1 et Annexe 2).

IV. Discussion

1. Evaluation et validation du modèle pédagogique

Après discussion avec monsieur Roland Roume, représentant de Vetskill, et en accord avec le Professeur Céline Pouzot-Nevoret, directrice de cette thèse ayant préalablement testé et validé le modèle pédagogique, un sondage de retour sur les ateliers de poses de sondes nasales par les étudiants ne semblait pas intéressant à mettre en place. En effet, les résultats de ce type sondage réalisé dans de précédentes thèses montraient systématiquement une satisfaction des étudiants à la création et à l'utilisation d'un nouveau modèle de simulation.

Une véritable étude de validation du modèle pédagogique par les seniors de différentes disciplines aurait été intéressante mais n'a pas pu être mis en place en raison d'un manque de temps.

2. Limites du modèle pédagogique

a. Limites anatomiques

Le moulage du nez en silicone obtenu est celui d'un berger australien adulte, ce qui diffère légèrement du modèle initial souhaité de plus petit format correspondant à un chien de taille moyenne de type Beagle de 15 kg. Cependant, cette différence n'impacte en rien l'utilisation du modèle et la sensation ressentie lors d'un sondage.

b. Limites fonctionnelles

Le moulage du nez étant réalisé avec un silicone rigide, le relevé du planum nasal, l'insertion et l'avancement de la sonde sont plus difficiles qu'en réalité. Afin que la sonde souple ne se plie en butant sur le silicone, un guide métallique a dû être inséré dans la sonde (Figure 76). D'autre part une lubrification en excès de la sonde est nécessaire afin que cette dernière n'accroche au silicone.

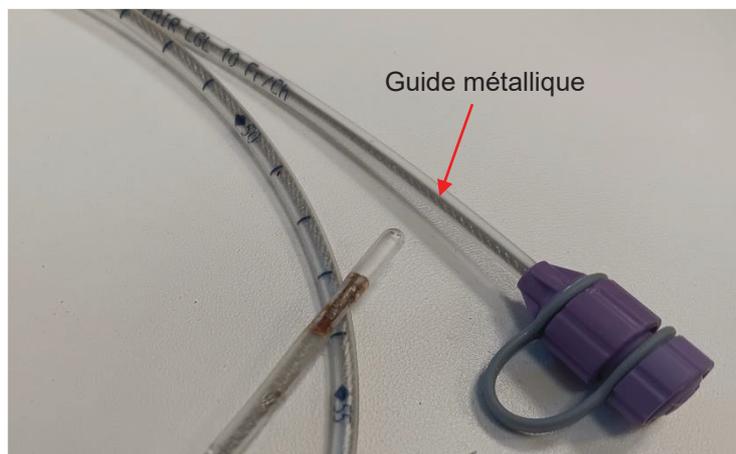


Figure 76 : Rigidification de la sonde entérale grâce à un guide métallique (Meynard Clara)

Le moulage du nez en silicone est également une pièce unique puisque les pièces anatomiques utilisées pour sa création ont été détruites. Il est donc nécessaire que les étudiants, lors de la réalisation des ateliers, soient particulièrement précautionneux.

L'œsophage-estomac et la trachée sont modélisés par des tubes de silicones souples qui peuvent se collapser. Au cours du sondage il est donc nécessaire d'abaisser la tête et le cou du mannequin et parfois même de replacer les tubes de silicone lorsque le sondage est impossible.

La fixation des sondes nasales (à oxygène et naso-entérales) est limitée dans les ateliers à la mise en place de sutures qui correspondent au mode de fixation le moins délétère pour le modèle pédagogique.

DEUXIEME PARTIE - DRAINAGE THORACIQUE :
THORACOCENTESE ET POSE DE DRAINS
THORACIQUES

Cette deuxième partie porte sur l'élaboration d'un modèle pédagogique permettant un entraînement à la thoracocentèse à l'aveugle et à la pose de drain thoracique à thorax fermé. Elle est subdivisée en quatre sous parties dans lesquelles sont abordées des rappels anatomiques des structures impliquées lors d'un drainage thoracique, une description détaillée des gestes techniques, l'intérêt de la création et la conception du modèle pédagogique, et enfin, une discussion portant sur les grandes limites du modèle.

I. Rappels et bases anatomiques

Le drainage thoracique est un acte médical consistant à évacuer de l'air ou du liquide accumulé au sein de la cavité pleurale. Ce drainage peut être réalisé par thoracocentèse qui consiste en une ponction de l'espace pleural ou par pose d'un drain thoracique permettant une évacuation continue ou intermittente de la collection sans nouvelle ponction. Afin d'atteindre l'espace pleural, le matériel de drainage doit traverser l'ensemble de la paroi thoracique dont l'anatomie est détaillée dans la partie suivante.

L'ensemble des rappels anatomiques est aussi issu des ouvrages de Barone.R (1986, 1989, 1997, 2011 et 2010).

Les planches anatomiques, modifiées ou non, ont également été utilisées avec l'autorisation de l'ACV.

1. Thorax et cavité thoracique

Le thorax ou cage thoracique est composé d'une face dorsale formée par les vertèbres thoraciques, d'une face ventrale formée par le sternum et de deux faces latérales constituées par les côtes. Chez les carnivores domestiques on compte treize vertèbres thoraciques et autant de paires de côtes et neuf sternèbres (Figure 77). La thoracocentèse et la pose de drains thoraciques s'effectuent au niveau des parois latérales du thorax ou parois costales que nous allons donc détailler davantage par la suite.

Le thorax fermé latéralement par les muscles intercostaux et caudalement par le diaphragme forme la cavité thoracique qui renferme l'ensemble des viscères thoraciques (œsophage, trachée, cœur, poumons, gros vaisseaux...).

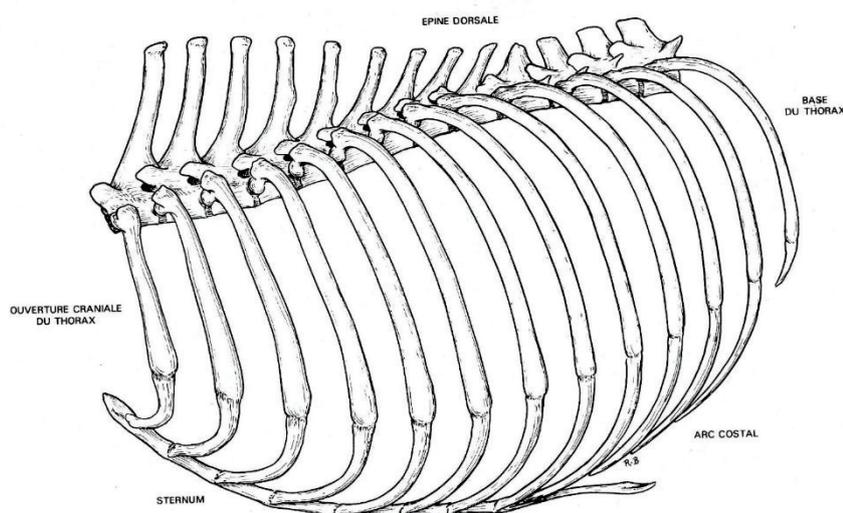


Figure 77 : Thorax osseux du chien (vue latérale gauche) (Barone, 1986)

2. Structures anatomiques traversées lors du drainage thoracique

a. Peau, tissus sous-cutanés et plan musculaire

Après franchissement de la peau et du plan sous-cutané, plusieurs muscles sont susceptibles d'être traversés lors d'un drainage. Nous allons les décrire ici spécifiquement chez le chien, du plan le plus superficiel au plan le plus profond.

Le muscle cutané du tronc (M. cutaneus trunci) (Figure 78) est le plus superficiel des muscles de la paroi costale. Chez le chien, ce vaste muscle couvre l'ensemble du thorax mais aussi de l'abdomen.

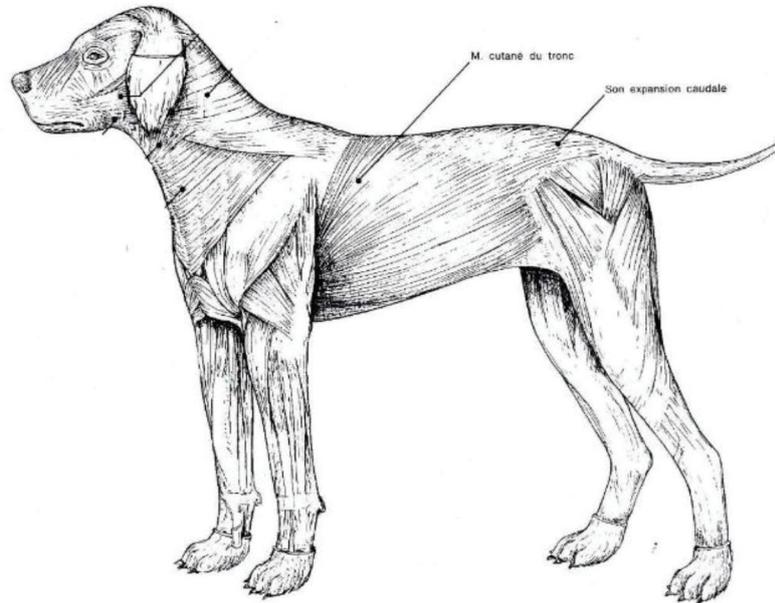


Figure 78 : Muscle cutané du tronc chez le chien (D'après Barone, 1989, modifié)

Le muscle grand dorsal (M. latissimus dorsi) (Figure 79), situé juste sous le muscle cutané du tronc, est un muscle triangulaire (Halfacree & Liptak, 2018) prenant son origine, à partir de la 4^{ème} ou 5^{ème} vertèbre thoracique, sur les processus épineux thoraciques et lombaires. Sa partie charnue couvre la paroi costale et se termine sur la face médiale de l'humérus proximal. Le muscle grand dorsal recouvre le reste de muscles de la paroi costale.

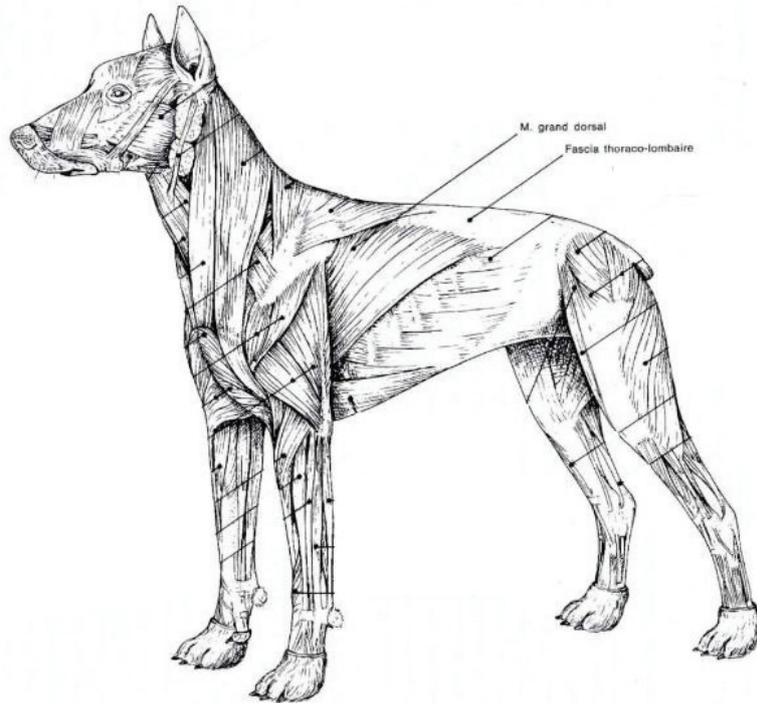


Figure 79 : Muscle grand dorsal chez le chien (D'après Barone, 1989, modifié)

Le muscle dentelé ventral du thorax (*M. serratus ventralis thoracis*) (Figure 80), avec sa forme d'éventail (Halfacree & Liptak, 2018), relie la face médiale de la scapula à la face externe des sept ou huit premières côtes.

Le muscle scalène dorsal (Figure 80) qui naît sur les processus transverses de la 4^{ème} et 5^{ème} vertèbre cervicale vient couvrir ventralement, par sa partie charnue, la moitié du thorax en atteignant environ la 5^{ème} côte (Hunt, 2017). Il se prolonge ensuite par une mince aponévrose s'insérant sur la 8^{ème} côte.

La partie charnue et dentelée du muscle oblique externe (*M. obliquus externus abdominis*) (Figure 80), muscle le plus superficiel de la paroi abdominale, vient s'insérer sur le quart ventral de la face externe des huit ou neuf dernières côtes.

Les muscles intercostaux (Figure 80), insérés sur le bord caudal d'une côte et sur le bord crânial de la côte suivante, obturent les espaces intercostaux des articulations costo-vertébrales jusqu'aux articulations costo-chondrales. Ils correspondent aux muscles les plus profonds de la paroi costale et sont divisés en

deux plans superposés : les muscles intercostaux externes (Mm. intercostales externi) et les muscles intercostaux internes (Mm. intercostales interni).

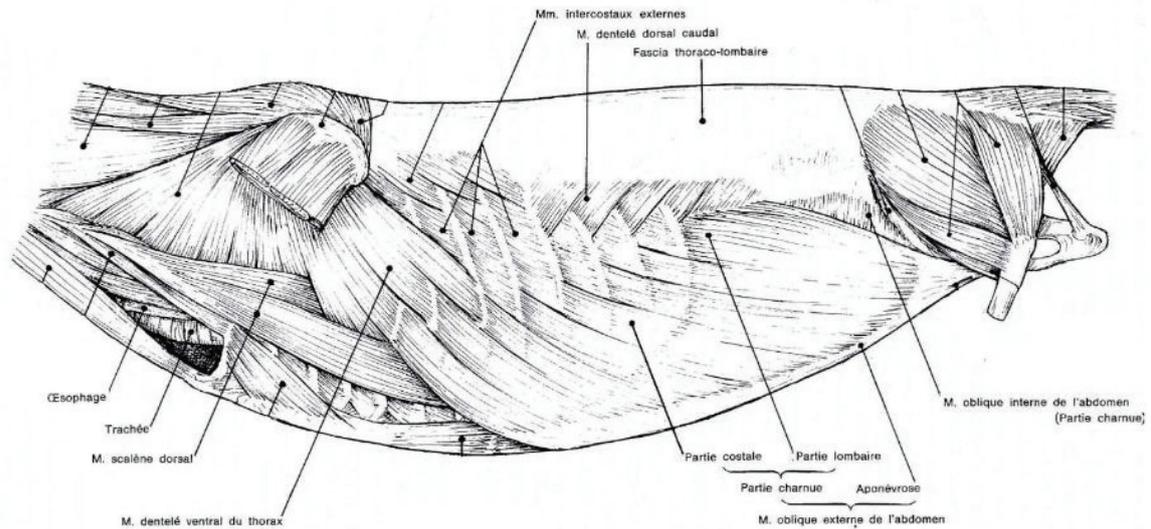


Figure 80 : Muscles de la paroi thoracique et abdominale chez le chien, plan des muscles dentelé ventral du thorax et oblique externe de l'abdomen (D'après Barone, 1989, modifié)

La grande majorité des muscles de la paroi costale joue un rôle inspiratoire à l'exception du muscle oblique externe qui intervient dans l'expiration et du muscle cutané du tronc moteur pour la peau

b. Nerfs et vaisseaux

Le bord caudal de chaque côte est longé par un ensemble nerf-artère-veine (Figure 81) qu'il faut veiller à ne pas léser lors d'un drainage thoracique. Les nerfs intercostaux sont issus des branches ventrales des nerfs spinaux thoraciques (Hunt, 2017). Les artères intercostales ont, elles, deux origines ; les trois ou quatre

premières proviennent de l'artère vertébrale thoracique et les huit ou neuf dernières sont issues de l'aorte (Halfacree & Liptak, 2018).

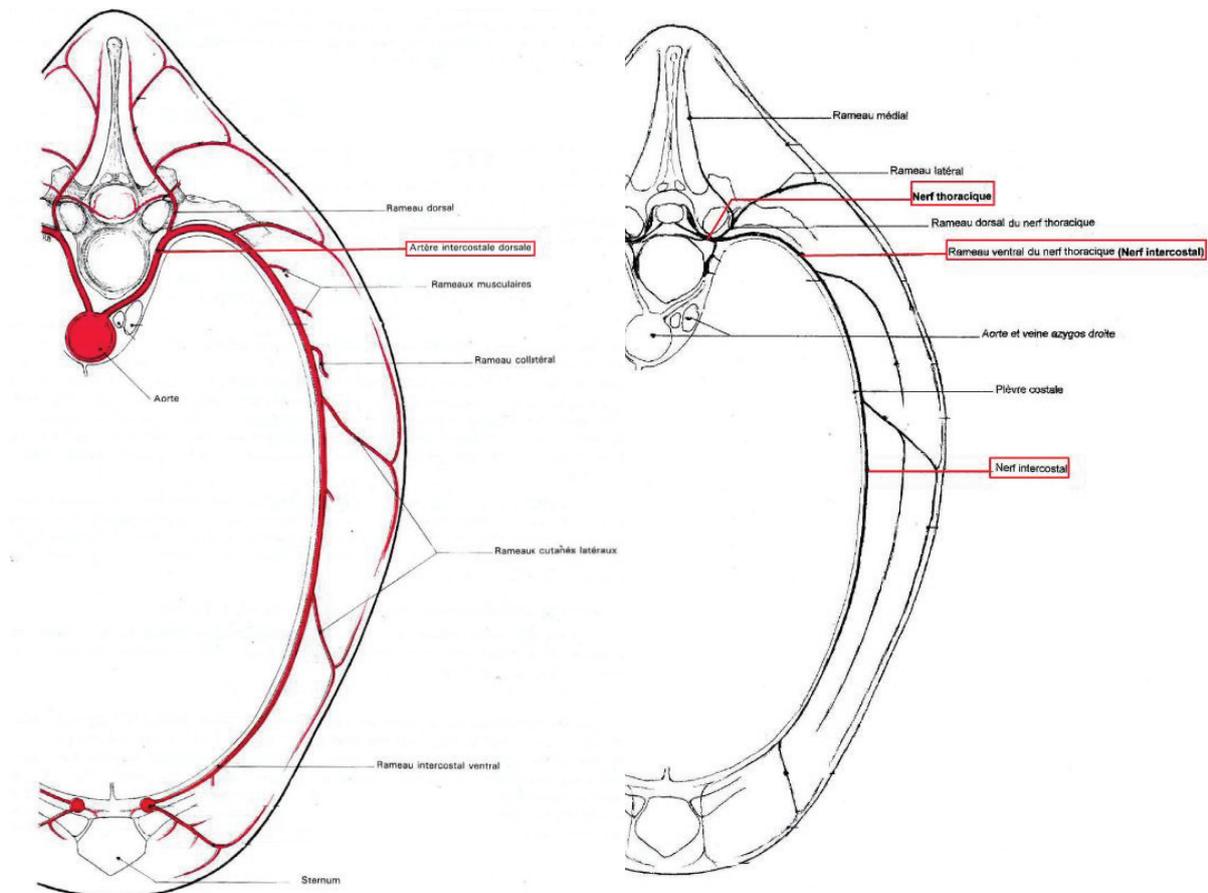


Figure 81 : Artère et nerf intercostaux (D'après Barone, 2010 et Barone, 2011, modifié)

c. Fascia endothoracique, plèvres et cavité pleurale

Le fascia endothoracique couvre la face interne des muscles intercostaux internes et des côtes ainsi que la face externe de la plèvre pariétale.

Les plèvres correspondent aux séreuses entourant les poumons. On compte une plèvre par hémithorax et chacune d'elle est formée d'un feuillet pariétal qui adhère à la face interne du fascia endothoracique et d'un feuillet viscéral au contact du poumon correspondant (Figure 82).

Les feuillets pariétal et viscéral des plèvres délimitent entre eux la cavité pleurale. Cette cavité renferme physiologiquement quelques millilitres de liquide pleural dont le rôle de lubrifiant permet le glissement des feuillets l'un sur l'autre. La cavité pleurale, en réalité virtuelle, ne devient concrète que lors d'un contexte pathologique au cours duquel le drainage thoracique peut constituer un geste salvateur.

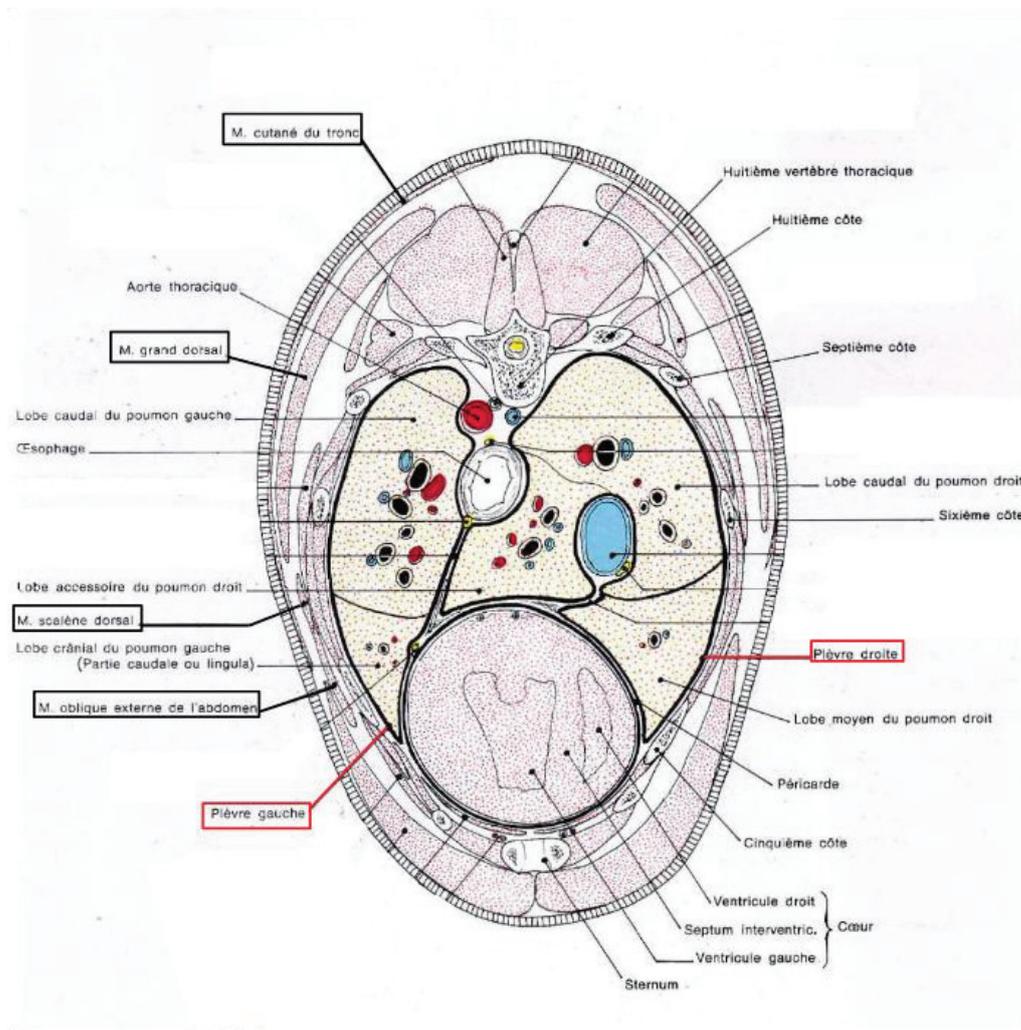


Figure 82 : Schéma simplifié de la disposition des plèvres chez le chien sur un thorax en coupe transversale (D'après Barone, 1997, modifié)

II. Les techniques de drainage thoracique

1. La thoracocentèse

a. Indications et intérêts

La thoracocentèse est un acte médical consistant à ponctionner la cavité pleurale à l'aide d'une aiguille ou d'un cathéter lors d'une accumulation pathologique de matériel qu'il s'agisse d'air (pneumothorax) ou de liquide (épanchement pleural). La thoracocentèse peut être thérapeutique et/ou diagnostique.

La thoracocentèse thérapeutique est indiquée lorsque le pneumothorax et/ou l'épanchement pleural entraîne des difficultés respiratoires (Sigrist, 2023a). La vidange de l'espace pleural sera toujours maximale, sauf en cas d'hémithorax où seule la quantité permettant une amélioration clinique du statut respiratoire du patient sera retirée afin d'éviter une spoliation sanguine trop importante.

La thoracocentèse diagnostique est indiquée lors de la présence d'un épanchement pleural d'origine inconnue et ce même en l'absence de troubles respiratoires (Bucknoff & Respass, 2019). En effet l'analyse cytologique, biochimique ou encore bactériologique peut permettre d'orienter le diagnostic voire de poser un diagnostic définitif.

La thoracocentèse est donc d'une technique simple, informative, et parfois salvatrice. Il s'agit donc d'un geste technique qu'il faut savoir maîtriser.

b. Contre-indications

Il n'existe pas de réelles contre-indications à la thoracocentèse. Cependant elle peut être non indiquée chez les patients présentant une atteinte sévère de la coagulation (coagulopathies, thrombocytopathies, thrombocytopenies, etc) puisque la ponction de l'espace pleural majore le risque d'apparition d'un hémithorax (Lombardi et al., 2012). Chez ces patients il est donc conseillé et préférable de corriger, dans un premier temps, leurs paramètres de coagulation. Cependant, le ratio bénéfice/risque doit être pesé pour décider dans quel ordre réaliser ces étapes. Certaines affections

de l'espace pleurale telles que le pneumomédiastin, les hernies diaphragmatiques ou encore la présence de masses pleurales (Sigrist, 2023a) peuvent également être des non-indications à la thoracocentèse.

c. Matériel et technique

La thoracocentèse est une technique simple nécessitant peu de matériel. Elle peut être réalisée à l'aveugle (technique décrite dans cette thèse) ou échoguidée (Bucknoff & Respass, 2019).

c.1. Matériel

Le tableau suivant liste l'ensemble du matériel nécessaire à la réalisation d'une thoracocentèse.

Tableau VII : Matériel nécessaire à la réalisation d'une thoracocentèse (Meynard Clara, d'après Sigrist, 2023a et Tobias et al., 2017)

Préparation du patient	Préparation de l'opérateur	Thoracocentèse
<ul style="list-style-type: none"> • Gants non stériles • Tondeuse • Matériel d'asepsie cutanée (Plateau de scrub stérile avec des compresses imbibées de Chlorhexidine ou de Bétadine) • Matériel d'oxygénothérapie (masque, lunettes ou sonde nasale à oxygène, flow-by) • Matériel d'intubation trachéale (sonde d'intubation, laryngoscope, anesthésique local en spray, lacette de fixation de la sonde) pour les patients sévèrement dyspnéiques • Molécules adaptées à la sédation 	<ul style="list-style-type: none"> • Gants stériles 	<p>La thoracocentèse peut être réalisée avec différents type de matériel de ponction mais le principe est d'avoir toujours :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un système permettant de ponctionner la cavité pleurale (aiguille, épicrotémienne ou cathéter) • Relié à un prolongateur stérile permettant de limiter les risques de lésions pulmonaires (ponction et lacération) et de sortie de l'espace pleural par déplacement du matériel de ponction lors de l'aspiration • Relié à un robinet trois voies pour permettre la vidange de la cavité pleurale sans déconnexion du circuit • Seringue de volume adaptée à la quantité de matériel à retirer branchée au robinet 3 voies • Un contenant permettant de collecter le liquide retiré en cas d'épanchement pleural • Des tubes (sec et EDTA) pour analyses ultérieures en cas d'épanchement pleural

Les différents matériels de ponction sont présentés et comparés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VIII : Comparaison des différents types de matériel de ponction disponibles pour une thoracocentèse (Meynard Clara, d'après Bucknoff & Respesse, 2019, Lipscomb et al., 2018 et Sigrist, 2023a)

	Thoracocentèse à l'aiguille	Thoracocentèse à l'épicrânienne	Thoracocentèse au cathéter
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> Adaptée aux chiens de petite taille Manipulation simple et rapide 	<ul style="list-style-type: none"> Adaptée aux chiens de petite taille Manipulation simple et rapide Prolongateur intégré et relié à l'aiguille 	<ul style="list-style-type: none"> Minimisation du risque de laceration pulmonaire lors des mouvements du patient
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> Moins adaptée aux chiens de grande taille Risque de laceration pulmonaire et des structures neurovasculaires lors des mouvements du patient 	<ul style="list-style-type: none"> Moins adaptée aux chiens de grande taille Risque de laceration pulmonaire et des structures neurovasculaires lors des mouvements du patient 	<ul style="list-style-type: none"> Possible repliement de la tubulure flexible annulant le drainage Matériel d'avantage onéreux Le circuit de drainage ne peut être totalement monté avant de débiter la procédure. Seul le prolongateur, le robinet trois voies et la seringue peuvent être assemblés et ne seront raccordés au cathéter qu'une fois ce dernier en place (cf technique). La confirmation par aspiration du bon positionnement du cathéter dans l'espace pleural est donc tardive.
Taille adaptée au patient	<ul style="list-style-type: none"> Chien de petit format : 20-22G Chien de moyen e grand format : 18-20G 	<ul style="list-style-type: none"> Chien de petit format : 20-22G Chien de moyen et grand format : 18-20G 	<ul style="list-style-type: none"> Chien de petit format : 18G Chien de format moyen : 16G Chien de grand format : 12-14G

Dans l'idéal, une thoracocentèse est réalisée par trois personnes. La première réalise la contention du patient ou la surveillance de l'anesthésie, le seconde positionne puis maintient l'aiguille ou le cathéter au niveau du site de drainage et la troisième réalise le drainage. Si seulement deux personnes sont disponibles, la personne surveillant l'animal pourra dans le même temps effectuer l'aspiration.

c.2. Technique

Etape 1 : Préparation du matériel

L'ensemble du matériel nécessaire à la réalisation de la thoracocentèse doit être réuni et préparé avant de débiter toute manipulation du patient (Sigrist, 2023a) (Figure 83).



Figure 83 : Matériel nécessaire à la réalisation d'une thoracocentèse (Meynard Clara)

Les éléments constituant le circuit de drainage sont assemblés stérilement (aiguille, prolongateur, robinet trois voies en position fermée, seringue) (Figure 84).



Figure 84 : Epicrânienne, robinet trois voies et seringue sèche préassemblés (Meynard Clara)

Etape 2 : Positionnement du patient

Le patient est placé dans la position la plus confortable pour lui (Viole & Pouzot-Nevoret, 2017) : en position debout ou assise, en décubitus latéral ou sternal (Figure 85).



Figure 85 : Patient positionné en décubitus sternal (Pouzot-Nevoret Céline, modifié)

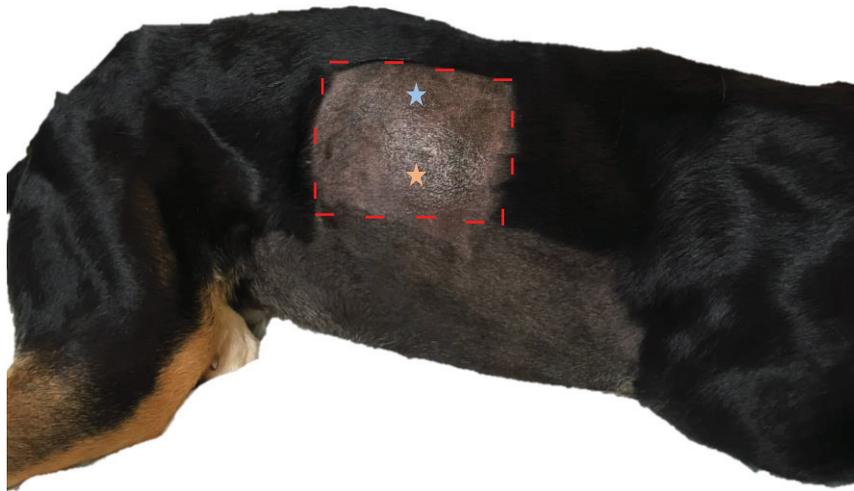
NB : Le patient doit être placé sous oxygénothérapie (masque à oxygène, flow-by, sonde nasale à oxygène) avant d'être manipulé et tout au long de l'intervention (Sigrist, 2023a).

Etape 3 : Sédation

Lorsque le patient est agité il est possible d'avoir recours à une sédation légère afin de réduire son stress et ses mouvements (butorphanol 0,2 à 0,4 mg/kg IV ou SC par exemple).

Etape 4 : Tonte

La thoracocentèse est réalisée du côté de l'accumulation maximal d'air ou de liquide préalablement déterminé à l'aide de radiographies thoraciques (uniquement si le patient est stable) ou d'un *Thoracic Point-of-Care Ultrasound* (TPOCUS). La ponction est effectuée entre le 7^{ème} et 9^{ème} espace intercostal afin de minimiser le risque de ponction du cœur et des organes abdominaux (Bucknoff & Respass, 2019). Une tonte large sera réalisée entre ces espaces intercostaux au niveau du tiers dorsal du thorax en cas de pneumothorax et, au contraire, dans le tiers ventral du thorax (Lipscomb et al., 2018) en cas d'épanchement pleural (Figure 86).



-  Zone de tonte
-  Zone de ponction d'un pneumothorax
-  Zone de ponction d'un épanchement pleural

Figure 86 : Zones de tonte et de ponction lors d'une thoracocentèse (Pouzot-Nevoret Céline, modifié)

Etape 5 : Asepsie du site de ponction

Réaliser une asepsie rigoureuse du site de ponction en (port de gants non stériles) (Figure 87).



Figure 87 : Matériel nécessaire à la réalisation de l'asepsie du site de ponction (Meynard Clara)

Etape 6 : Port de gants stérile

Le port de gant stérile est nécessaire tout au long de la thoracocentèse (Figure 88).



Figure 88 : Gants stériles (Meynard Clara)

Etape 7 : Placement du matériel de ponction au sein de l'espace pleural

La thoracocentèse au cathéter ne sera pas décrite ici car il s'agit d'une technique de moins en moins employée à cause des risques de coudure de la tubulure.

Maintenir un pli de peau et introduire l'aiguille dans le tissu cutané parallèlement à la paroi thoracique en regard du 9^{ème} espace intercostal (Figure 89).



Figure 89 : Maintien du pli de peau et ponction du tissu cutané (Pouzot-Nevoret Céline)

Tunneliser la peau jusqu'au 8^{ème} ou 7^{ème} espace intercostal tout en conservant l'aiguille parallèle au thorax.

La traversée du plan musculaire et la ponction de l'espace pleural sont réalisées crânialement à la côte afin de ne pas léser les structures neurovasculaires longeant le bord caudal des côtes. L'aiguille est orientée de manière à former un angle d'approximativement 45° avec la paroi thoracique (Lipscomb et al., 2018) et est avancée jusqu'à pénétrer dans l'espace pleural. La progression de l'aiguille est stoppée dès lors que de l'air ou du liquide est aspiré et l'aiguille est réorientée parallèlement à la paroi thoracique (Sigrist, 2023a) (Figure 90). Cette position de l'aiguille limite le risque de lésions pulmonaires iatrogènes (ponction, perforation, lacération) (Sigrist, 2023a).



Figure 90 : Aspiration d'un pneumothorax (Pouzot-Nevoret Céline)

NB : si malgré la présence d'un pneumothorax ou d'un épanchement pleural, la thoracocentèse est négative, il est conseillé de s'aider du TPOCUS afin de localiser avec précision la zone d'accumulation maximale d'air ou de liquide, et de changer la taille de l'aiguille ou du cathéter afin de pénétrer dans l'espace pleural (longueur) ou d'aspirer un liquide plus épais (diamètre).

Etape 8 : Drainage

Le drainage du matériel accumulé est composé de la répétition des quatre étapes suivantes :

- Aspiration lente du contenu pleural.
- Fermeture du robinet trois voies entre la seringue et le patient (Figure 91).
- Vidange de la seringue.
- Ouverture du robinet trois voies entre la seringue et le patient (Figure 91).



Fermé



Ouvert

Figure 91 : Robinet trois voies en position fermée et ouverte par rapport au patient (Meynard Clara)

Etape 9 : Arrêt du drainage

Le drainage est stoppé lorsque qu'une pression négative (SIGRIST NE, 2023) est ressentie dans la seringue à l'aspiration (le piston revient à sa position initiale).

Etape 10 : Retrait du matériel de ponction

Retrait lent du matériel de ponction tout en conservant une légère aspiration avec la seringue (Viola & Pouzot-Nevoret, 2017).

Etape 11 : Suivi du patient

La courbe et la fréquence respiratoire du patient doivent être surveillées avec attention. L'apparition d'un nouvel épisode de détresse respiratoire peut en effet être le signe d'une recollection de matériel au sein de l'espace pleural mais également d'une complication de la thoracocentèse (Lombardi et al., 2012).

Un suivi clinique et échographique par TPOCUS est conseillé afin de surveiller l'apparition de signes cliniques de difficultés respiratoires et de visualiser une potentielle recollection de matériel dans la cavité pleurale. Si tel est le cas, la thoracocentèse devra être répétée (Sigrist, 2023a).

d. Risques et complications

Les complications majeures de la thoracocentèse sont le pneumothorax iatrogène, la lacération d'une artère intercostale, l'œdème de ré-expansion et la mort brutale du patient. Ces complications sont cependant rares.

Le pneumothorax iatrogène peut être la conséquence de l'introduction d'air dans l'espace pleural ou de la lacération du poumon par le matériel de ponction, ou encore, sur un poumon non compliant, de la rupture du parenchyme pulmonaire secondaire à la création d'une pression négative trop importante lors du drainage (Sigrist, 2023a).

Les hémorragies iatrogènes dues à une lésion des artères intercostales sont en général auto-résolutives (Bucknoff & Respass, 2019) mais peuvent dans certains cas causer un hémothorax (Sigrist, 2023a).

L'œdème de ré-expansion est une complication plus rare (Bucknoff & Respass, 2019) et survient chez les patients présentant une atteinte chronique de la cavité pleurale ou présentant un grand volume de matériel collecté dans l'espace pleural (Sigrist, 2023a). Chez ce type de patient, le collapsus du parenchyme pulmonaire est conséquent et l'évacuation du matériel accumulé dans l'espace pleural lors de la thoracocentèse peut provoquer une ré-expansion rapide des alvéoles pulmonaires, leur rupture, et donc la formation d'un œdème pulmonaire. Un drainage lent est donc nécessaire lors de la réalisation d'une thoracocentèse.

Dans de très rare cas, la mort subite par arrêt cardio-respiratoire secondaire au stress (préparation et contention du patient, ponction de l'espace pleural, etc) peut survenir (Bucknoff & Respass, 2019).

2. Les drains thoraciques en urgence et soins intensifs

a. Indications et intérêts

La pose de drains thoraciques est une technique de drainage thoracique qui consiste à introduire dans la cavité pleurale un tube flexible et fenestré, le drain, raccordé à un système de collecte/d'aspiration permettant une élimination continue du matériel accumulé (air ou liquide).

Dans un contexte d'urgence et/ou de soins intensifs, la pose d'un drain thoracique est toujours précédée d'une procédure de thoracocentèse et se fait en général à thorax fermé. Elle est indiquée en cas de pneumothorax sous tension (Lombardi et al., 2012), lorsque le patient nécessite plus de deux thoracocentèses sur 12 à 24 heures afin de limiter le risque de complications lié à la réalisation de thoracocentèses répétées et d'améliorer son confort (Lynch & Campos, 2019), et en cas de pyothorax quelle que soit la quantité de fluide présent.

b. Contre-indications

De même que pour la thoracocentèse, on parle davantage de non-indications que de contre-indications à la mise en place d'un drain thoracique. Ces non-indications sont sensiblement les mêmes que celles relatives à la thoracocentèse (coagulopathie, thrombopénie sévère, adhérences et masses pleurales).

c. Matériel et technique pour la pose de drain thoracique à thorax fermé

Nous allons décrire ici la technique de pose de drain non chirurgicale la plus utilisée au SIAMU du campus de VetAgro Sup, à savoir la pose d'un thoracique à trocart externe ou drain *through-the-needle* (Savoie, 2018) (Figure 92). Il s'agit encore une fois d'une technique simple mais nécessitant tout de même une bonne connaissance de l'anatomie de la paroi costale et de la physiologie pleurale.

Il existe d'autres types de drains permettant une pose à thorax fermé comme les drains à trocart interne (drains *over-the needle*) et les drains dont la pose nécessite

l'utilisation d'un guide métallique selon la technique de Seldinger modifiée (Savoie, 2018) (Figure 93).

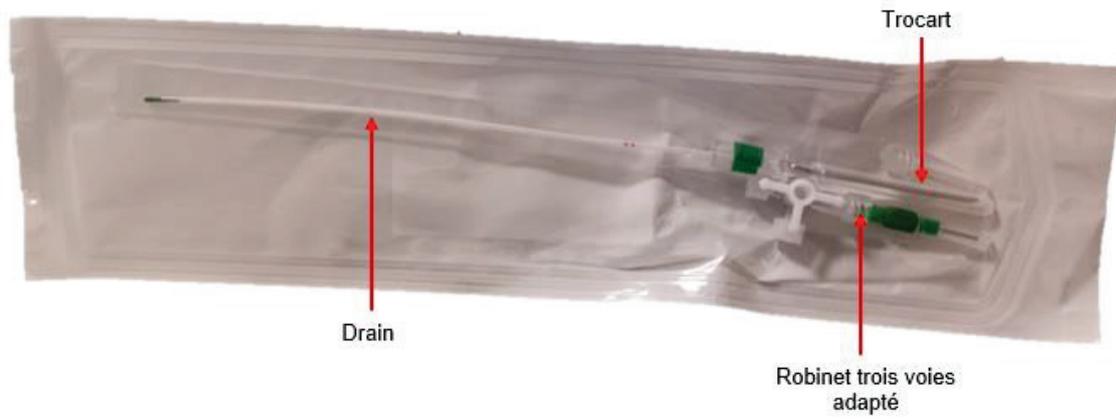


Figure 92 : Drain à trocart externe/through-the-needle (Meynard Clara)



Figure 93 : Drain à guide métallique (Meynard Clara)

c.1. Matériel

Le tableau suivant liste l'ensemble du matériel nécessaire à la pose d'un drain thoracique

Tableau IX : Matériel nécessaire à la pose d'un drain thoracique à thorax fermé (Meynard Clara, d'après Lipscomb et al., 2018, Lombardi et al., 2012 et Lynch & Campos, 2019)

Préparation du patient	Préparation de l'opérateur	Pose du drain thoracique
<ul style="list-style-type: none"> Gants non stériles Tondeuse Matériel d'asepsie cutanée (Plateau de scrub stérile avec des compresses imbibées de Chlohexidine ou de Bétadine) Oxygénothérapie (masque, lunettes ou sonde nasale à oxygène, flo w-by) Matériel d'intubation trachéale (sonde d'intubation, laryngoscope, anesthésique local en spray, lacette de fixation de la sonde) Analgésiques : anesthésique local (exemple : lidocaïne 2%), anesthésique locorégional facultatif Sédatifs : la sédation seule avec un sédatif non dépresseur respiratoire peut être suffisante Anesthésiques généraux : une anesthésie générale associée à une intubation trachéale peut être envisagée pour les patients les plus instables afin de contrôler au besoin leur fonction respiratoire Petit champs stérile 	<ul style="list-style-type: none"> Gants stériles 	<ul style="list-style-type: none"> Lame de bistouri n° 11 Drain thoracique à trocart externe Seringue de 20-50 mL

Fixation et protection du drain thoracique	Circuit de drainage
<ul style="list-style-type: none"> Kit de suture : fil à peau, porte-aiguille, pince, ciseaux Compresses stériles Hypafix transparent Bandes crêpes 	Matériel de raccordement du drain thoracique au système d'aspiration et/ou de collecte : <ul style="list-style-type: none"> Connecteurs/adaptateurs "en forme d'arbre de Noël" Tubulure avec raccord "Luerlock" Rallonges non collapsibles (collapsus dû à la pression négative créée par le système d'aspiration) Robinet trois voies Système d'aspiration et/ou de collecte

La pose d'un drain thoracique nécessite au minimum deux personnes. La première surveille et réalise la sédation ou l'anesthésie du patient au cours de la procédure et la deuxième effectue la pose du drain thoracique.

NB : Le patient doit être placé sous oxygénothérapie (masque à oxygène, flow-by, sonde nasale à oxygène) avant d'être manipulé et tout au long de l'intervention (Sigrist, 2023b).

Etape 3 : Positionnement du patient

Le patient est positionné en décubitus latéral (Figure 95) lors de l'utilisation d'un drain *through-the-needle* (Lynch & Campos, 2019).

Etape 4 : Tonte

Tonte rigoureuse et large du thorax entre le 8^{ème} et 13^{ème} espace intercostal (Figure 95).



Figure 95 : Patient sous anesthésie générale en décubitus latéral droit et tondu (Pouzot-Nevoret Céline)

Etape 5 : Asepsie du site d'insertion du drain

Réaliser une asepsie rigoureuse et large autour du site d'insertion du drain soit au niveau du 10^{ème} ou 11^{ème} espace intercostal

Etape 6 : Anesthésie locale au site d'insertion du drain.

Réaliser une anesthésie locale au site d'insertion du drain thoracique.

Si l'anesthésie locale est en générale suffisante lors de la pose de drains à thorax fermé (Sigrist, 2023b), une anesthésie locorégionale avec utilisation d'un bloc nerveux intercostal peut parfois être ajoutée (Lynch & Campos, 2019).

Etape 7 : Drapage

Pour finir, draper la zone de mise en place du drain thoracique (Sigrist, 2023b) (Figure 96).



Figure 96 : Zone de tonte après aseptie et drapage (Pouzot-Nevoret Céline)

Etape 8 : Port de gants stériles

Le port de gant stérile est nécessaire tout au long de la mise en place du drain thoracique.

Etape 9 : Mise en place du drain *through-the needle*

Pré-mesurer la longueur de drain à mettre en place entre le 11^{ème} ou 10^{ème} espace intercostal (site d'insertion) et la 2^{ème} côte qui ne doit pas être dépassée (Tobias et al., 2017) (Figure 97).



Figure 97 : Pré-mesure de la longueur du drain (Pouzot-Nevoret Céline)

A l'aide de la lame, réaliser une incision cutanée de 5-8 mm au niveau du 10^{ème} ou 11^{ème} espace intercostal dans le tiers dorsal du thorax (Tobias et al., 2017).

Introduire le drain et son trocart via l'incision et réaliser une tunnelisation sous-cutanée sur deux espaces intercostaux en gardant le trocart parallèle à la paroi costale et en l'orientant vers le coude de l'animal.

Positionner le trocart à 45° par rapport la paroi thoracique et ponctionner le plan musculaire et la plèvre pariétale crânialement à la côte (Figure 98). Une fois le trocart inséré dans l'espace pleural, l'abaisser parallèlement à la paroi thoracique. Le trocart peut aussi être légèrement orienté crânio-dorsalement dans le cadre d'un pneumothorax et davantage crânio-ventralement dans le cas d'un épanchement pleural.



Figure 98 : Orientation du trocart à 45° lors de l'insertion dans l'espace pleural (Pouzot-Nevoret Céline)

Faire coulisser le drain le long du trocart jusqu'à ce que la longueur pré-mesurée soit atteinte (Lynch & Campos, 2019).

Retirer lentement le trocart d'une main en maintenant le drain avec l'autre main. Ne pas clamber le drain après retrait du trocart car cela créer une zone de fragilisation du drain une potentielle zone de fuite ultérieurement.

Etape 10 : Connexion du drain thoracique à la seringue et première aspiration

Retirer le bouchon à l'extrémité du drain (Figure 99) et connecter le drain au robinet trois voies fourni (Figure 100). Cette étape nécessite d'insérer la partie métallique du robinet trois voies (Figure 101) dans le drain et présente un risque de coupure du drain.



Figure 99 : Retrait du bouchon du drain (Meynard Clara)



Figure 100 : Connection du robinet trois voies et du drain en place (Meynard Clara)

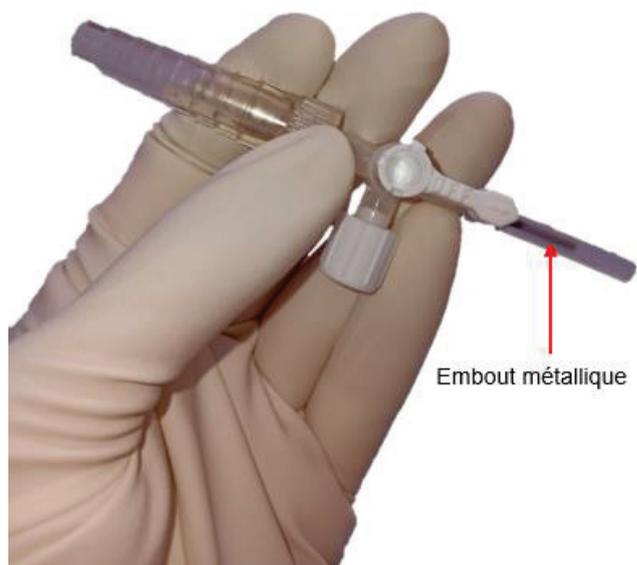


Figure 101 : Embout métallique du robinet trois voies (Meynard Clara)

Connecter la seringue au robinet trois voies en position fermée entre le patient et la seringue (Figure 102).



Figure 102 : Connection de la seringue au robinet trois voies (Meynard Clara)

Ouvrir le robinet trois voies entre le patient et la seringue et réaliser une première aspiration afin de vérifier, dans un premier temps, que du matériel est bien collecté (Lynch & Campos, 2019) (Figure 103). Vidanger alors l'ensemble de la pleural du liquide ou de l'air afin de permettre une stabilisation plus rapide du patient.



Figure 103 : Aspiration de matériel collecté dans l'espace pleural (Pouzot-Nevoret Céline)

Etape 11 : Fixation et protection du drain

Sécuriser et fixer le drain au niveau de son site d'insertion cutané à l'aide d'une suture en bourse et d'un laçage chinois (Lombardi et al., 2012) (Figure 104).

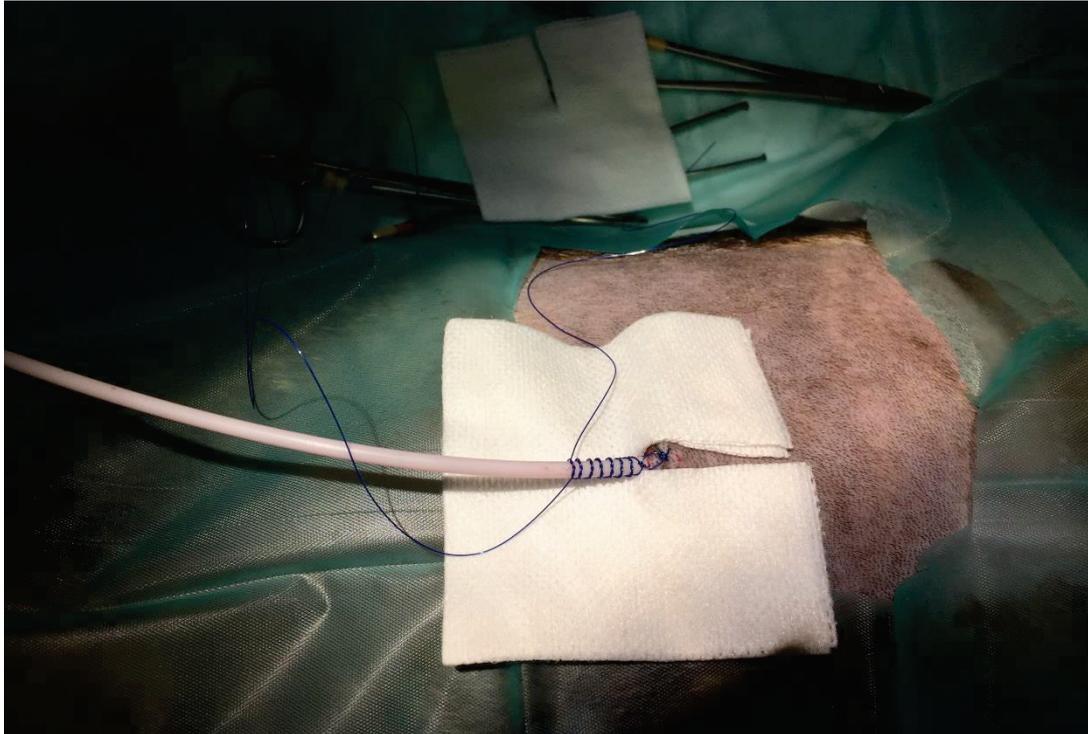


Figure 104 : Fixation du drain par suture en bourse et laçage chinois (Pouzot-Nevoret Céline)

Protéger le site d'insertion du drain à l'aide d'un pansement stérile (compresse et hypafix transparent) (Figure 105) pour empêcher les contaminations environnementales.

Réaliser, à l'aide des bandes crêpes (Figure 105), un bandage thoracique léger et non compressif ne gênant pas la respiration du patient afin de maintenir le drain le long de la paroi costale et de réduire le risque de contamination environnementale et d'arrachement du drain par le patient (Tobias et al., 2017).

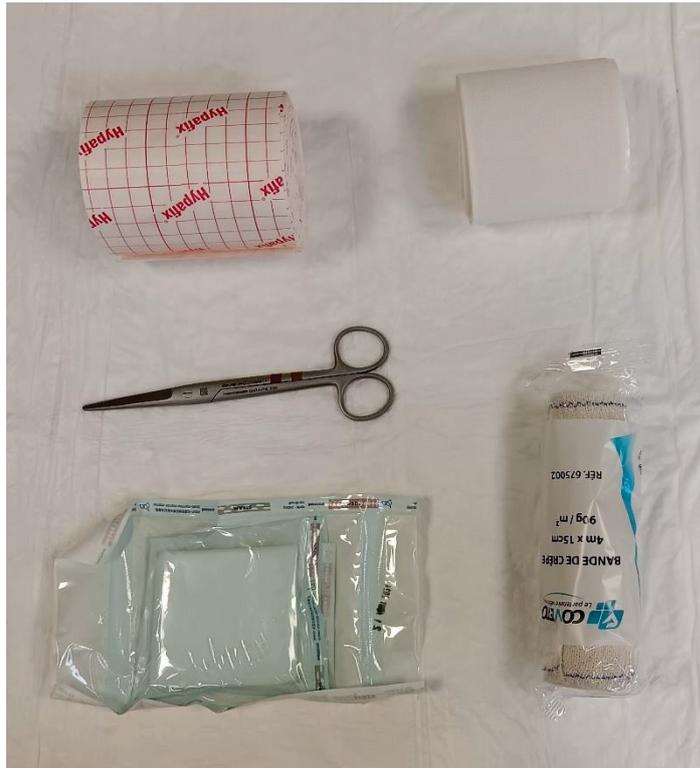


Figure 105 : Matériel nécessaire à la réalisation de la protection du drain (Meynard Clara)

Etape12 : Contrôle radiographique de la position du drain thoracique

Des radiographies thoraciques de contrôle avec deux vues orthogonales (Lombardi et al., 2012) sont nécessaires afin de confirmer le bon positionnement du drain dans l'espace pleural et l'absence de coudure (Figure 106 et Figure 107). Si le drain est en avant de la deuxième côte il doit être reculé. Si le drain est coudé ou replié sur lui-même, il est important de considérer son caractère productif ou non. En effet, un drain radiographiquement mal positionné et non productif sera reculé puis réorienté ou retiré et remplacé (Sigrist, 2023b), à contrario, s'il est productif, il ne sera pas nécessairement remplacé.

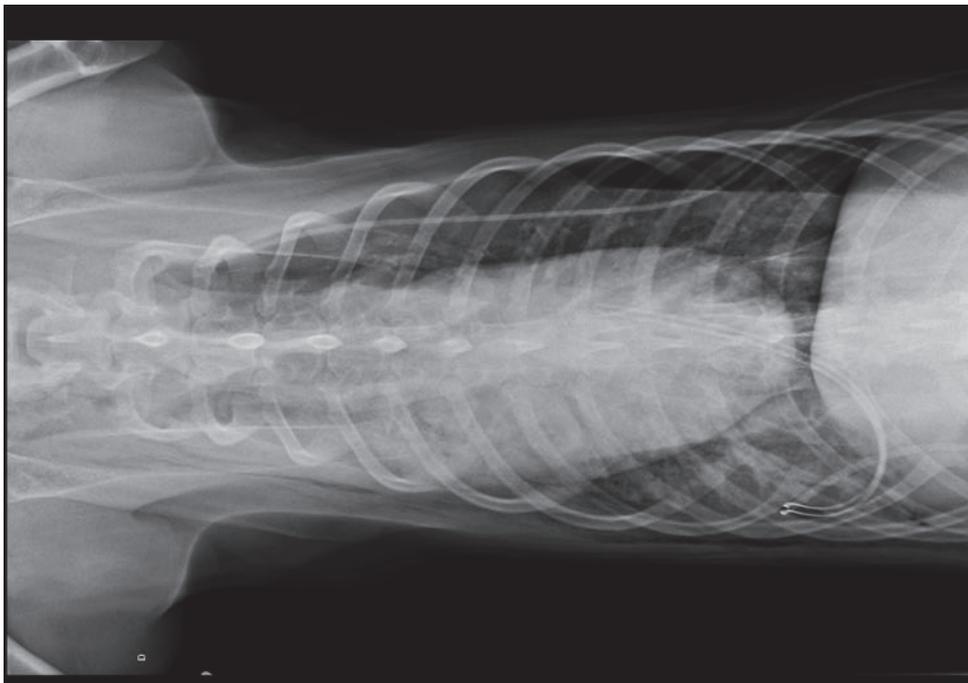
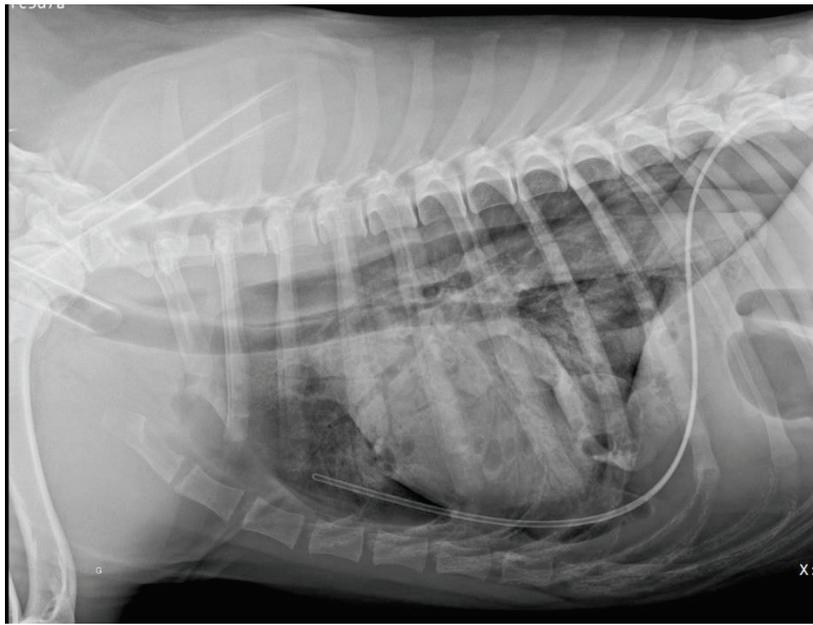


Figure 106 : Radiographies en vues orthogonales d'un drain thoracique en place sur épanchement pleural (Service d'Imagerie de VetAgro Sup)

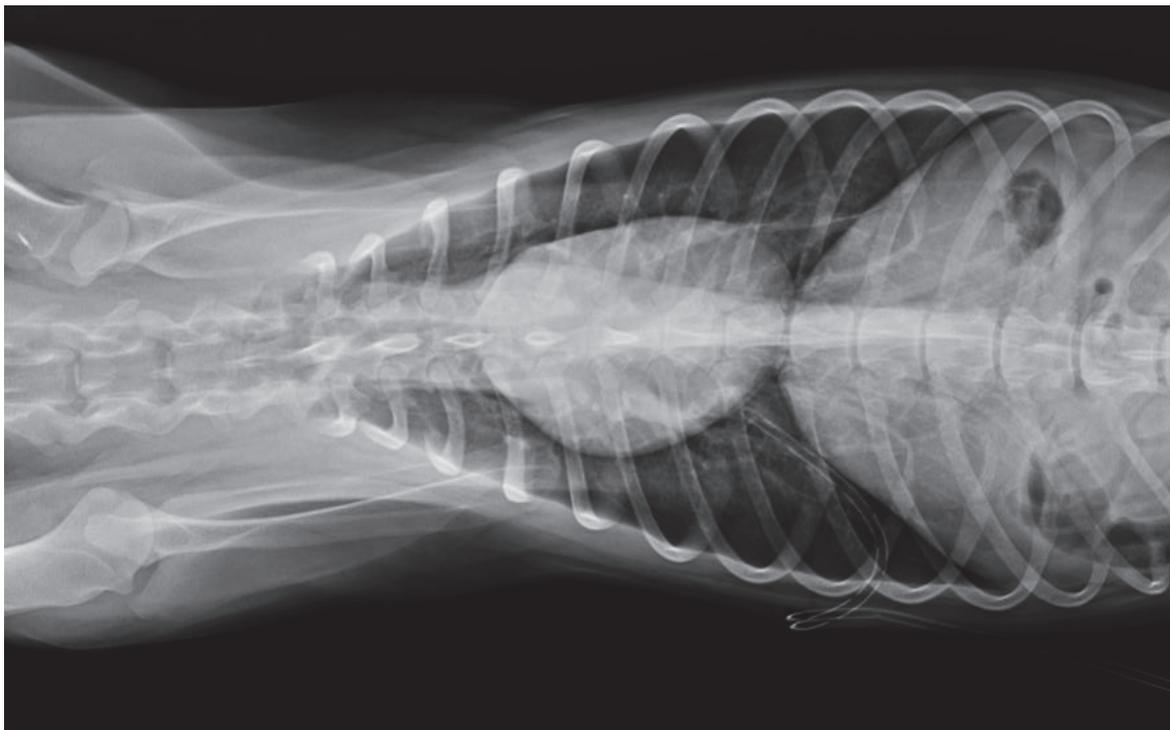
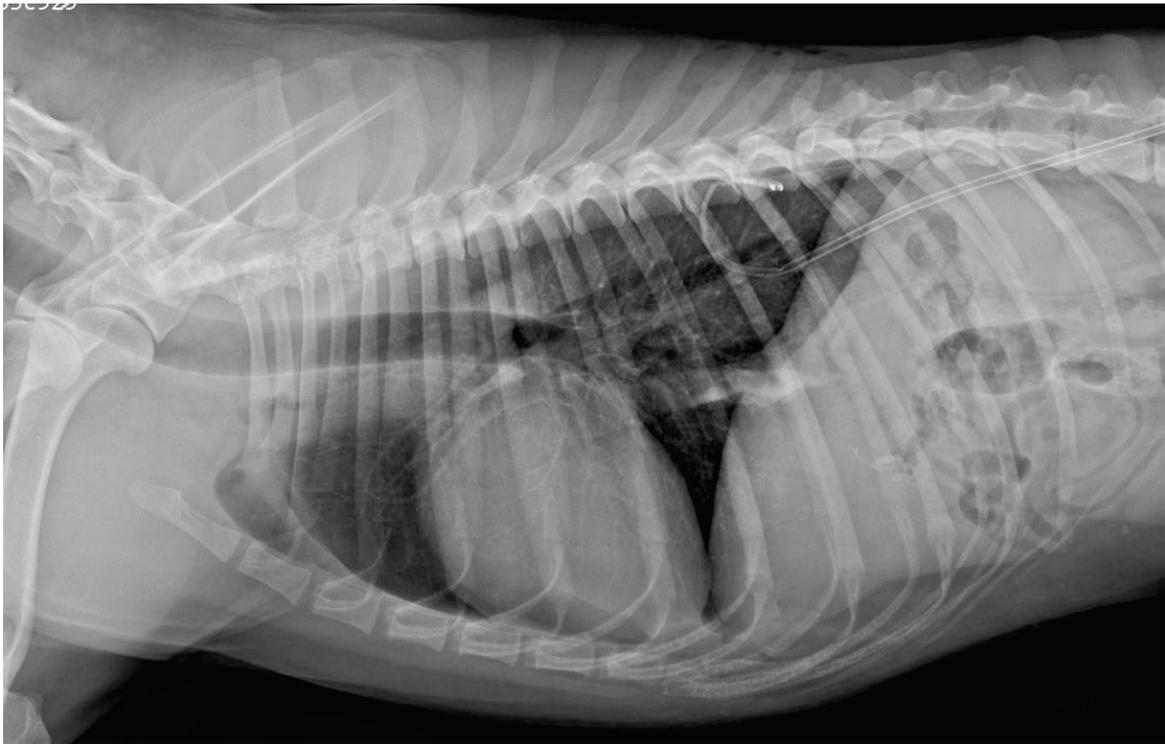


Figure 107 : Radiographies en vues orthogonales d'un drain thoracique en place sur pneumothorax, coudé et productif (Service d'Imagerie de VetAgro Sup)

Etape 13 : Drainage

Une fois le bon positionnement du drain confirmé, ce dernier est raccordé au système de drainage passif ou actif (Figure 108).

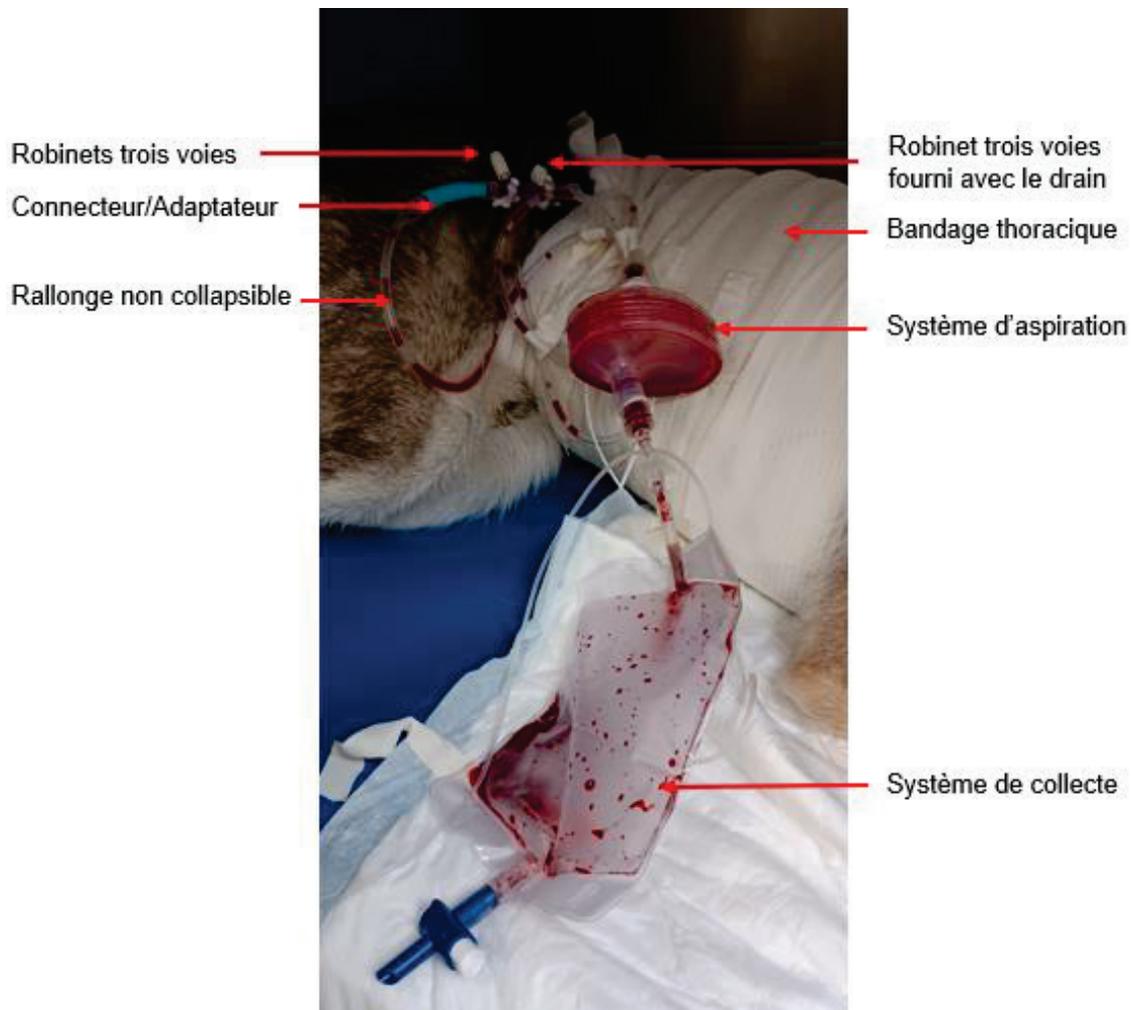


Figure 108 : Circuit de drainage (Meynard Clara)

Etape 14 : Surveillance et soins du drain thoracique

Asepsie quotidienne et soignée du drain et de son site d'insertion.

Changement quotidien du pansement stérile recouvrant le site d'insertion du drain et du bandage thoracique.

Vérification quotidienne des connexions du circuit de drainage (Lipscomb et al., 2018).

NB : la manipulation du drain se fait toujours de manière aseptique (Lombardi et al., 2012) c'est-à-dire avec port de gant obligatoire.

Etape 15 : Surveillance et soins au patient

Le port d'une collerette est recommandé afin de limiter les risques d'arrachement du drain et/ou des connexions par le patient (Tobias et al., 2017).

Surveillance constante de la fréquence et de la courbe respiratoire du patient.

Administration quotidienne d'analgésiques intraveineux plus ou moins combinés (selon le score de douleur du patient) à l'administration d'un anesthésique local (bupivacaïne) via le drain thoracique.

Etape 16 : Décision de retrait du drain thoracique

Le retrait du drain est décidé en fonction de sa cinétique de production. Dans le cas d'un pneumothorax, le drain est en général retiré lorsque aucune nouvelle collection d'air ne s'est produite sur 24 heures. Dans le cas d'un épanchement pleural, le drain est retiré lorsque l'épanchement atteint un plateau et produit environ 2 ml/kg/jour (Sigrist, 2023b). Il faut en effet garder à l'esprit que le drain est un corps étranger causant lui-même la production d'un léger épanchement inflammatoire (Lynch & Campos, 2019).

Un contrôle par imagerie médicale (radiographie ou échographie) est conseillé avant d'effectuer le retrait du drain afin de s'assurer que la non-production du drain est bien due à un arrêt de la collection de matériel dans l'espace pleural et pas à une obstruction du drain (Sigrist, 2023b).

Etape 17 : Retrait du drain thoracique

Retirer lentement le drain thoracique d'une main tandis qu'une compresse stérile imbibée de désinfectant est maintenue sur le site d'insertion du drain de l'autre main.

Réaliser un pansement collé par-dessus la compresse. L'incision cutanée initiale cicatrisera par seconde intention (Sigrist, 2023b).

d. Risques et complications

Les complications de la thoracocentèse peuvent également survenir lors de la mise en place du drain thoracique. On retrouve ainsi le pneumothorax dû à la lacération pulmonaire ou à l'exercice d'une pression négative trop importante causant la rupture du parenchyme pulmonaire, les hémorragies voire l'hémothorax par lacération des artères intercostales et l'œdème de ré-expansion qui peut être évité chez les patients à risque par un drainage progressif sur 24 heures minimum (Lipscomb et al., 2018).

Les complications plus spécifiques à la pose des drains thoraciques sont liées au drain en place comme une malposition du drain (Sigrist, 2023b) qui sera mise en évidence lors de la radiographie de contrôle, une obstruction ou une coudure du drain (Lynch & Campos, 2019) pouvant conduire à une recollection du matériel dans l'espace pleural et à un épisode de détresse respiratoire, un délogement du drain secondaire à une mauvaise réalisation du laçage chinois, des fuites au site d'insertion du drain, de l'emphysème sous cutané (Sherman et al., 2020), des infections dues à une entrée de germes dans l'espace pleural via le site d'insertion du drain avec développement secondaire d'un pyothorax, et enfin l'apparition d'un syndrome de Claude Bernard Horner voire d'arythmies secondaires à une stimulation prolongée du nerf phrénique par le drain (Lipscomb et al., 2018).

Une étude récente comparant différents types de drains thoraciques a montré que les drains à trocart (externe et interne) présentaient davantage de complications mineures (emphysème sous cutané, écoulement séro-hémorragique au site d'insertion) que les drains avec guide métallique, mais qu'il n'existait pas de différence significative entre leur taux de complications majeures (Sherman et al., 2020).

III. Création du modèle pédagogique

1. Intérêt de la création d'un modèle pédagogique pour l'apprentissage des techniques de drainage thoracique

a. Réalisation des gestes techniques au sein de VetAgro Sup

Au cours de l'année 2024 (du 01/01/2024 au 31/12/2024), 166 thoracocentèses et 22 poses de drains thoraciques ont été réalisées sur des chiens et des chats hospitalisés au SIAMU du campus vétérinaire de VetAgro Sup. La fréquence de ses actes dans les cliniques du campus vétérinaires et leur réalisation par les étudiants à partir de la 6^{ème} année d'étude (thoracocentèse) et par les internes et assistants (drains thoraciques), justifie la création d'un modèle pédagogique permettant leur apprentissage.

b. Principaux objectifs de la création du modèle pédagogique

Ce modèle pédagogique, regroupant en réalité deux ateliers d'apprentissage de techniques de drainage thoracique (thoracentèse et pose de drain thoracique à thorax fermé), possède deux grands objectifs : d'une part, la découverte ou la révision de la théorie du geste selon l'année d'étude de l'étudiant, et d'autre part un entraînement à réalisation pratique du geste et jusqu'à sa maîtrise avant de le reproduire sur un patient réel.

Ce modèle pédagogique sera laissé à la disposition des étudiants dans la salle de simulation Vetskills et pourra également être intégré aux séances de travaux dirigés de l'Unité d'enseignement « Soins Intensifs ».

2. Conception du modèle pédagogique

a. Caractéristiques du modèle pédagogique

a.1. Caractéristiques physiologiques

Le modèle pédagogique correspond à un individu appartenant à l'espèce canine, d'âge adulte et de sexe indifférencié (mâle ou femelle).

a. 2. Caractéristiques physiques

a.2.1. Taille

La modélisation d'un chien entier n'étant pas nécessaire, le modèle pédagogique correspond uniquement au thorax d'un chien de taille moyenne de type Beagle d'environ 15 kg.

a.2.2. Position

Si la thoracentèse et la pose de drains thoraciques peuvent être réalisés en décubitus sternal ou latéral, il a été fait le choix de réaliser un modèle avec décubitus interchangeable afin que la thoracocentèse soit réalisée en décubitus sternal et la pose de drain en décubitus latéral droit ou gauche. En effet l'apprentissage de la mise en place d'un drain est plus simple sur un patient en décubitus latéral.

a.2.3. Niveau de réalisme

Thoracocentèse et pose de drains thoraciques sont des gestes à savoir maîtriser dans un contexte d'urgence. La difficulté de ces actes réside essentiellement dans le fait de connaître et de savoir prendre les différents repères anatomiques, de savoir magner l'ensemble du matériel de drainage et de connaître la sensation de la traversée de la paroi costale. Le modèle pédagogique est donc conçu avec le niveau de réalisme le plus élevé possible (nombre de côtes, épaisseur des intercostaux de la paroi costale, palpation des côtes, possibilité de réaliser un pli de peau...) afin de reproduire les sensations rencontrées lors de ces actes.

a. 3. Fonctionnalités du modèle

a.3.1. Préparation du matériel, du patient et de l'opérateur

Tableau X : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée aux étapes de préparation du matériel, du patient et de l'opérateur (Meynard Clara)

ETAPE 1 : PREPARATION DU MATERIEL	
Compétence	Choisir le matériel adéquat pour réaliser, sur un chien Beagle de 15 kg, une thoracocentèse et la pose d'un drain thoracique à thorax fermé
Conception	Mise à disposition du matériel nécessaire et de matériel non nécessaire
ETAPE 2 : PRÉPARATION DU PATIENT	
Compétences	<ul style="list-style-type: none">• Maîtriser l'atelier « Réaliser un savonnage antiseptique »• Positionner le patient en décubitus sternal pour la thoracocentèse et latéral pour la pose de drain thoracique
Conception	<ul style="list-style-type: none">• Modèle déjà tondu et considéré comme ayant préalablement été préparé de manière aseptique.• Elaboration d'un système de fixation permettant de stabiliser le modèle et de modifier le décubitus
ETAPE 3 : PRÉPARATION DE L'OPÉRATEUR	
Compétence	Maîtriser l'atelier « Mettre des gants stériles »
Conception	Mise à disposition de gants stériles

a.3.2. La thoracocentèse

Tableau XI : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée à la réalisation d'une thoracocentèse (Meynard Clara)

ETAPE 1 : INTRODUCTION DU MATÉRIEL DE DRAINAGE DANS L'ESPACE PLEURAL	
Compétences	<ul style="list-style-type: none">• Maintenir d'un pli de peau en regard du neuvième espace intercostal.• Insérer le matériel de ponction parallèlement à la paroi costale• Tunneliser la peau sur deux espaces intercostaux• Insérer le matériel de ponction dans l'espace pleural crânialement à la côte choisie en formant un angle de 45° avec la paroi costale
Conception	<ul style="list-style-type: none">• Mise à disposition du matériel de ponction• Modélisation et impression 3D d'un thorax osseux à partir d'images scanner avec dimensions correspondant à chien de type Beagle de 15 kg• Paroi costale composée de différentes couches :<ul style="list-style-type: none">○ Plèvre pariétale adhérente à la face interne des côtes et à la couche modélisant les muscles intercostaux○ Deux couches musculaires : l'une épaisse représentant les muscles intercostaux internes et externes, et l'autre plus fine modélisant le reste des muscles de la paroi costale○ Peau mobile et élastique pour recréer la peau des carnivores domestiques
ETAPE 2 : DRAINAGE	

Compétence	Savoir utiliser correctement le circuit de drainage (prolongateur, robinet trois voies, seringue) sans déplacer le matériel de ponction dans l'espace pleural
Conception	<ul style="list-style-type: none"> • Mise à disposition du matériel nécessaire • Modèle mimant un pneumothorax
ETAPE 3 : RETRAIT DU MATÉRIEL DE DRAINAGE	
Compétence	Retirer en douceur le matériel de ponction de l'espace pleural tout en conservant une légère aspiration.

a.3.3. La pose de drain thoracique à thorax fermé

Tableau XII : Fonctionnalités du modèle pédagogique et conception liée à la pose d'un drain thoracique à thorax fermé (Meynard Clara)

ETAPE 1 : MISE EN PLACE DU DRAIN TROUGH-THE-NEEDLE	
Compétences	<ul style="list-style-type: none"> • Pré-mesurer la longueur de drain nécessaire entre le 10^{ème} ou 11^{ème} espace intercostal et la 2^{ème} côte • Ponctionner la peau au niveau du 10^{ème} ou 11^{ème} espace intercostal dans le tiers dorsal du thorax • Tunneliser la peau sur deux espaces intercostaux • Ponctionner le plan musculaire et la plèvre à 45° par rapport à la paroi thoracique et crânialement à la côte • Une fois dans l'espace pleural réorienter le trocart parallèlement à la paroi thoracique • Retirer le trocart d'une main en maintenant le drain de l'autre main • Connecter le drain à l'adaptateur • Connecter l'adaptateur au robinet trois voies fourni avec le drain

Conception	<ul style="list-style-type: none"> • Mise à disposition d'un drain thoracique <i>through-the-needle</i>, d'un adaptateur et d'un robinet trois voies • Modélisation et impression 3D d'un thorax de chien de taille moyenne de type Beagle de 15 kg
ETAPE 2 : PREMIÈRE VÉRIFICATION DU POSITIONNEMENT DU DRAIN	
Compétence	Connection de la seringue au robinet trois voies pour réaliser une première aspiration
Conception	Mise à disposition d'une seringue sèche
ETAPE 3 : FIXATION DU DRAIN	
Compétence	Maîtrise des ateliers « Réaliser une suture en bourse » et « Réaliser un laçage chinois »
Conception	Mise à disposition de matériel de fixation : fil de suture à peau, pince, porte-aiguille
ETAPE 5 : CONFIRMATION DU POSITIONNEMENT DU DRAIN PAR RADIOGRAPHIE THORACIQUE	
Compétence	Être capable de juger du bon et du mauvais positionnement de drains thoraciques sur des clichés radiographiques
Conception	Mise à disposition de radiographies thoraciques de contrôle d'un drain thoracique en place (Annexe 6)
ETAPE 6 : RETRAIT DU DRAIN	
Compétences	<ul style="list-style-type: none"> • Retirer la suture en bourse • Retirer lentement le drain thoracique d'une main en maintenant une compresse imbibée de chlorhexidine sur le site d'insertion de l'autre main
Conception	Mise à disposition d'un kit de retrait de points et de compresses

b. Fabrication du modèle pédagogique

b.1. Matériel et méthode

b.1.1. Modélisation du thorax osseux

b.1.1.1. Utilisation de l'imagerie médicale

Le thorax utilisé pour réaliser notre modèle pédagogique est celui d'un chien croisé de 9 ans au moment de l'examen tomodensimétrique, présenté à VetAgro Sup pour boiterie du membre antérieur droit et présence d'une masse cervicale. Son thorax osseux étant sain, il constituait le parfait modèle.

b.1.1.2. Modélisation 3D du thorax

Les images de l'examen de tomodensimétrie sont traitées directement grâce au logiciel ITK-SNAP qui a permis la sélection et la modélisation 3D des structures osseuses d'intérêt (Figure 109).



Figure 109 : Modélisation 3D du thorax osseux avec le logiciel ITK-SNAP (Meynard Clara)

Ce premier modèle 3D est ensuite extrait et enregistré en un fichier au format .stl permettant de le retravaillé avec le logiciel Blender.

b.1.1.3. Impression 3D du thorax

Le logiciel Simplify 3D a ensuite permis le traitement et l'enregistrement du fichier .stl au format .gcode et son impression en PETG (Figure 110). Les dimensions (30 x 18 x 15 cm) ont été adaptées à celles du thorax d'un chien Beagle de 15 kg.

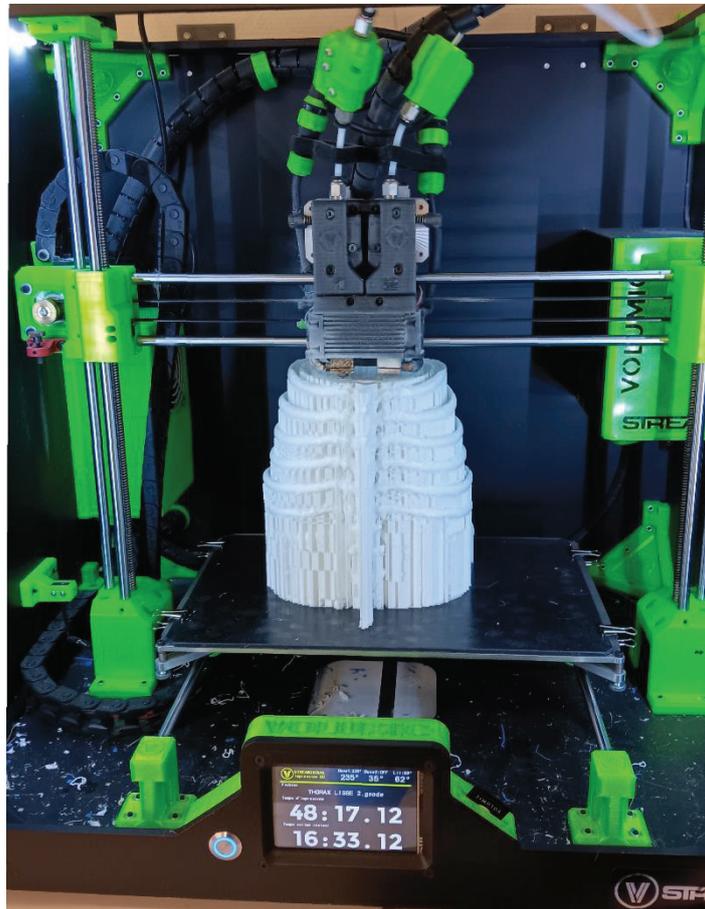


Figure 110 : Impression du thorax osseux (Meynard Clara)

Après 62 heures d'impression, le thorax est nettoyé manuellement des filaments inutiles (Figure 111). Lors de ce nettoyage, la portion costo-chondrale des 13^{èmes} côtes, particulièrement fine, a cassée.



Figure 111 : Thorax osseux après nettoyage manuel (Meynard Clara)

b.1.2. Modélisation de la plèvre pariétale

La plèvre pariétale étant extrêmement fine et sa traversée n'étant pas ressentie lors de la ponction, cette dernière est modélisée à l'aide d'une fine couche de silicone d'environ 2 mm d'épaisseur (Figure 113). Le matériau utilisé est du silicone RTV Polyaddition Translucide de la marque Moulage Composite (Figure 112).



Figure 112 : Silicone RTV polyaddition translucide (Meynard Clara)

Une période de séchage de 24 heures est nécessaire avant manipulation du silicone.



Figure 113 : Silicone RTV polyaddition translucide après phase de séchage (Meynard Clara)

b.1.3. Modélisation des muscles de paroi costale

b.1.3.1. Les muscles intercostaux

Lors de la ponction de la paroi thoracique, c'est essentiellement le passage des muscles intercostaux qui est ressenti. Ces muscles sont donc modélisés par une couche relativement épaisse de silicone Drangon Skin FX-Pro de la marque Smooth-On préalablement teinté en rose (Figure 114).



Figure 114 : Silicone Dragon Skin FX-Pro teinté en rose (Meynard Clara)

b.1.3.2. Les muscles superficiels de la paroi costale

Le reste des muscles de la paroi costale formant une couche musculaire relativement fine, ces derniers sont modélisés en une seule et même couche de silicone d'environ 3 à 4 mm d'épaisseur. Le matériau utilisé est le silicone RTV Polyaddition Translucide.

Le choix de représenter ces muscles en une seule et même couche est dû au fait que l'utilisation de couches additionnelles de silicone (une pour chaque muscle) aurait créé une épaisseur pouvant rendre la palpation des côtes difficile pour les étudiants.

b.1.4. Modélisation du tissu cutané

La peau des carnivores domestiques est particulièrement élastique et permet notamment de réaliser un pli de peau. Afin de mimer cette élasticité et de conserver une facilité de ponction, il a été fait le choix de réaliser une housse (Figure 115) en néoprène (polyesther) commandé sur le site Mondial Tissu.



Figure 115 : Housse en tissu néoprène (Meynard Clara)

b.2. Assemblage du modèle pédagogique

b.2.1. Moulage d'un support interne au thorax

Après impression 3D du thorax, une mousse expansible en polyuréthane est coulée à l'intérieur du thorax en utilisant un sac de congélation comme contenant. Le matériau utilisé est le FlexFoam-IT! 6 Pillow Soft de la marque Smooth-On (Figure 116).



Figure 116 : Moulage de l'intérieur du thorax en mousse de polyuréthane FlexFoam-IT! 6 Pillow Soft (Meynard Clara)

Une fois prise (phase de séchage de 2 heures), cette mousse expansible a permis d'obtenir un support malléable correspondant au moule parfait de l'intérieur du thorax (Figure 117). Ce moulage servira par la suite de support tout au long de la confection du modèle.



Figure 117 : Moule de l'intérieur du thorax après phase de séchage (Meynard Clara)

b.2.2. Collage de la plèvre pariétale autour du support en mousse

La couche de silicone représentant la plèvre est enroulée autour du support en mousse puis collée sur elle-même en regard de la colonne vertébrale (Figure 118) de manière à ce que la superposition des deux pans de cette couche siliconée soit localisée dans une zone ne gênant pas l'utilisation du modèle. Les deux rabats de la plèvre sont collés entre eux à l'aide du silicone à prise rapide Skin Tite de la marque Smooth-On.

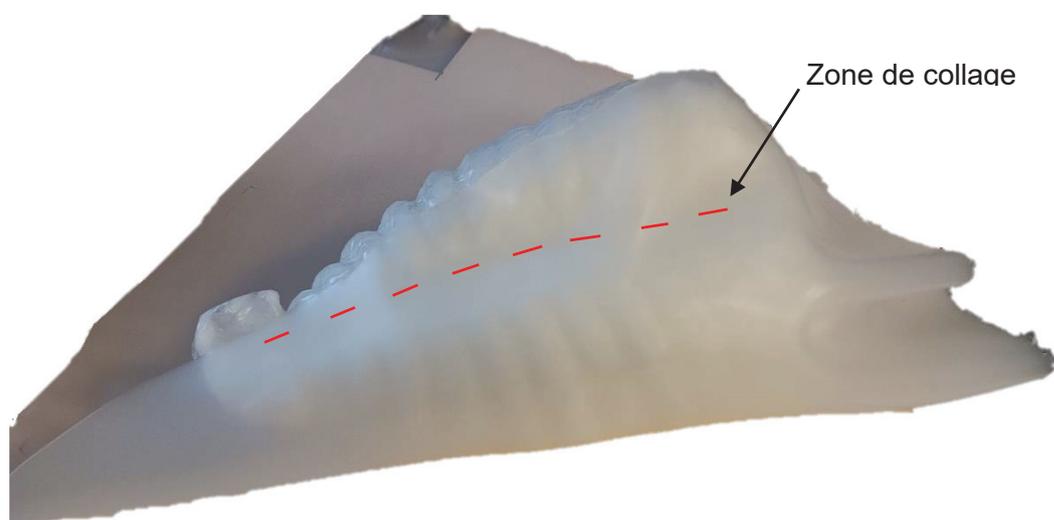


Figure 118 : Collage de la plèvre pariétale autour du support en mousse (Meynard Clara)

L'ensemble plèvre-support est ensuite réintroduit dans le thorax (Figure 119). De ce fait la plèvre est parfaitement moulée à la face interne des côtes sans être adhérente au support en mousse.



Figure 119 : Ensemble plèvre-support réintroduit dans le thorax osseux (Meynard Clara)

b.2.3. Réalisation des muscles intercostaux internes et externes

Le silicone teinté modélisant les muscles intercostaux est coulé directement sur le thorax afin d'adhérer parfaitement à la plèvre (Figure 120). Le thorax est positionné à la verticale et repose sur un support. Avant polymérisation complète, le silicone est très liquide et coule par gravité en partie caudale du thorax, il a donc été réétalé à l'aide d'une spatule jusqu'à son durcissement (soit environ 20 minutes) de manière à remplir chaque espace intercostal de manière uniforme.



Figure 120 : Réalisation des muscles intercostaux internes et externes (Meynard Clara)

Le modèle sera laissé au repos durant 24 heures avant toute autre manipulation afin que cette couche épaisse de silicone sèche entièrement (Figure 121).

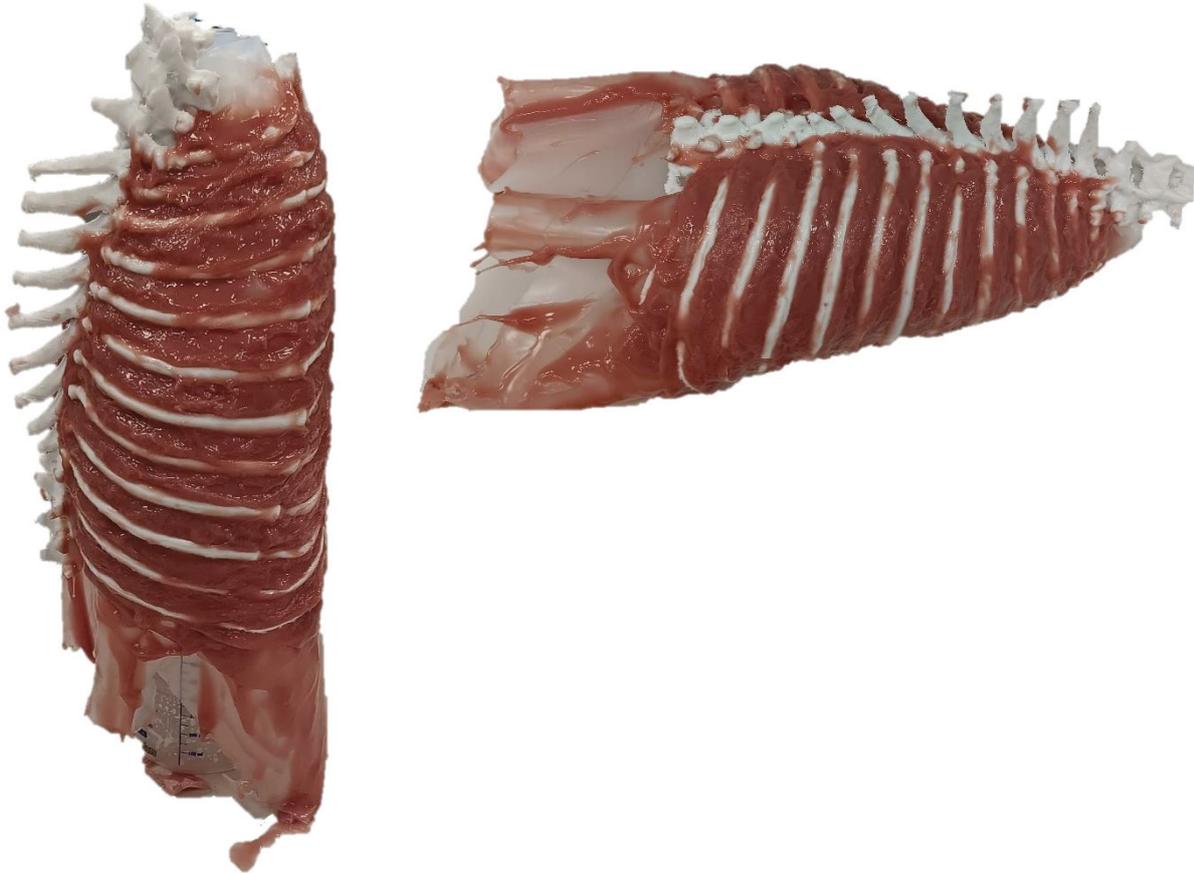


Figure 121 : Muscles intercostaux après une période de séchage de 24 heures (Meynard Clara)

b.2.4. Ajout des muscles superficiels de la paroi costale

La couche de silicone modélisant la couche musculaire superficielle est collée directement sur les muscles intercostaux et les côtes grâce à du silicone EcoFlex 00-35 Fast de la marque Smooth-On (Figure 68). Afin de lisser et d'épouser au maximum la forme du thorax, la couche de silicone a été collée en plusieurs fois. Deux bandes de mousse de silicone ont été ajoutées de part et d'autre des processus épineux afin mimer la musculature vertébrale (Figure 122). Ces deux bandes ont été taillées dans un bloc de mousse déjà existant.



Figure 122 : Collage de la couche musculaire superficielle de la paroi costale (Meynard Clara)

Le support en mousse de polyuréthane est ensuite retiré (Figure 123). Comme prévu, la plèvre pariétale est parfaitement adhérente à la face interne des côtes et aux muscles intercostaux.



Figure 123 : Vue sur l'intérieur du thorax (Meynard Clara)

b.2.5. Ajout du tissu cutané

La housse en néoprène préalablement cousue est ajoutée au modèle (Figure 124). Elle est laissée ouverte en partie caudale afin que les étudiants puissent visualiser l'intérieur du thorax.



Figure 124 : Thorax habillé de la housse en néoprène (Meynard Clara)

b.2.6. Réalisation d'un support de fixation

Le support de fixation est pensé de manière à permettre le positionnement du thorax en décubitus sternal et latéral droite ou gauche tout en assurant sa parfaite stabilité (Figure 125).

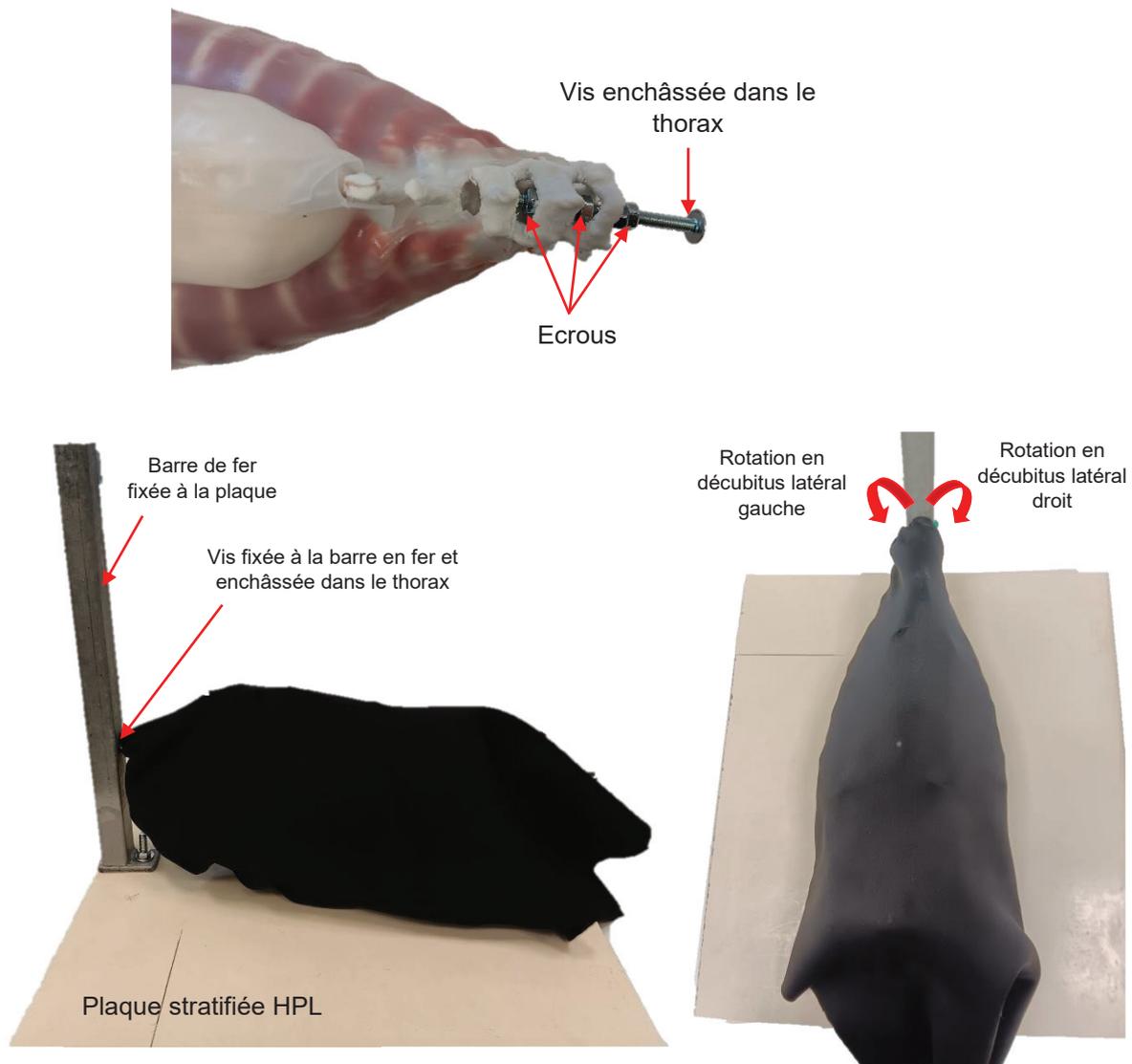


Figure 125 : Support de fixation du thorax (Meynard Clara)

b.2.7. Aspect final du modèle pédagogique

Le modèle pédagogique correspond donc à un thorax de chien de type Beagle de 15kg positionné sur un support permettant son maintien et son positionnement en décubitus sternal et latéral (droit et gauche). La partie caudale de ce thorax est laissée ouverte afin que les étudiants puissent visualiser la position de leur matériel de drainage dans le modèle.

c. Coût de fabrication

Le tableau ci-dessous liste l'ensemble du matériel utilisé pour la création du modèle pédagogique et les prix associés (arrondis au dixième supérieur).

Tableau XIII : Récapitulatif du coût de fabrication du modèle pédagogique pour le drainage thoracique
(Meynard Clara)

Matériel	Fournisseur	Quantité	Coût unitaire (TTC)	Coût total (TTC)
Impressions 3D				
Bobine d'impression 3D (PETG)	Volumic	0,850 kg	45 €/kg	38,25 €
Silicones				
RTV Polyaddition translucide	Moulage Composite	300 mL	48,65 €/L	14,60 €
FlexFoam-IT ! 6 Pillow Soft	Création silicone	400 mL	40,97 €/L	16,39 €
Dragon skin FX-Pro	Création silicone	400 mL	58,76 €/L	23,50 €
Skin Tite	Création silicone	5 mL	122,39 €/L	0,61 €
Ecoflex00-35 Fast	Création silicone	200 mL	66,45 €/L	13,29 €
Tissu				
Tissu néoprène	Mondial Tissu	34 x 52 cm	12,99 €/m	11,17 €
Autres				
Sachet de congélation 6L	Super U	1	0,05 €	0,05 €
Vis	Castorama	2	0,20 €	0,40 €
Écrous	Castorama	4	0,10 €	0,40 €
Coût total du modèle pédagogique				118,66 €

Ce tableau ne comprend pas les matériaux de récupération (barre de fer, plaque, mousse pour la musculature vertébrale...).

d. Réalisation d'une fiche pour la salle de simulation

Le modèle pédagogique regroupe deux ateliers différents : la thoracocentèse et la pose de drain thoracique à thorax fermé. Une fiche technique comportant la description détaillée des étapes du geste technique et de la bonne utilisation du modèle est mise au point pour chaque atelier (Annexe 4 et Annexe 5).

IV. Discussion

1. Évaluation et validation du modèle pédagogique

De même que pour le modèle pédagogique de poses de sondes nasales, une étude de validation officielle du modèle pédagogique par des séniors aurait été particulièrement intéressante mais n'a pu être réalisée par manque de temps.

2. Limites du modèle pédagogique

a. Limites anatomiques et physiologiques

Le modèle final correspond à un thorax de chien dépourvu de viscères thoraciques. Cependant, au cours d'une thoracentèse ou de la pose d'un drain thoracique seul le frottement du matériel de ponction contre le péricarde est parfois ressenti, la ponction du poumon n'est-elle pas détectable. L'intérêt de modéliser des viscères thoraciques était donc finalement limité.

De même, l'espace pleural n'est pas modélisé. En effet lors de sa ponction, seule la traversée de la paroi musculaire et de la plèvre pariétale qui lui est accolée est ressentie. De ce fait, seule l'épaisseur de paroi costale à traverser a été modélisée.

Au cours d'une thoracocentèse ou de la pose de drains thoraciques, les mouvements respiratoires du patient constituent une difficulté supplémentaire à la réalisation du geste mais sont techniquement impossibles à reproduire sur un tel modèle.

b. Limites fonctionnelles

Lors de la réalisation de l'atelier « La pose de drain thoracique à thorax fermé », le drain doit être positionné à l'intérieur du trocart afin que ce dernier soit le premier à toucher la paroi musculaire en silicone. Pour se faire la pochette stérile du drain aura préalablement été ouverte à son extrémité caudale. En effet, l'absence de tissus sous-cutanés sur le modèle empêche le drain d'être repoussé dans le trocart et gêne par la suite lors de la ponction de la paroi costale.

De même, la lubrification du trocart du drain avant ponction de la paroi thoracique n'est absolument pas réalisée en réalité, mais est nécessaire afin de faciliter la traversée de la paroi musculaire et de la plèvre pariétale en silicone.

Le modèle pédagogique mime la réalisation d'une thoracocentèse et la pose d'un drain thoracique à thorax fermé sur un patient atteint d'un pneumothorax. En effet, la modélisation d'un patient souffrant d'un épanchement pleural nécessitait la création d'un espace pleural conservant une étanchéité suite aux ponctions réalisées par les étudiants, ce qui était techniquement très difficile.

Si suite à la réalisation de plusieurs poses de drains thoraciques la paroi musculaire et la plèvre siliconées restaient en très bon état (après retrait du trocart le silicone se « referme » de lui-même), nous n'avons à ce jour aucune donnée sur les effets que les ponctions répétées des étudiants pourront avoir. Cependant, si suite aux diverses ponctions, la paroi musculaire et la plèvre s'avèrent être trop endommagées, elles pourront toutes deux être réparées et colmatées à l'aide de silicone.

CONCLUSION

Le développement de l'apprentissage par la simulation dans le cursus vétérinaire est en plein essor et s'inscrit dans une démarche de respect du bien-être animal, enjeu majeur de la profession vétérinaire, et répond à la devise « *Jamais la première fois sur un animal vivant* ».

Les poses de sondes nasales à oxygène et naso-entérales (naso-oesophagiennes et naso-gastriques), ainsi que la thoracentèse et la pose de drains thoraciques à thorax fermé, sont des gestes techniques fréquemment réalisés au sein du services des Urgences et Soins Intensifs du campus vétérinaire de Lyon (SIAMU).

Le fait que ces actes techniques puissent être réalisés par les étudiants du campus vétérinaire et ce à différents stades de leur formation, justifie la création de deux modèles pédagogiques permettant l'apprentissage des techniques de poses sondes nasales (sondes nasales à oxygène et sondes naso-entérales) pour l'un, et des techniques de drainage thoracique (thoracocentèse et drains thoraciques à thorax fermé) pour l'autre. Ces modèles, en étant intégrés au cursus des étudiants vétérinaires, leur permettront de découvrir, d'apprendre et enfin de maîtriser la théorie et la pratique de ces quatre actes avant leur réalisation en clinique sur un véritable patient.

Cette thèse a présenté toutes les étapes de la création des modèles et des difficultés rencontrées. Elle constitue ainsi un bon support pour toute personne souhaitant reproduire ces dits modèles. Les deux modèles mis en place sont un premier essai de l'apprentissage par simulation des techniques de poses de sondes nasales et de drainage thoracique au sein de la salle de simulation Vetskills. Ils présentent donc certaines limites et défauts qui pourront être améliorés et retravaillés, et pourront également faire l'objet d'une étude de validation officielle par les seniors du campus vétérinaire de Lyon.

BIBLIOGRAPHIE

- Barone, R. (2011). Chapitre II : Artères. In : *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 5. Angiologie*. 2^{ème} édition. Paris : Vigot. ISBN : 978-2-7114-0418-6, pp. 103-448.
- Barone, R. (2010). Chapitre II : Nerfs spinaux. In : *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 7. Neurologie II. Système nerveux périphérique, Glandes endocrines, Esthésiologie*. Paris : Vigot. ISBN : 978-2-7114-0409-4, pp. 149-321.
- Barone, R. (2001). *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4. Splanchnologie II. Appareil uro-génital, Fœtus et ses annexes, Péritoine et topographie abdominale*. 3^{ème} édition. Paris : Vigot. ISBN : 2-7114-9012-2, 895 p.
- Barone, R. (1997). *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3. Splanchnologie I. Appareil digestif, Appareil respiratoire*. 3^{ème} édition. Paris : Vigot. ISBN : 2-7114-9012-2, 853 p.
- Barone, R. (1989). *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 2. Arthrologie et myologie*. 4^{ème} édition. Paris : Vigot. ISBN : 2-7114-90-12-2, 984 p.
- Barone, R. (1986). *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1. Ostéologie*. 3^{ème} édition. Paris : Vigot. ISBN : 2-7114-9160-9, 761 p.
- Boyle, J. (2012). Oxygen Therapy. In : *Advanced Monitoring and Procedures for Small Animal Emergency and Critical Care* [en ligne]. Iowa : John Wiley & Sons. ISBN : 9781118997246, pp. 263-273. <https://doi.org/10.1002/9781118997246>.

- Brunetto, M. A., Gomes, M. O. S., Andre, M. R., Teshima, E., Goncalves, K. N. V., Pereira, G. T., Ferraudo, A. S., & Carciofi, A. C. (2010). Effects of nutritional support on hospital outcome in dogs and cats. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 20(2), 224-231. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2009.00507.x>
- Bucknoff, M., & Respass, M. (2019). Thoracocentesis. In : *Textbook of Small Animal Emergency Medicine. Volume 1* [en ligne]. Hoboken : WILEY Blackwell. ISBN : 9781119028994, pp. 1195-1198. <https://doi.org/10.1002/9781119028994>.
- Cambournac, M., & Pouzot-Nevoret, C. (2015). Mise en place d'une sonde naso-œsophagienne. *PratiqueVet*, 50, 94-97.
- Campbell, S., & Harvey, N. (2012). Assisted enteral feeding. In : *Advanced Monitoring and Procedures for Small Animal Emergency and Critical Care* [en ligne]. Iowa : John Wiley & Sons. ISBN : 9781118997246, pp. 496-512. <https://doi.org/10.1002/9781118997246>.
- Chan, D. L. (2023). Enteral Nutrition. In : *Small Animal Critical Care Medicine*. 3^{ème} édition. Missouri : ELSEVIER. ISBN : 978-0-323-76469-8, pp. 740-745.
- Chan, D. L. (2019). Feeding Tube Complications. In : *Textbook of Small Animal Emergency Medicine. Volume 1* [en ligne]. Hoboken : WILEY Blackwell. ISBN : 9781119028994, pp. 578-581. <https://doi.org/10.1002/9781119028994>.
- Dellweg, D., Wenze, M., Hoehn, E., Bourgund, O., & Haidl, P. (2013). Humidification of Inspired Oxygen Is Increased With Pre-nasal Cannula, Compared to Intranasal. Cannula. *Respiratory Care*, 58(8), 1323-1328. <https://doi.org/10.4187/respcare.02215>
- Desai, S. V., McLava, M. D., & RICE, T. W. (2014). Nutrition in the ICU : an

evidenced based approach. *Chest*, 145(5), 1148–1157.

<https://doi.org/10.1378/chest.13-1158>

Dunphy, E. D., Mann, F. A., Doman, J. R., Branson, K. R., Wagner-Mann, C. C., Johnson, P. A., & Brady, M. A. (2002). Comparison of unilateral versus bilateral nasal catheters for oxygen administration in dogs : Nasal oxygen administration. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 12(4), 245-251.

<https://doi.org/10.1046/j.1435-6935.2002.t01-1-00049.x>

Freeman, L., Becvarova, I., Cave, N., MacKay, C., Nguyen, P., Rama, B., Takashima, G., Tiffin, R., Tsjimoto, H., & Van Beukelen, P. (2011). WSAVA nutritional assessment guidelines. *Journal of Small Anim Practice*, 52(7), 385-396. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2011.01079.x>

Goff, JP. (2015). Gastrointestinal Mobility. In : *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 13^{ème} édition. Iowa : WILEY Blackwell. ISBN : 978-1-118-50139-9, pp. 467-483.

Guenther, C. L. (2019). Oxygen Therapy. In : *Textbook of Small Animal Emergency Medicine. Volume 1* [en ligne]. Hoboken : WILEY Blackwell. ISBN : 9781119028994, pp. 1177-1182. <https://doi.org/10.1002/9781119028994>.

Halfacree, Z. J., & Liptak, J. M. (2018). Thoracic wall anatomy and surgical approaches. In : *BSAVA Manual of Canine and Feline. Head, Neck and Thoracic Surgery*. 2^{ème} édition. Quedgelet : British Small Animal Veterinary Association. ISBN : 978-1-905319-93-0, pp. 136-156.

Hanson, K., & Rudloff, E. (2019). Hamatemesis and Gastrointestinal Hemorrhage. In : *Textbook of Small Animal Emergency Medicine. Volume 1* [en ligne]. Hoboken : WILEY Blackwell. ISBN : 9781119028994, pp. 490-495. <https://doi.org/10.1002/9781119028994>.

Harris, J. P., Parnell, N. K., Griffith, E. H., & Saker, K. E. (2017). Retrospective

- evaluation of the impact of early enteral nutrition on clinical outcomes in dogs with pancreatitis : 34 cases (2010–2013). *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 27(4), 425-433. <https://doi.org/10.1111/vec.12612>
- Holden, D., & Drobatz, K. (2018). Emergency management of respiratory distress. In : *BSAVA Manual of Canine and Feline. Head, Neck and Thoracic Surgery*. 2^{ème} édition. Quedgelet : British Small Animal Veterinary Association. ISBN : 978-1-905319-93-0, pp. 16-26.
- Hunt, G. B. (2017). Thoracic Wall. In : *Veterinary Surgery, Small animal. Volume 2*. 2^{ème} édition. Missouri : Elsevier. ISBN : 978-0-323-50968-8, pp. 2001-2019.
- Jagodish, TA., Bersenas, AME., Bateman, SW., & Kerr, CL. (2019). Comparison of high flow nasal cannula oxygen administration to traditional nasal cannula oxygen therapy in healthy dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 1-10. <https://doi.org/10.1111/vec.12817>
- Lipscomb, V., Holt, D. E., & Waddell, L. S. (2018). Pleural drainages techniques. In : *BSAVA Manual of Canine and Feline. Head, Neck and Thoracic Surgery*. 2^{ème} édition. Quedgelet : British Small Animal Veterinary Association. ISBN : 978-1-905319-93-0, pp. 157-173.
- Liu, D. T., Brown, D. C., & Silverstein, D. C. (2012). Early nutritional support is associated with decreased length of hospitalization in dogs with septic peritonitis : A retrospective study of 45 cases (2000–2009). *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 22(4), 453-459. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2012.00771.x>
- Lombardi, R., Savino, E., & Waddell, L. S. (2012). Pleural space drainage.

- In : *Advanced Monitoring and Procedures for Small Animal Emergency and Critical Care* [en ligne]. Iowa : John Wiley & Sons. ISBN : 9781118997246, pp. 378-392. <https://doi.org/10.1002/9781118997246>.
- Lynch, A., & Campos, S. (2019). Thoracostomy Tube Placement. In : *Textbook of Small Animal Emergency Medicine. Volume 1* [en ligne]. Hoboken : WILEY Blackwell. ISBN : 9781119028994, pp. 1199-1201. <https://doi.org/10.1002/9781119028994>.
- Mazaferro, EM. (2023). Oxygen Therapy. In : *Small Animal Critical Care Medicine*. 3^{ème} édition. Missouri : ELSEVIER. ISBN : 978-0-323-76469-8, pp. 85-88.
- Mohr, A. J., Leisewit, A. L., Jacobson, L. S., Steiner, J. M., Ruaux, C. G., & Williams, D. A. (2003). Effect of early enteral nutrition on intestinal permeability, intestinal protein loss, and outcome in dogs with severe parvoviral enteritis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 17(6), 791-798. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2003.tb02516.x>
- Molina, J., Hervera, M., Manzanilla, E. G., Torente, C., & Villarde, C. (2018). Evaluation of the prevalence and risk factors for undernutrition in hospitalized dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 5(205), 1-8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00205>
- Miyamoto, K., & Nishimura, M. (2008). Nasal dryness discomfort in individual receiving dry oxygen via nasal cannula. *Respiratory Care*, 53(4), 503-504.
- Savoie, A. (2018). *Utilisation des drains en chirurgie vétérinaire canine et féline*. [Thèse d'exercice]. Université Claude-Bernard-Lyon 1 : 139 p.
- Sherman, A., Holt, D., Drobatz, K., & MISON, M. (2020). Evaluation of Jackson-Pratt

- Thoracostomy Drains compared with Traditional Trocar Type and Guidewire-Inserted Thoracostomy Drains. *Journal of American Animal Hospital Association*, 56 (2), 92-97. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6963>
- Sigrist, N. E. (2023a). Thoracocentesis. In : *Small Animal Critical Care Medicine*. 3^{ème} édition. Missouri : ELSEVIER. ISBN : 978-0-323-76469-8, pp. 1137-1140.
- Sigrist, N. E. (2023b). Thoraostomy Tube Placement and Drainage. In : *Small Animal Critical Care Medicine*. 3^{ème} édition. Missouri : ELSEVIER. ISBN : 978-0-323-76469-8, pp. 1141-1145.
- Sumner, C., Rozanski, E. (2013). Management of respiratory emergencies in small animals. *The Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 43, 799-815. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.03.005>
- Tobias, K. M., Darrow, B. G., & Radlinsky, M. G. (2017). Thoracic Cavity. In : *Veterinary Surgery, Small animal. Volume 2*. 2^{ème} édition. Missouri : Elsevier. ISBN : 978-0-323-50968-8, pp. 2019-2047.
- Villaverde, C., & Larsen, J. A. (2023). Nutritional Assessment. In : *Small Animal Critical Care Medicine*. 3^{ème} édition. Missouri : ELSEVIER. ISBN : 978-0-323-76469-8, pp. 729-734.
- Viole, A., & Pouzot-Nevoret, C. (2017). Thoracocentèse lors de pneumothorax, *PratiqueVet*, 52, 206-209.
- Ward, JJ. (2013). High-flow oxygen administration by nasal cannula for adult and perinatal patients. *Respiratory Care*, 58(1), 98–122. <https://doi.org/10.4187/respcare.01941>
- Woodcock, NP., Zeigler, D., Palmer, MD., Buckley, P., Mitchell, CJ., MacFie, J. (2001). Enteral versus parenteral nutrition : a pragmatic study. *Nutrition*, 17(1), 1-12. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00576-1](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00576-1)

Yu, MK., Freeman, LM., Heinze, CR., Parker, VJ., & Linder, DE. (2013). Comparison of complications in dogs with nasoesophageal versus nasogastric tubes.

Journal of Veterinary. Emergency and Critical Care, 23(3), 300–304.

<https://doi.org/10.1111/vec.12048>

ANNEXES



Fiche méthodologique
Pose de sonde nasale à oxygène
Pouzot-Nevolet

Justification du poste de travail

Dans un contexte d'urgence et de soins intensifs, l'apport d'oxygène peut permettre la stabilisation du patient en augmentant sa fraction inspirée en oxygène (FiO₂) et donc son contenu artériel en oxygène. Les sondes nasales à oxygène font partie des techniques peu à modérément invasives d'oxygénothérapie. Étant très bien tolérées par les patients, elles peuvent être utilisées dans le cadre d'une oxygénothérapie à long terme et sont d'ailleurs indiquées lorsque la supplémentation en oxygène dépasse les 24 heures. Leur mise en place est simple et rapide et permet au praticien d'avoir accès au patient sans pour autant interrompre la supplémentation en oxygène. Il s'agit donc d'un geste technique à savoir maîtriser.

Objectif d'apprentissage

Être capable de réaliser la pose et la fixation d'un sonde nasale à oxygène

Pré-requis :

- Anatomie des cavités nasales
- Cet atelier nécessite la maîtrise de l'atelier « Réaliser des points simples »

Méthodologie

Préparatifs

Cet exercice se réalise sur une peluche de chien à l'intérieur de laquelle a été ajouté un moulage en silicone des cavités nasales d'un chien.

L'animal :

Positionner le modèle en décubitus sternal face à vous.



Instruments :

- Gants non stériles
- Sonde nasale de 5-8F (adaptée aux chiens de taille moyenne) graduée
- Anesthésiant local topique (xylocaïne® en spray)
- Gel lubrifiant
- Kit de suture : fil à peau, porte-aiguille, pince, ciseaux

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet



Réalisation pratique

Port de gants non stériles :

Le port de gants non stériles est conseillé tout au long de la manipulation.

Mesure de la longueur de la sonde :

A l'aide de la sonde, mesurer la distance entre la narine et le canthus médial de l'œil ipsilatéral. Repérer la longueur mesurée à l'aide de la graduation de la sonde.



En cas d'absence de graduation, repérer la longueur mesurée à l'aide d'un bout d'adhésif ou d'un trait de marqueur.

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevoret

Anesthésie de la narine :

Après avoir positionné l'animal en décubitus sternal, pulvériser l'anesthésique local dans la narine. Ce dernier fait effet en 1 minute environ.



Lubrification de la sonde :

Lubrifier l'extrémité de la sonde.



En pratique les sondes nasales à oxygène ne sont pas nécessairement lubrifiées avant d'être posées mais ici, sans lubrification, la sonde accroche sur le silicone des cavités nasales.

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet

Mise en place de la sonde :

-Relever le planum nasal (1)

-Insérer la sonde dans la narine en direction ventro-médiale (2) et la faire progresser délicatement jusqu'à atteindre la graduation adéquate.



1



2

L'insertion et la progression de la sonde doivent être faciles, si vous ressentez une résistance cela signifie que vous n'avez pas emprunté le méat ventral : retirez la sonde, lubrifiez-la à nouveau et recommencez le sondage.

Fixation de la sonde :

Dans un premier temps, fixer la sonde le plus proche possible de la jonction cutané-nasale puis dans second temps, sur la tête de l'animal (au niveau du maxillaire, du chanfrein, ou entre les deux yeux) à l'aide de points simples.



En pratique la sonde peut également être fixée à l'aide d'agrafes et d'adhésif. Ce type de fixation n'est pas mis en place ici afin de ne pas endommager le modèle.

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet



Une fois mise en place la sonde est reliée à un système délivrant de l'oxygène. Les débits d'oxygène couramment délivrés varient entre 50 et 150 ml/kg/min (des débits plus élevés entraînent une gêne chez le patient). Chez les patients sévèrement dyspnéiques il est possible réaliser une pose de sonde bilatérale afin d'augmenter la FiO2. Il est également possible de poser une sonde dans chaque narine si le patient montre des signes d'intolérance de la sonde en unilatérale afin de diviser par deux le débit.

Retrait de la sonde :

Retirer les points de suture à l'aide d'une pince et de petits ciseaux puis tirer doucement sur la sonde jusqu'à son retrait complet.

Consignes de fin d'atelier :

Ranger l'ensemble du matériel dans la bannette prévue à cet effet.



Fiche méthodologique
Pose de sondes naso-œsophagiennes et
naso-gastriques
Céline Pouzot-Nevoret

Justification du poste de travail

En soins intensifs, le support nutritionnel vise à éviter le développement et/ou à traiter la dénutrition chez les patients au cours de leur hospitalisation afin d'améliorer leur pronostic. La nutrition est d'ailleurs considérée par la WSAVA (World Small Animal Veterinary Association) comme la 5^{ème} constante vitale de l'examen des animaux de compagnie.

Les sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques sont indiquées dans le cadre d'une réalimentation à court terme (1-10 jours) chez les patients présentant un fonctionnement normal des cavités nasales, du pharynx, de l'œsophage, de l'estomac et des intestins. Leur mise en place rapide et facile peut se faire sur patient vigile. Elles sont bien tolérées par les patients et présentent un taux faible de complications. Il s'agit donc d'un geste technique à savoir maîtriser.

Objectif d'apprentissage

Être capable de réaliser la pose et la fixation des sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques.

Être capable de juger du bon positionnement d'une sonde naso-entérale sur un cliché radiographique.

Prérequis :

- Anatomie des cavités nasales et du pharynx
- Cet atelier nécessite la maîtrise des ateliers « Réaliser des points simples », « Réaliser un laçage chinois »

Méthodologie

Préparatifs

Cet exercice se réalise sur une peluche de chien à l'intérieur de laquelle ont été ajoutés un moulage en silicone des cavités nasales d'un chien et les modélisations d'un pharynx, d'une trachée et d'un ensemble œsophage-estomac.



L'animal :

Positionner le modèle en décubitus sternal face à vous.

Instruments :

- Gants non stériles
- Sonde alimentaire de 8-12F (adaptée aux chiens de 15kg ou plus) graduée et lestée d'un aimant à son extrémité
- Anesthésiant local topique (xylocaïne® en spray)
- Gel lubrifiant
- Kit de suture : fil à peau, porte-aiguille, pince, ciseaux



Réalisation pratique

Mesure de la longueur de la sonde :

A l'aide de la sonde, mesurer la distance entre la narine et la 9^{ème} côte pour le sondage naso-cesophagien (1) et entre la narine et la 13^{ème} côte pour le sondage naso-gastrique (2). Repérer la longueur mesurée à l'aide de la graduation de la sonde.



1



2

En cas d'absence de graduation, repérer la longueur mesurée à l'aide d'un bout d'adhésif ou d'un trait de marqueur.

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet

Anesthésie de la narine :

Après avoir positionné l'animal en décubitus sternal, pulvériser l'anesthésique local dans la narine. Ce dernier fait effet en 1 minute environ.



Lubrification de la sonde :

Lubrifier généreusement l'extrémité de la sonde à l'aide du gel lubrificateur.



Mise en place de la sonde :

- Relever légèrement la tête du patient (toujours en décubitus sternal) avec le cou en extension (3)
- Relever le planum nasal (3)
- Insérer délicatement la sonde en direction ventro-médiale afin d'accéder au méat ventral de la cavité nasale (4)
- Faire progresser la sonde jusqu'à ce que la graduation adéquate arrive au niveau de la narine (5)

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet



3



4



5

L'insertion et la progression de la sonde doivent être faciles, si vous ressentez une résistance ou que la sonde bute en profondeur dans les cavités nasales cela signifie que vous n'avez pas emprunter le méat ventral : retirez la sonde, lubrifiez-la à nouveau et recommencez le sondage.

Lors de l'avancement de la sonde, si vous sentez que la sonde bute ou rebondit sur du silicone cela signifie que la trachée ou l'œsophage est probablement légèrement plié/collabé à son entrée : retirez la sonde de quelques centimètres, abaissez la tête du mannequin puis reprenez le sondage.

En pratique, lors de l'avancement de la sonde, la tête et le cou sont maintenus en extension chez les patients vigiles afin de déclencher un réflexe de déglutition, et en flexion chez les patients sédatisés afin d'aider à la fermeture de la trachée.

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet

Vérification de la position de la sonde :

Au cours du sondage, les LED positionnées sur un support fixé sur le dos du modèle s'allumeront en fonction de la position de la sonde :

- LED blanche : sonde dans l'œsophage proximal -> poursuivre le sondage.
- LED jaune : sonde en position œsophagienne entre le 7^{ème} et 9^{ème} espace intercostal.
- LED verte : sonde en position gastrique, en arrière du cardia et en regard de la 13^{ème} côte.
- LED bleue : la sonde en position gastrique caudale -> reculer la sonde de quelques centimètres.
- LED rouge : sonde dans la trachée proximale -> retirer la sonde et recommencer le sondage.



En pratique, afin d'avoir une idée de la position de la sonde immédiatement après sa pose, une aspiration est réalisée à l'aide d'une seringue sèche. Aspirer du vide ou du contenu gastrique oriente vers un positionnement de la sonde dans le tractus digestif, au contraire, aspirer de l'air, oriente vers un positionnement de la sonde dans les voies respiratoires (trachée).

Fixation de la sonde :

Fixer la sonde le plus proche possible de la jonction cutané-nasale (6) et sur la tête du patient (sur le côté de la tête en la faisant passer sous l'oreille ou au sommet du crâne en la faisant passer entre les deux yeux) à l'aide de points simple et laçage chinois (7).

ATTENTION : pour réaliser le laçage chinois, veillez à bien conserver des chefs de la même longueur après avoir effectué le premier point proche de la narine.



6



7

Confirmation du bon positionnement de la sonde :

Le bon positionnement de la sonde doit être vérifié par une radiographie thoracique en vue latérale droite. Les sondes naso-œsophagiennes doivent être situées dans le tiers distal de l'œsophage (en avant du cardia) et les sondes naso-gastriques doivent être au niveau du fundus de l'estomac.

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet



Flasher le QR code pour accéder à un quizz sur les radiographies de contrôle de pose de sondes naso-entérales. Pour visualiser la correction cliquer sur « Afficher la note ».

Retrait de la sonde :

Retirer les points de suture à l'aide d'une pince et de petits ciseaux puis tirer doucement sur la sonde jusqu'à son retrait complet.

Consignes de fin d'atelier :

Ranger l'ensemble du matériel dans la bannette prévue à cet effet.

Annexe 3 : Quiz sur les radiographies thoraciques de contrôle de poses de sondes naso-entérales

Contrôles radiographiques des sondes naso-entérales

Total des points 0/0

✓ La sonde naso-gastrique est-elle bien positionnée ? *



Oui

Non ✓

Commentaire

La sonde est trop caudale dans l'estomac.

✓ La sonde naso-œsophagienne est-elle bien positionnée ? *



Oui ✓

Non

Commentaire

La sonde est bien positionnée dans le tiers distal de l'œsophage, entre les 7ème et 9ème espaces intercostaux.

✓ La sonde naso-gastrique est-elle bien positionnée ? *



Oui

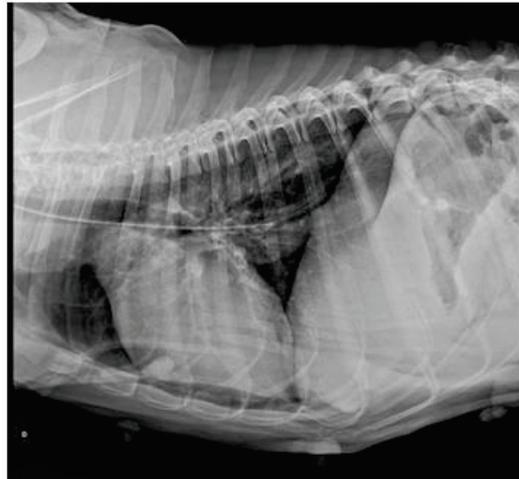


Non

Commentaire

La sonde est bien en arrière du cardia sans être pour autant être trop caudale dans l'estomac.

✓ La sonde naso-entérale est-elle bien positionnée ? *



Oui

Non



Commentaire

La sonde est positionnée dans la trachée.

✓ La sonde naso-œsophagienne est-elle bien positionnée ? *



Oui

Non



Commentaire

La sonde est en regard du 1er espace intercostal, elle devrait être positionnée entre les 7ème et le 9ème espaces intercostaux.

✓ La sonde naso-gastrique est-elle bien positionnée ? *



Oui

Non



Commentaire

La sonde est bien en arrière du cardia sans pour autant être trop caudale dans l'estomac.

✓ La sonde naso-gastrique est-elle bien positionnée ? *



Oui

Non



Commentaire

La sonde est trop caudale dans l'estomac

✓ La sonde naso-entérale est-elle bien positionnée ? *



Oui

Non



Commentaire

La sonde est en regard du cardia, elle doit être reculée ou avancée pour être en position naso-oesophagienne ou naso-gastrique.

✓ La sonde naso-gastrique est-elle bien positionnée ? *



Oui



Non

Commentaire

La sonde est bien en arrière du cardia sans pour autant être trop caudale dans l'estomac.

✓ La sonde naso-œsophagienne est-elle bien positionnée ? *



Oui

Non



Commentaire

La sonde est en regard du 5ème espace intercostal, elle devrait être positionnée entre les 7ème et le 9ème espaces intercostaux.

✓ La sonde naso-gastrique est-elle bien positionnée ? *



Oui

Non



Commentaire

La sonde est trop caudale dans l'estomac.

Annexe 4 : Fiche méthodologique-La thoracocentèse à l'aveugle

Date de version : 06/12/24



Fiche méthodologique La thoracocentèse à l'aveugle Céline Pouzot-Nevolet

Justification du poste de travail

La thoracocentèse est un acte médical simple à la fois thérapeutique et diagnostique, qui, dans un contexte d'urgence, peut être salvateur pour le patient. Il s'agit donc d'un geste technique à savoir maîtriser.

Objectif d'apprentissage

Être capable de comprendre, expliquer et réaliser les étapes de la thoracocentèse.
Être capable de monter et d'utiliser un circuit de drainage.

Prérequis :

- Anatomie de la paroi thoracique
- Cet atelier nécessite la maîtrise des ateliers « Mettre des gants stériles », « Réaliser un savonnage antiseptique »

Méthodologie

Préparatifs

Cet exercice se réalise sur un modèle de thorax de chien de type Beagle de 15kg présentant un pneumothorax. Le site de ponction aura préalablement été tondu entre le 7^{ème} et le 9^{ème} espace intercostal et préparé de manière aseptique.

Positionnement du modèle :

Le thorax est positionné en décubitus sternal et est stabilisé et maintenu par un système de fixation.



En pratique un assistant réalise la contention de l'animal.

Instruments :

- Gants stériles
- Matériel de ponction de la paroi thoracique : épicrotine
- Prolongateur stérile
- Robinet trois voies
- Seringue de 20 mL

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet



Réalisation pratique

Mise des gants stériles :

Le port de gants stériles est nécessaire tout au long de la thoracentèse.

Montage du circuit de drainage :

Assembler stérilement les éléments du circuit de drainage qui le peuvent : aiguille/épicrânienne-prolongateur-robinet 3 voies en position fermée-seringue



Prise des repères du site de ponction :

La thoracocentèse est réalisée entre le 7^{ème} et le 9^{ème} espace intercostal du côté de l'accumulation maximal d'air préalablement déterminé à l'aide de l'imagerie médicale (radiographies thoraciques sur animal stable ou TPOCUS sur animal non stable). La tonte et la ponction sont donc réalisées au niveau de ses espaces intercostaux dans le tiers dorsal du thorax.



*En pratique, la prise de repères est réalisée avant la tonte et l'aseptise du site de ponction.
En cas d'épanchement pleural, tonte et ponction sont réalisées au niveau du tiers ventral du thorax.*

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzat-Nevolet

Ponction de la paroi thoracique :

- Maintenir un pli de peau en regard du 9^{ème} espace intercostal (1)
- Insérer le matériel de ponction parallèlement à la paroi costale en regard du 9^{ème} espace intercostal (2)
- Tunneliser la peau parallèlement à la paroi costale sur deux espaces intercostaux. (3)
- Orienter l'aiguille de manière à former un angle de 45° avec la paroi thoracique et l'insérer dans l'espace pleural crânialement à la côte choisie. (4)
- Ouvrir le robinet 3 voies entre la seringue et le patient et avancer lentement l'aiguille dans l'espace pleural en maintenant une aspiration grâce à la seringue. (5)
- Stopper l'avancée de l'aiguille dès que de l'air est aspiré.
- Réorienter l'aiguille parallèlement à la paroi thoracique. (6)

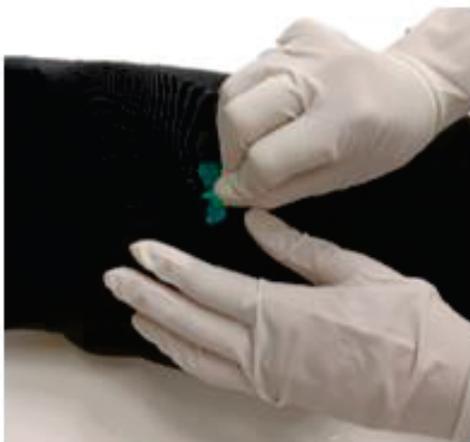
ATTENTION : en cas d'utilisation d'un cathéter comme matériel de ponction, ce n'est qu'une fois qu'il sera mis en place que le mandrin pourra être retiré et l'ensemble prolongateur-robinet trois voies-seringue pourra être raccordé. C'est ensuite l'aspiration de matériel (air ou liquide) qui confirmera le bon positionnement du cathéter dans l'espace pleural.



1



2



3



4

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzat-Nevolet



5



6

En pratique, si la thoracocentèse est négative malgré la présence d'un pneumothorax ou d'un épanchement pleural, il est conseillé de s'aider du TPOCUS afin de localiser avec précision la zone d'accumulation maximale d'air ou de liquide et d'augmenter la taille de l'aiguille ou du cathéter (matériel plus long et de plus gros diamètre).

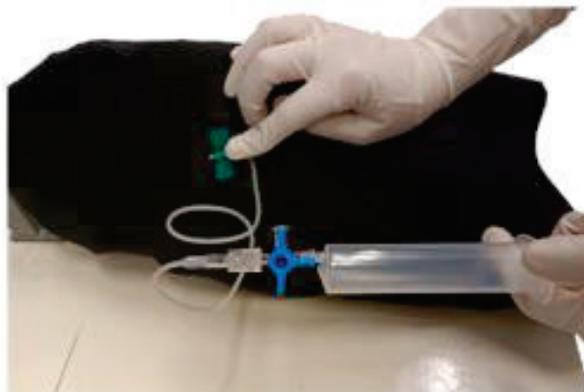
Drainage :

Le drainage de l'espace pleural est composé de la répétition des 4 étapes suivantes :

- Ouvrir le robinet 3 voies entre la seringue et le patient (7)
- Aspirer à l'aide de la seringue (7)
- Fermer le robinet 3 voies entre la seringue et le patient (8)
- Vidanger la seringue sans la déconnecter du circuit de drainage (8)



7



8

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzat-Nevoret

Arrêt du drainage :

En pratique, le drainage est stoppé lorsqu'une pression négative est ressentie c'est-à-dire lorsque le piston de la seringue revient à sa position initiale.

ATTENTION : en cas d'hémithorax, l'espace pleural n'est pas totalement vidangé. Seule la quantité d'épanchement permettant une amélioration clinique du patient est retirée afin d'éviter une spoliation sanguine trop importante.

Retrait du matériel de drainage :

Retirer en douceur le matériel de ponction de l'espace pleural tout en conservant une légère aspiration grâce à la seringue.

Un suivi clinique et échographique par TPOCUS est conseillé afin de surveiller l'apparition de signes cliniques de difficultés respiratoires et de visualiser une potentielle recollection de matériel dans la cavité pleurale. Si tel est le cas, la thoracocentèse devra être répétée.

Consignes de fin d'atelier :

Démonter le circuit de drainage (épicrânienne-robinets trois voies-seringue) et ranger les différents éléments dans la bannette prévue à cet effet.



Fiche méthodologique
Réalisation de la pose d'un drain
thoracique à thorax fermé
Céline Pouzot-Nevolet

Justification du poste de travail

Dans un contexte d'urgence et/ou de soins intensifs, la pose d'un drain thoracique est toujours précédée d'une thoracocentèse et se fait en général à thorax fermé. Le drain thoracique est indiqué en cas de pyothorax (quel que soit la quantité de liquide collecté dans l'espace pleural), de pneumothorax sous tension et lorsque le patient nécessite plus de deux thoracocentèses en 12 à 24 heures afin de limiter les complications liées à la réalisation de thoracocentèses répétées et d'améliorer son confort. C'est un geste technique relativement simple qui peut être salvateur pour le patient, il est donc important de savoir le maîtriser.

Objectif d'apprentissage

Être capable de comprendre, expliquer et réaliser les étapes de la pose d'un drain thoracique à thorax fermé.

Prérequis :

- Anatomie de la paroi thoracique
- Cet atelier nécessite la maîtrise des ateliers « Mettre des gants stériles », « Réaliser un savonnage antiseptique », « Réaliser une suture en bourse », « Réaliser un laçage chinois »

Méthodologie

Préparatifs

Cet exercice se réalise sur un modèle de thorax de chien de type Beagle de 15kg présentant un pneumothorax. Le thorax aura préalablement été tondu largement entre le 8^{ème} et le 13^{ème} espace intercostal, préparé de manière aseptique et drapé.

L'animal :

Le patient est généralement laissé dans la position la plus confortable pour lui. Cependant afin de faciliter l'apprentissage de la pose de drain, le thorax sera pour cet atelier placé en décubitus latéral droit ou gauche.



En pratique, l'animal peut être sédaté ou sous anesthésie générale, dans ce cas il doit être intubé et monitoré. Le patient ne doit ni bouger ni ressentir de douleur au cours de la pose du drain.

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet

Instruments :

- Drain thoracique à trocart externe (drain through-the-needle)
- Adaptateur/Connecteur
- Robinet 3 voies
- Seringue de 20 mL
- Kit de suture : porte-aiguille, fil à peau, pince, ciseaux
- Gel lubrifiant (nécessaire pour l'utilisation du modèle mais non utile pour la pose d'un drain sur patient réel)



Réalisation pratique :

Mise des gants stériles :

Le port de gants stériles est nécessaire tout au long de la pose du drain thoracique.

Mesure de la longueur du drain :

Pré-mesurer la longueur de drain nécessaire entre le 10^{ème} ou 11^{ème} espace intercostal et la 2^{ème} côte



Mise en place du drain :

-Positionner le drain à l'intérieur du trocart en tirant sur sa partie caudale (1) afin que le tranchant du trocart soit le premier à toucher le plan musculaire par la suite. La pochette stérile aura préalablement été ouverte à son extrémité caudale. Cela ne doit pas être réalisé en réalité car le drain doit rester stérile, cependant, l'absence de tissus sous-cutanés sur le modèle empêche le drain d'être repoussé dans le trocart et gêne par la suite la ponction de la paroi costale.

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevoret

- Lubrifier le trocart du drain (2). Cette lubrification n'est absolument pas réalisée en pratique mais permet au trocart ne pas accrocher lors de la traversée du plan musculaire siliconé.
 - Réaliser un pli de peau au niveau du 10^{ème} ou 11^{ème} espace intercostal dans le tiers dorsal du thorax (3)
 - A l'aide du trocart, ponctionner la peau en regard du pli de peau (4)
 - Tunneliser la peau sur deux espaces intercostaux (5)
 - Ponctionner le plan musculaire et la plèvre à 45° par rapport à la paroi thoracique et crânialement à la côte (6)
 - Une fois dans l'espace pleural, réorienter le trocart parallèlement à la paroi thoracique (7)
 - Faire coulisser le drain dans le trocart jusqu'à atteindre la longueur pré-mesurée (8)
 - Retirer le trocart d'une main en maintenant le drain de l'autre main (9)
 - Ajuster la longueur de drain si besoin à la longueur pré-mesurée
 - Retirer le capuchon du drain (10) et connecter le drain au robinet 3 voies en position fermée (11).
- ATTENTION : Cette étape nécessite d'insérer d'abord la partie métallique du robinet trois voies (12) dans le drain positionné à 45° et de le réorienter doucement, il faut faire attention de ne pas couper le drain.



1



2



3



4

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzol-Nevoret



5



6



7

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Névoret



8



9



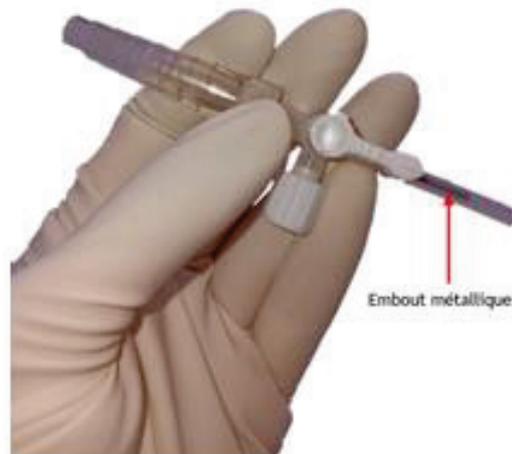
10

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevoiret



11



12

En pratique on réalise une incision cutanée de 5mm au niveau du 10^{ème} ou 11^{ème} espace intercostal dans le tiers dorsal du thorax à l'aide d'une lame de bistouri 11. Le trocart est ensuite inséré dans l'incision et c'est la tunnelisation des tissus sous cutanés qui permet de repousser le drain dans le trocart et de ponctionner par la suite le plan musculaire, mais cela n'a pu être reproduit sur le modèle.

La fiche suivante ne présente que la mise en place des drains de type trocart, la pose des drains avec guide métallique n'est pas abordée ici. Pour plus d'information sur la pose de ces drains, consulter : https://www.youtube.com/watch?v=MqnB_Eq6clo

Vérification du positionnement du drain :

Connecter la seringue au robinet 3 voies en position fermé entre la seringue et le patient (13).

Ouvrir le robinet 3 voies entre la seringue et le patient et réaliser une première aspiration afin de vérifier son positionnement dans l'espace pleural (14).

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet



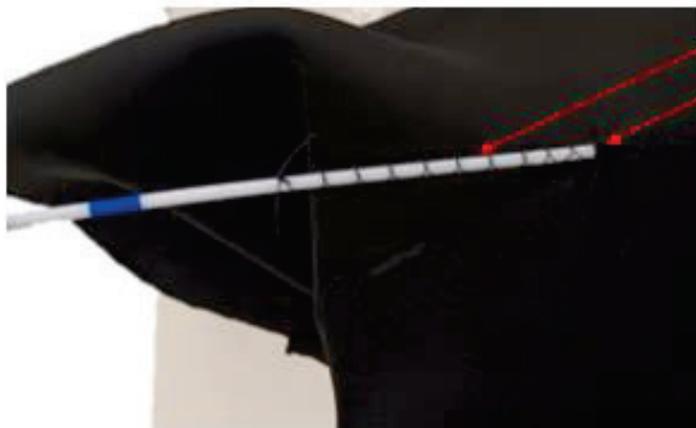
13



14

Fixation du drain :

Réaliser une suture en bourse et un laçage chinois.



Laçage chinois

Suture en bourse

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet

En pratique, une fois fixé le site d'insertion du drain est protégé à l'aide d'un pansement collé (compresse et hypafix transparent)



Confirmation du positionnement du drain par radiographies thoraciques :

Le bon positionnement du drain doit toujours être confirmé par des radiographies thoraciques (deux vues orthogonales). Si le drain est de la deuxième côte il doit être reculé, s'il est coudé et non, il doit être reculé puis réorienté ou retiré et remplacé, s'il est coudé et productif le drain n'est pas nécessairement remplacé.

Flashez le QR code pour visualiser des radiographies en vues orthogonales de drains thoraciques en place :



En pratique, après confirmation de son bon positionnement dans l'espace pleural le drain est raccordé à un système de drainage et/ou de collecte.

Retrait du drain :

Retirer la suture en bourse

Retirer lentement le drain thoracique d'une main en maintenant une compresse imbibée de chlorhexidine sur le site d'insertion de l'autre main

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet



En pratique, après son retrait, le site d'insertion du drain cicatrisera par seconde intention. Il sera protégé par un pansement collé.



Le retrait du drain est décidé en fonction de sa cinétique de production. Dans le cas d'un pneumothorax, le drain est en général retiré lorsque aucune nouvelle collection d'air ne s'est produite sur 24 heures. Dans le cas d'un épanchement pleural, le drain est retiré lorsque l'épanchement atteint un plateau et produit environ 2 ml/kg/jour.

Consignes de fin d'atelier :

Replacer le drain dans la « pochette stérile » en le faisant coulisser dans le trocart.
Ranger l'ensemble du matériel dans la bannette prévue à cet effet.

Rédaction
Clara Meynard

Révision
Céline Pouzot-Nevolet

Radiographies de contrôle de drains thoraciques en place

B *I* U  

Description du formulaire

Vue de face-Épanchement pleural : Drain correctement positionné *



Vue de profil-Épanchement pleural : Drain correctement positionné *



Vue de face-Pneumothorax : Drain coudé et productif *



Vue de face-Pneumothorax : Drain coudé et productif *



TITRE

DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES PÉDAGOGIQUES CANINS POUR L'APPRENTISSAGE DES TECHNIQUES DE POSES DE SONDAS NASALES ET DE DRAINAGE THORACIQUE (THORACOCENTÈSE ET DRAINS THORACIQUES)

Auteur

MEYNARD Clara

Résumé

En médecine vétérinaire, l'apprentissage par simulation est en plein essor afin de respecter le bien-être animal et la devise « *Jamais la première fois sur un animal vivant* ».

Cette thèse porte sur la conception de deux modèles pédagogiques permettant l'apprentissage de gestes simples réalisés dans un contexte d'urgence et/ou de soins intensifs, à savoir, les poses de sondes nasales (sondes nasales à oxygène, sondes naso-œsophagiennes et naso-gastriques) et le drainage thoracique (thoracocentèse et pose de drain thoracique à thorax fermé).

Ce manuscrit comporte deux grandes parties portant chacune sur l'élaboration d'un modèle pédagogique et sont toutes deux subdivisées en quatre sous parties. La première sous partie permet de rappeler les bases anatomiques nécessaire à la compréhension des gestes techniques. La deuxième sous-partie correspond à une description détaillée des gestes techniques. La troisième sous-partie détaille les étapes de la création du modèle pédagogique. La quatrième sous-partie correspond à une discussion sur les limites du dit modèle pédagogique.

Mots-clés

Simulation, Sondes nasales, Drains thoraciques, Thoracocentèse, Chien

Jury

Président du jury : **Professeur CHANOIT Guillaume**

Directeur de thèse : **Professeur POUZOT-NEVORET Céline**

2ème assesseur : **Docteur NECTOUX Alexandra**

Membre invité : **Responsable de la salle Vetskill ROUME Roland**