

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2021 - Thèse n° 056

DEVELOPPEMENT D'UN MODELE DE SIMULATION A VISEE PEDAGOGIQUE D'UN SONDAGE URINAIRE AVEC POSSIBILITE DE RETRO-HYDROPULSION DE CALCULS URETRAUX CHEZ LE CHIEN MALE

THESE

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

Et soutenue publiquement le 11 octobre 2021
Pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

Par

LUCAS Audrey

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2021 - Thèse n° 056

DEVELOPPEMENT D'UN MODELE DE SIMULATION A VISEE PEDAGOGIQUE D'UN SONDAGE URINAIRE AVEC POSSIBILITE DE RETRO-HYDROPULSION DE CALCULS URETRAUX CHEZ LE CHIEN MALE

THESE

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

Et soutenue publiquement le 11 octobre 2021
Pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

Par

LUCAS Audrey

Liste des Enseignants du Campus Vétérinaire de Lyon (01-09-2021)

ABITBOL	Marie	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
ARCANGIOLI	Marie-Anne	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
AYRAL	Florence	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BECKER	Claire	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BELLUCO	Sara	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
BENAMOU-SMITH	Agnès	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
BENOIT	Etienne	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BERNY	Philippe	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BOULOCHER	Caroline	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BOURDOISEAU	Gilles	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur émérite
BOURGOIN	Gilles	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BRUYERE	Pierre	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BUFF	Samuel	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BURONFOSSE	Thierry	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
CACHON	Thibaut	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
CADORÉ	Jean-Luc	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
CHABANNE	Luc	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
CHALVET-MONFRAY	Karine	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
DE BOYER DES ROCHES	Alice	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
DJELOUADJI	Zorée	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
ESCRIOU	Catherine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
FRIKHA	Mohamed-Ridha	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GALIA	Wessam	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GILOT-FROMONT	Emmanuelle	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
GONTHIER	Alain	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GRANCHER	Denis	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
GREZEL	Delphine	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
HUGONNARD	Marine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
JUNOT	Stéphane	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
KODJO	Angeli	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
KRAFFT	Emilie	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
LAABERKI	Maria-Halima	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
LAMBERT	Véronique	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LE GRAND	Dominique	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
LEBLOND	Agnès	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
LEDOUX	Dorothee	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
LEFEBVRE	Sébastien	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LEGROS	Vincent	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
LEPAGE	Olivier	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
LOUZIER	Vanessa	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
MARCHAL	Thierry	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
MOISSONNIER	Pierre	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
MOSCA	Marion	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
MOUNIER	Luc	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
PEPIN	Michel	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
PIN	Didier	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
PONCE	Frédérique	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
PORTIER	Karine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
POUZOT-NEVORET	Céline	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
PROUILLAC	Caroline	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
REMY	Denise	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
RENE MARTELLET	Magalie	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
ROGER	Thierry	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
SAWAYA	Serge	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
SCHRAMME	Michael	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
SERGEANTET	Delphine	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
THIEBAULT	Jean-Jacques	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
TORTEREAU	Antonin	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
VIGUIER	Eric	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
ZENNER	Lionel	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur

Remerciements jury

Au Monsieur le Professeur Pierre Breton,

De l'Université Claude Bernard Lyon 1, Faculté de médecine de Lyon Est, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,
Tous mes hommages les plus respectueux.

Au Monsieur le Docteur Claude Carozzo,

De VetagroSup, Campus Vétérinaire de Lyon, dont la grandeur n'a d'égal que le vide laissé par son départ.
Mes sincères remerciements.

A Madame le Docteur Céline Pouzot-Nevoret,

De VetagroSup, Campus Vétérinaire de Lyon, pour avoir encadré cette thèse et avoir accepté de poursuivre avec bienveillance le travail du Docteur Claude Carozzo.
Mes sincères remerciements.

Au Monsieur le Professeur Éric Viguiet,

De VetagroSup, Campus Vétérinaire de Lyon,
Pour avoir accepté de juger ce travail et de faire partie de ce jury de thèse.
Mes sincères remerciements.

Tables des matières

Tables des annexes	13
Table des figures	15
Table des tableaux	17
Liste des abréviations	19
Introduction	21
PREMIÈRE PARTIE - PREREQUIS	23
A. Anatomie de l'appareil uro-génital du chien mâle	25
1. L'appareil génital du chien mâle	26
1.1 Les testicules	27
1.2 Les voies spermatiques	27
1.3 La prostate	27
1.4 Le pénis	29
2. Le bas appareil urinaire	30
2.1 La vessie	30
2.1.1 Conformation externe	30
2.1.2 Dimensions	31
2.1.3 Conformation interne	31
2.1.4 Rapports anatomiques	32
2.1.5 Moyens de fixité	33
2.1.6 Vascularisation et innervation	33
2.2 L'urètre	34
2.2.1 Conformation externe et trajet	34
2.2.2 Dimensions	36
2.2.3 Conformation interne	37
2.2.4 Rapports anatomiques et moyens de fixité	37
2.2.5 Vascularisation, drainage et innervation	38
2.3 Physiologie du cycle continence/miction	38
2.3.1 Phase de continence vésicale	39
2.3.2 Phase de vidange vésicale	39
B. Rappels sur les affections urétrales obstructives et sub-obstructives	39
1. Les lithiases du bas appareil urinaire	41
1.1 Les différents types de calculs (HESSE A ,2009)	41
1.1.1 Calcul de struvite	42
1.1.2 Calcul d'oxalate de calcium	42
1.1.3 Calcul d'urate d'ammonium	43
1.1.4 Calcul de cystine	43
1.2 Le traitement des lithiases urinaires obstructives ou sub-obstructives	44
2. Les processus néoplasiques (BURGESS K, DEREKIS C ,2019)	44
3. Les affections prostatiques	46
3.1 L'hyperplasie bénigne de la prostate	46
3.2 Les tumeurs prostatiques	46
4. Lésions de l'os pénien	48
5. Sténose urétrale	48
6. La mal-position vésicale (hernie périnéale)	49
7. Les affections nerveuses	50
7.1 La dyssynergie vésico-sphinctérienne	50
7.2 Vessie « Moto-Neurone Central » (MNC)	51
7.3 Vessie « Moto-Neurone Périphérique » (MNP) / défaut contraction du détrusor	51
8. Les polypes inflammatoires	52

C. Les complications associées à une obstruction urétrale.....	52
1. Les troubles métaboliques.....	52
2. Les lésions vésicales.....	53
3. Les lésions rénales	53
4. Les infections du tractus urinaires.....	53

DEUXIÈME PARTIE - LE SONDAGE URINAIRE ET LA RÉTRO-HYDROPULSION DE CALCULS

URÉTRAUX : INTERETS ET PLACE DE LA SIMULATION 55

A. Le sondage urinaire et la rétro-hydropulsion en théorie.....	57
1. Les indications du sondage urinaire et de la rétro-hydropulsion (BLOOR C, 2018).....	57
1.1 Prélèvement d'urine.....	57
1.2 Sondage urinaire « de confort » / hygiénique.....	57
1.3 Monitoring thérapeutique de la diurèse	58
1.4 Cicatrisation post-chirurgie	58
1.5 Injections intra-vésicales	58
1.6 Perméabilisation des voies urinaires basses	58
2. Les risques associés au sondage urinaire et à la rétro-hydropulsion	59
2.1 Les infections du tractus urinaire	59
2.2 Les traumatismes	59
3. En amont du sondage urinaire.....	60
3.1 Choix de la sonde urinaire	60
1.1 Cas d'un calcul urétral obstructif	60
3.1.1 Localisation et dénombrement des calculs	60
3.1.2 Cystocentèse de décompression	61
B. Le sondage urinaire et la rétro-hydropulsion en pratique	61
1. Le sondage urinaire : protocole	61
2. La rétro-hydropulsion de calculs urétraux : protocole	66
C. La simulation : un support pédagogique complémentaire	68
1. Résultats d'une enquête auprès des étudiants vétérinaires	68
1.1 Résultats.....	68
1.1.1 Question 1 : « As-tu déjà assisté au sondage urinaire d'un chien mâle ? »	68
1.1.2 Question 2 : « Si oui, dans quel contexte ? ».....	69
1.1.3 Question 3 : « As-tu déjà réalisé le sondage urinaire d'un chien mâle ? ».....	69
1.1.4 Question 4 : « Si oui, dans quel contexte ? ».....	69
1.1.5 Question 5 : « Te sens-tu à l'aise avec ce geste ? (Sondage urinaire)	70
1.1.6 Question 6 : « Vois-tu l'intérêt de l'ajout dans la salle de simulation d'un mannequin pédagogique permettant l'apprentissage du sondage urinaire du chien mâle ? »	70
1.1.7 Question 7 : « Serais-tu prêt à te rendre volontairement en salle de simulation pour apprendre ce geste sur un mannequin pédagogique ? » (Sondage urinaire).....	70
1.1.8 Question 8 : « As-tu déjà assisté à une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle ? » 71	
1.1.9 Question 9 : « Si oui, dans quel contexte ? ».....	71
1.1.10 Question 10 : « As-tu déjà réalisé une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle ? » 71	
1.1.11 Question 11 : « Si oui, dans quel contexte ? ».....	72
1.1.12 Question 12 : « Te sens-tu à l'aise avec ce geste ? (Rétro-hydropulsion).....	72
1.1.13 Question 13 : « Vois-tu l'intérêt de l'ajout dans la salle de simulation d'un mannequin pédagogique permettant l'apprentissage de la rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle ? » 72	
1.1.14 Question 14 : « Serais-tu prêt à te rendre volontairement en salle de simulation pour apprendre ce geste sur un mannequin pédagogique ? » (Rétro-hydropulsion).....	73
1.2 Synthèse des résultats du sondage et intérêt du modèle de simulation	73
2. Les objectifs du modèle de simulation	74

TROISIÈME PARTIE - CONCEPTION DU MODÈLE DE SIMULATION ET DISCUSSION..... 75

A. Le « cahier des charges ».....	77
1. Les caractéristiques physiologiques du modèle	77
1.1 Espèce	77

1.2	Sexe	77
1.3	Âge	77
1.4	« Statut reproducteur ».....	77
2.	Les caractéristiques physiques du modèle	78
2.1	Taille	78
2.2	Chien entier VS demi-chien	78
2.3	Position.....	78
2.4	Niveau de réalisme.....	78
3.	Les caractéristiques fonctionnelles du modèle.....	78
3.1	La préparation (Tableau III)	79
3.1	Le sondage urinaire (Tableau IV).....	80
3.2	La rétro-hydropulsion (Tableau V)	80
3.3	La fixation de la sonde et la mise en place du système de collecte des urines (Tableau VI)....	82
3.4	Le sondage urinaire/ la rétrohydropulsion « en toute visibilité »	82
4.	Schémas récapitulatifs	83
B.	L'élaboration du mannequin	84
1.	Matériel et méthode.....	84
1.1	La conception du support.....	84
1.1.1	La structure.....	84
1.1.2	Le squelette	86
1.2	Fabrication du bas appareil urinaire	89
1.2.1	Le pénis et l'urètre.....	90
1.2.2	La prostate.....	92
1.2.3	Le fourreau	93
1.2.4	La vessie.....	94
1.2.5	Les calculs urinaires	94
1.3	La fabrication du tube digestif.....	95
1.3.1	Le colon / Le rectum	95
1.3.2	L'anus.....	95
2.	L'assemblage du mannequin	97
2.1	L'assemblage du squelette	97
2.2	Le forage du polystyrène.....	97
2.3	La fixation du squelette.....	98
2.4	La fixation du bas appareil urinaire	101
2.5	La fixation du tube digestif.....	102
3.	Habillage et finitions du mannequin.....	103
3.1	Solidarisation des blocs	103
3.2	Habillage.....	103
4.	Aspect final du mannequin	104
5.	Coût de la fabrication	106
C.	Descriptions des ateliers et fiches techniques	108
1.	Le sondage urinaire	108
2.	Le sondage urinaire avec rétro-hydropulsion d'un calcul urétral.....	108
D.	Discussion	109
1.	L'évaluation du mannequin	109
2.	Les limites du modèle et les améliorations possibles	109
2.1	Anatomiques	109
2.2	Fonctionnelles	109
3.	Pour aller plus loin	110
	Bibliographie	113
	Annexes	117

Tables des annexes

<i>Annexe 1 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des principales lithiases urinaires du chien.....</i>	<i>118</i>
<i>Annexe 2 : Résultats de l'enquête auprès des étudiants</i>	<i>119</i>
<i>Annexe 3 : Tableau récapitulatif des résultats de l'enquête auprès des étudiants.....</i>	<i>124</i>
<i>Annexe 4 : Fiche méthodologique - Le sondage urinaire du chien mâle.....</i>	<i>125</i>
<i>Annexe 5 : Fiche méthodologique - Le rétro-hydropulsion de calcul urétral chez le chien mâle</i>	<i>132</i>

Table des figures

Figure 1 : Vue latérale gauche de l'appareil uro-génital du chien mâle en coupe sagittale (MCCRACKEN T, KAINER R, CARLSON D, 2008).....	25
Figure 2 : Vue dorsale de l'appareil uro-génital du chien mâle après isolement et étalement (BARONE R, 2001).	26
Figure 3 : Vue dorsale des organes uro-génitaux pelviens du chien mâle après dissection (BARONE R, 2001)....	28
Figure 4 : Vue latéral gauche du pénis d'un chien (BARONE R, 2001)	29
Figure 5 : La vessie et la prostate. A : vue dorsale, B : vue ventrale (HOWARD E, DE LAHUNTA A, 2012).....	30
Figure 6 : Vue latérale droite superficielle des viscères pelviens et abdominaux caudaux du chien mâle (BARONE R, 2001).....	32
Figure 7 : Vue latérale gauche : appareil génital et organes génitaux du chien mâle (BARONE R, 2001).....	33
Figure 8 : Vue latérale gauche des structures pelviennes et coupe sagittale du pénis (HOWARD E, DE LAHUNTA A, 2012).....	34
Figure 9 : Caractéristiques morphologiques internes du pénis (coupes sagittale et transversales), (HOWARD E, DE LAHUNTA A, 2012).....	35
Figure 10 : Urétrographie rétrograde (vue latéro-latérale droite de l'abdomen caudal) sur un chien Berger Allemand mâle entier de 1,5ans sous anesthésie générale (COULSON A, LEWIS N, 2008).....	36
Figure 11 : Représentation schématique des nerfs impliqués dans la miction (MAUREY-GUENEC C, 2017).	38
Figure 12 : Échographies et urétrographie rétrograde de tumeurs vésicales extensives (A et B = chien, C=chat) (PENNINCK D, D'ANJOU M, 2015).	45
Figure 13 : Mise en évidence d'un carcinome prostatique avec envahissement urétral chez un chien mâle par urétrographie rétrograde (THRALL D, 2017).....	47
Figure 14 : Mise en évidence d'une rétroflexion vésicale par urétrographie rétrograde chez un chien mâle présentant une hernie périnéale. (SARRAU S, 2011).....	49
Figure 15 : Mise en évidence d'un calcul urinaire urétral par urétrographie rétrograde chez un chien mâle (THRALL D, 2017).	60
Figure 16 : Matériel nécessaire à la réalisation au sondage urinaire du chien mâle avec mise en place d'un système de collecte des urines clos (Photographie Audrey LUCAS, 2021).	61
Figure 17 : Tonte et nettoyage de la zone centrée autour du fourreau (Photographie Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).....	62
Figure 18 : Mesure de la sonde urinaire et application de gel lubrifiant et anesthésiant (Photographies Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).	63
Figure 19 : Extériorisation du pénis (Photographie Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).....	63
Figure 20 : Introduction de la sonde urinaire dans l'urètre (Photographie Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).	64
Figure 21 : Retrait du guide métallique et ponction de l'urine (Photographies Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).....	64
Figure 22 : Fixation de la sonde urinaire au fourreau (Photographies Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).....	65
Figure 23 : Fixation de la sonde urinaire à l'abdomen (Photographie Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).	65
Figure 24 : Mise en place du système de collecte des urines (Photographie Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).	66
Figure 25 : Schéma d'un calcul urétral obstructif (Audrey Lucas, 2021).....	66
Figure 26 : Schéma de la procédure de rétro-hydropulsion d'un calcul urétral (Audrey LUCAS, 2021).	67
Figure 27 : Schéma anatomique du prototype, (Audrey LUCAS, 2021).....	83
Figure 28 : Schéma fonctionnel du prototype, (Audrey LUCAS, 2021).	84
Figure 29 : Mannequin « modèle » (Photographie Audrey LUCAS, 2021).	85
Figure 30 : Structure en polystyrène extrudé : face inférieure du bloc A, faces supérieures des bloc B et C (Photographie Audrey LUCAS, 2021).	85
Figure 31 : Examen tomodensitométrique corps entier, profil osseux, en coupe sagittale, VetAgro Sup – 6/04/2021	86
Figure 32 : Examen tomodensitométrique corps entier, reconstruction 3D « Bones », vue de profil gauche, VetAgro Sup – 6/04/2021	87
Figure 33 : Visualisation 3D du squelette avant impression : quatre vertèbres lombaires/bassin/queue, fémurs droit et gauche, os pénien.....	87
Figure 34 : Impression 3D (Photographie Roland ROUME, 2021).....	88
Figure 35 : Produits de l'impression 3D avant nettoyage (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	88
Figure 36 : Bloc vertèbres lombaires/bassin/queue après nettoyage' Photographies Audrey LUCAS, 2021).....	89
Figure 37 : Silicone ECOFLEX 00-20 et pigments.....	89

Figure 38 : Étapes de fabrication du pénis et aspect final (Photographies Audrey LUCA, 2021).	90
Figure 39 : Étapes de fabrication de l'urètre et aspect final (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	91
Figure 40 : Moule de la prostate (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	92
Figure 41 : Aspect final de la pièce « Pénis/urètre/prostate » (Photographie Audrey LUCAS, 2021).	92
Figure 42 : Prototype et moule du fourreau après impression 3D (Photographie Audrey LUCAS, 2021).	93
Figure 43 : Aspect final du fourreau (Photographie Audrey LUCAS, 2021).	93
Figure 44 : Grenade d'aspiration modélisant la vessie (Photographie Audrey LUCAS, 2021).	94
Figure 45 : Modélisation 3D d'un calcul urinaire	94
Figure 46 : Schéma de la réalisation du colon et du rectum (Audrey LUCAS, 2021).	95
Figure 47 : Mannequins de simulation pour toucher prostatique (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	96
Figure 48 : Aspect final de la pièce « anus » (Face caudale et face crâniale) (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	96
Figure 49 : Bloc vertèbres lombaire/bassin/queue avant et après rectification de l'angle (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	97
Figure 50 : Aperçu des trois blocs de polystyrènes après forage (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	98
Figure 51 : Fixation du bloc vertèbres lombaire/bassin/queue dans le bloc A (Photographie Audrey LUCAS, 2021).	99
Figure 52 : Fonctionnalisation de l'articulation coxo-fémorale gauche (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	100
Figure 53 : Fixation du fémur gauche dans le bloc B (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	100
Figure 54 : Assemblage des trois blocs de polystyrène et mise en place du système de fermeture de l'articulation coxo-fémorale gauche (Photographie Audrey LUCAS, 2021).	101
Figure 55 : Points de fixation de la prostate sur le plancher pelvien (Photographie Audrey LUCAS, 2021).	102
Figure 56 : Schéma de la fixation du rectum (Audrey LUCAS, 2021).	102
Figure 57 : Schéma du système de solidarisation du bloc C au bloc A (Audrey LUCAS, 2021).	103
Figure 58 : Aspect final de l'anus du mannequin et rembourrage de la queue (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	104
Figure 59 : Extension et flexion de la hanche gauche (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	104
Figure 61 : Extériorisation du pénis (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	105
Figure 60 : Étapes d'ouverture du mannequin et vue intérieure (Photographies Audrey LUCAS, 2021).	105

Table des tableaux

Tableau I : Diagnostic différentiel des principales affections obstructive/sub-obstructives du bas appareil urinaire.....	40
Tableau II : Matériel nécessaire à la réalisation au sondage urinaire du chien mâle avec mise en place d'un système de collecte des urines clos.	62
Tableau III : Caractéristiques fonctionnelles du mannequin pédagogique et choix de conception en lien avec l'étape de préparation	79
Tableau IV : Caractéristiques fonctionnelles du mannequin pédagogique et choix de conception en lien avec l'étape du sondage urinaire	80
Tableau V : Caractéristiques fonctionnelles du mannequin pédagogique et choix de conception en lien avec l'étape de rétro-hydropulsion	81
Tableau VI : Caractéristiques fonctionnelles du mannequin pédagogique et choix de conception en lien avec les étapes de fixation de la sonde et de mise en place du système de collecte des urines.....	82
Tableau VII : Tableau récapitulatif des coûts de fabrication du mannequin de simulation	107

Liste des abréviations

MNC : Moto Neurone Central

MNP : Moto Neurone Périphérique

ITU : Infection du Tractus Urinaire

Introduction

« *Jamais la première fois sur un animal vivant* », véritable fil conducteur de l'apprentissage par le biais de la simulation, cette devise tend à gagner du terrain dans l'ensemble des quatre écoles vétérinaires françaises. L'intérêt grandissant des hommes pour le bien-être animal conduit à une révision des méthodes d'apprentissage pratique anciennement utilisées et par extension, à une diminution de l'exposition des étudiants aux gestes techniques vétérinaires sur animal vivant. La simulation s'inscrit alors comme une alternative à cette problématique. Elle fournit un environnement sécuritaire, sans danger, ni pour l'étudiant, ni pour l'animal et permet de s'affranchir des risques encourus en cas d'erreur lors de la procédure. De plus, la possibilité pour l'apprenant de prendre son temps et de se concentrer sur la technique plutôt que sur les conséquences en cas d'échec constitue une réelle valeur ajoutée.

La salle de simulation de VetAgro Sup campus vétérinaire a ouvert ses portes en 2019. Destinée aux étudiants de toutes les filières (équine, animaux de rente et animaux de compagnie), elle regroupe des dizaines d'ateliers de simulation balayant de nombreux domaines vétérinaires comme par exemple la chirurgie, l'urgentologie, l'ophtalmologie, l'imagerie médicale, la dentisterie ou encore la reproduction. En accès libre tout au long de l'année, elle fait également partie intégrante du cursus des étudiants des trois premières années, avant leur entrée en clinique. L'attrait des étudiants pour cette structure participe à sa constante expansion et je souhaite, par le biais de mon travail, participer à ce projet.

L'intérêt de cette thèse se porte sur deux gestes techniques de base du vétérinaire généraliste : le sondage urinaire du chien mâle, ainsi que la rétro-hydropulsion de calculs urétraux chez le chien mâle. L'objectif est d'apporter aux étudiants de Vetagro Sup, un support pédagogique supplémentaire, mais surtout complémentaire à ceux préexistants, concernant l'apprentissage de ces deux procédures. Le projet est alors de juger l'intérêt d'un tel support puis d'élaborer un mannequin ayant l'apparence d'un chien et possédant un bas appareil urinaire fonctionnel, de la vessie au méat urinaire. La reproductibilité des procédures, la praticité, l'ergonomie ainsi que le réalisme s'érigent en lignes directrices de ce travail.

Ce manuscrit s'articule en trois parties. Dans un premier temps, des rappels anatomiques et pathologiques sur le bas appareil urinaire du chien mâle sont exposés afin de replacer le sondage urinaire ainsi que la méthode de rétro-hydropulsion urétrale dans leur contexte. La seconde partie présente les étapes de ces deux procédures et justifie l'intérêt d'un tel modèle de simulation par le biais d'une enquête réalisée auprès des étudiants de Vetagro Sup. Enfin, la troisième partie décrit l'élaboration du mannequin, du cahier des charges au rendu final, et s'achève sur une discussion décrivant les limites du modèle ainsi que les améliorations possibles.

PREMIÈRE PARTIE - PREREQUIS

Cette première partie vise à restituer les connaissances anatomiques et pathologiques autour de l'appareil uro-génital du chien mâle. Ces prérequis sont indispensables à la pratique mais également à la compréhension des choix de construction du modèle.

Les rappels anatomiques de cette première partie sont majoritairement issus des ouvrages d'anatomie vétérinaire suivants :

- HOWARD E, DE LAHUNTA A (2012) *Miller's Anatomy of the Dog*. 4th Edition. Missouri, Saunders, 872p.
- BARONE R (2001) *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4. Splanchnologie*, Paris, Vigot, 896p.

Les rappels pathologiques sont majoritairement issus des ouvrages d'uro-néphrologie vétérinaire suivants :

- OSBORNE C (1995) *Canine and feline nephrology and urology*. 1st Edition. Baltimore, Williams & Wilkins Company, 950p.
- HESSE A (2009) *A colour handbook of urinary stones in small animal medicine*. London, CRC Press, 176p.

Le modèle de simulation choisi étant un chien mâle, les rappels d'anatomie s'articulent exclusivement autour des particularités de ce genre. Notre intérêt se tourne vers la fonction urinaire, toutefois, compte tenu des relations étroites entre le bas appareil urinaire et l'appareil génital du chien mâle et dans un contexte de simulation, l'étude isolée du bas appareil urinaire n'est pas envisageable. Il convient de considérer l'appareil uro-génital dans son entièreté. Une fois ce cadre posé, nous pourrions nous émanciper des éléments de l'appareil reproducteur dont l'absence n'interfère pas avec les objectifs du mannequin de simulation. A cet effet, la description des organes intervenant exclusivement dans la fonction de reproduction est volontairement non exhaustive.

A. Anatomie de l'appareil uro-génital du chien mâle

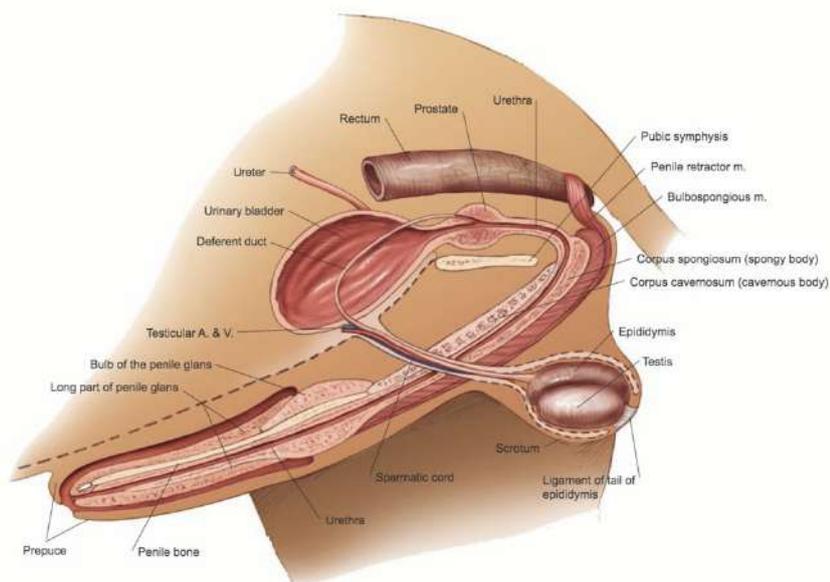


Figure 1 : Vue latérale gauche de l'appareil uro-génital du chien mâle en coupe sagittale (MCCRACKEN T, KAINER R, CARLSON D, 2008).

L'appareil uro-génital regroupe deux appareils dont la finalité est différente mais dont le fonctionnement et l'anatomie sont étroitement liés, notamment chez l'individu mâle (Figure 1). Tandis que l'appareil urinaire occupe une fonction d'élimination des déchets sanguins, l'appareil génital assure la fonction de reproduction de l'animal.

Le pénis et l'urètre, carrefours entre ces deux appareils, assurent cette double fonction. La prostate et les testicules appartiennent exclusivement à l'appareil reproducteur et la vessie à l'appareil urinaire.

1. L'appareil génital du chien mâle

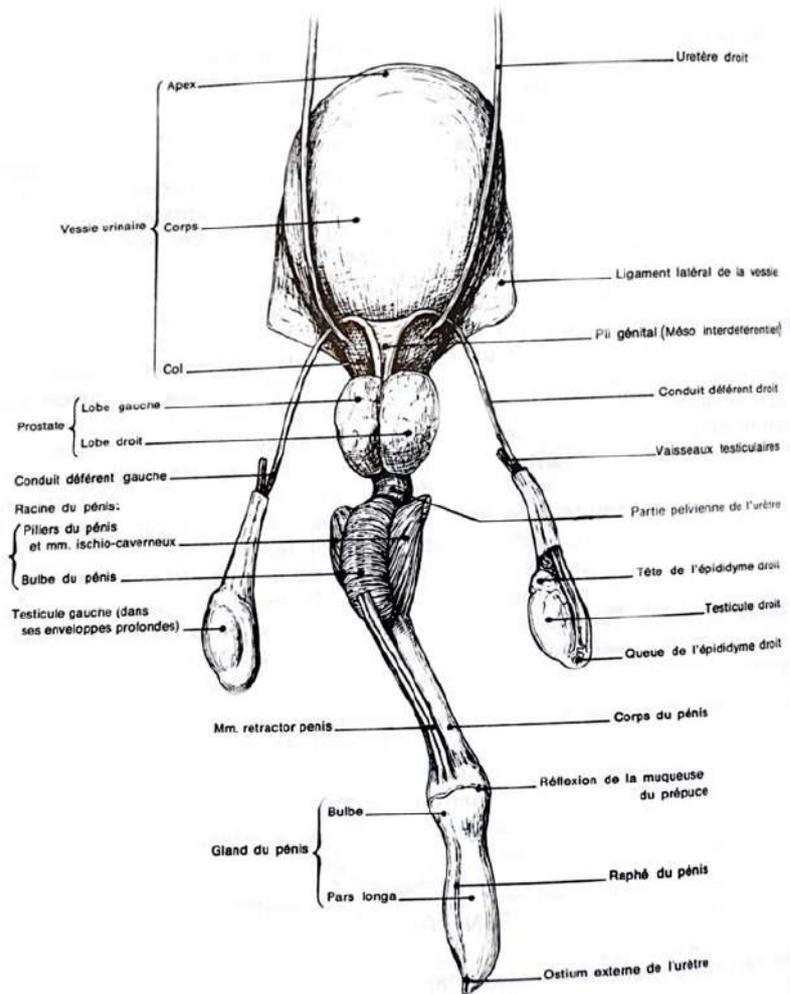


Figure 2 : Vue dorsale de l'appareil uro-génital du chien mâle après isolement et étalement (BARONE R, 2001).

L'appareil génital du chien mâle comprend (Figure 2):

- Une section glandulaire constituée par les **deux testicules**
- Une section tubulaire formée par les **voies spermatiques**
- Une section uro-génitale formée par l'**urètre**, une glande annexe : la **prostate** et un organe copulateur : le **pénis**.

Une fois arrivés à maturité, ces organes fonctionnent en synergie afin d'élaborer et de déposer le sperme dans les voies génitales de la femelle en vue de la fécondation.

NB : L'étude de l'urètre sera faite dans la partie traitant de l'appareil urinaire.

1.1 Les testicules

Les testicules sont logés avec leur épидидyme dans la tunique vaginale et le scrotum. Organes de la spermatogenèse, ils participent également à la sécrétion interne de la testostérone et donc la formation des caractères sexuels secondaires ainsi qu'à l'activité sexuelle.

Ce sont des organes pairs globuleux ovoïdes. Initialement situés en région intra-abdominale, à la naissance et jusqu'à quelques mois après, ces derniers descendent dans le scrotum où ils logent séparés par un septum. Chez un chien de format moyen, ils mesurent environ 3 à 4 cm de diamètre.

1.2 Les voies spermatiques

Les voies spermatiques s'étendent des testicules au sinus uro-génital. Elles débutent par l'**épидидyme** et se poursuivent par le **canal déférent**.

L'épididyme, en continuité avec le testicule, s'attache en regard de l'extrémité capitée du testicule. Il joue un rôle important dans le stockage et la maturation des spermatozoïdes. Lors de l'éjaculation, la contraction de sa musculuse permet de chasser les spermatozoïdes vers le conduit déférent.

Le canal déférent, en continuité avec le conduit de l'épididyme, circule d'abord au sein du cordon spermatique, lequel rejoint la cavité abdominale par l'anneau inguinal. En région abdominale, ce canal s'individualise et circule dorsalement à la vessie avant s'aboucher dans l'urètre.

1.3 La prostate

La **prostate**, organe impair, est une glande bilobée de forme ovoïde qui entoure complètement la partie initiale de l'urètre à laquelle elle adhère intimement (Figure 3). Elle produit du fluide prostatique, un milieu de support et de transport pour le sperme, qui est transporté jusqu'à l'urètre via les conduits prostatiques.

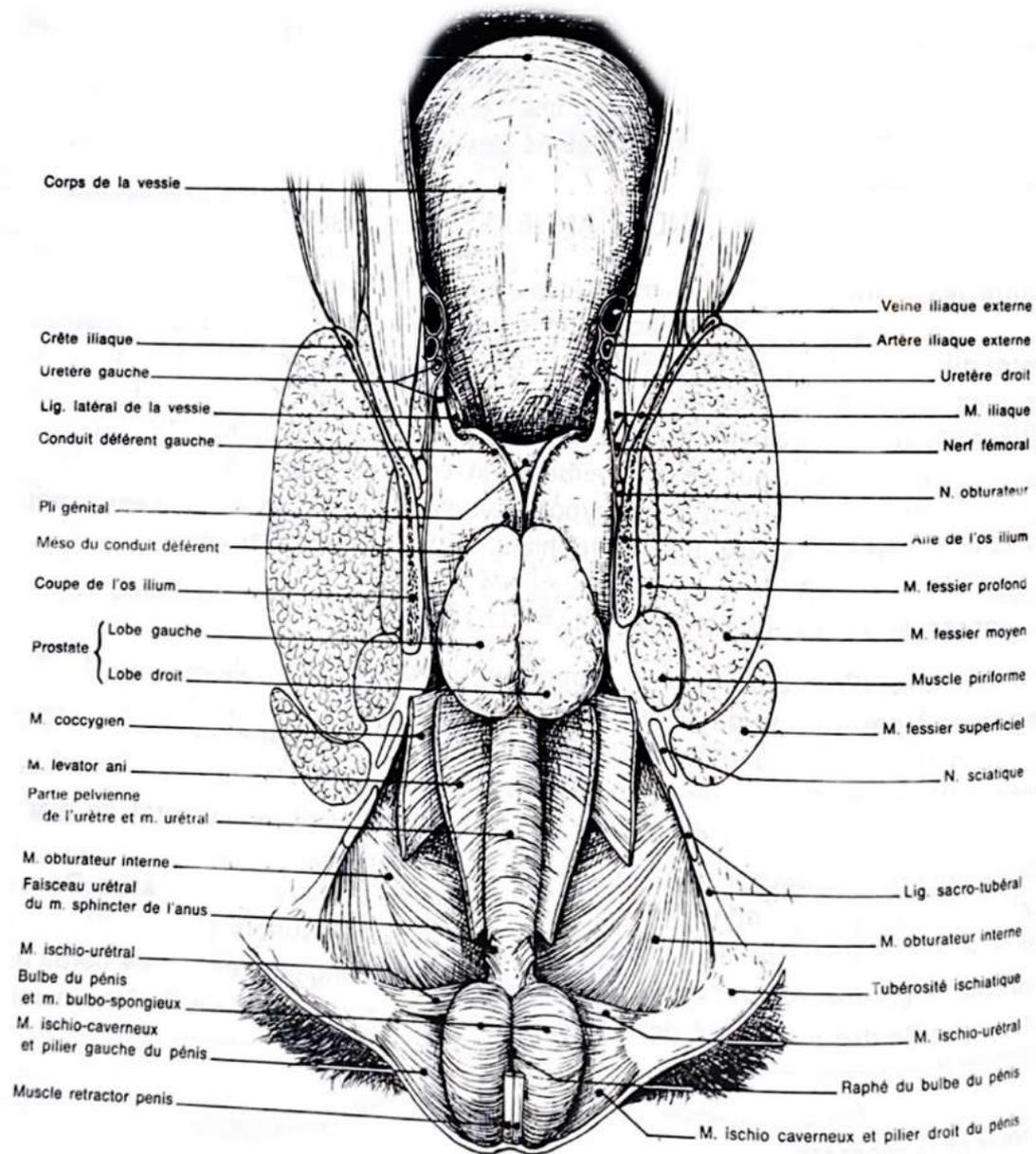


Figure 3 : Vue dorsale des organes uro-génitaux pelviens du chien mâle après dissection (BARONE R, 2001).

La prostate grandit et fonctionne sous l'influence de la testostérone. Elle mesure en général entre 2 et 3 cm de diamètre. Si l'animal est castré avant sa maturité sexuelle, la croissance de la prostate est inhibée. Si l'animal est castré à l'âge adulte, sa taille diminue de 20 %.

La position de la prostate dépend de l'âge de l'animal et de la distension vésicale. A la naissance, la prostate occupe une position abdominale. Après deux mois elle occupe la région pelvienne, en regard du pubis. Après l'âge de 5 ans, la prostate peut à nouveau basculer dans la cavité abdominale. L'examen morphologique de la prostate s'effectue à l'aveugle par palpation transrectale.

1.4 Le pénis

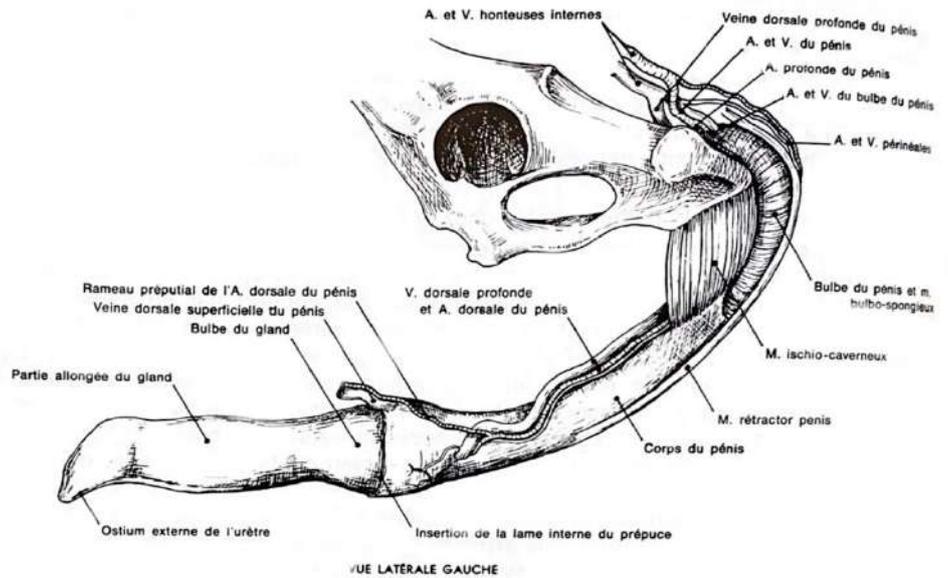


Figure 4 : Vue latéral gauche du pénis d'un chien (BARONE R, 2001)

Le **pénis** est l'organe copulateur du mâle (Figure 4). Sa capacité d'érection permet l'accouplement ainsi que le dépôt du sperme dans les voies génitales de la femelle. Il entoure l'urètre de l'arc ischiatique jusqu'à son extrémité distale et est composé des corps caverneux, du corps spongieux de l'urètre, du corps spongieux du gland et de l'os pénien.

La longueur du pénis varie entre 6 et 25cm selon la race considérée et son diamètre n'excède pas 12mm chez un chien de taille moyenne. Le pénis se décline en trois parties : la racine du pénis, le corps du pénis et enfin le gland.

La **racine**, forte, épaisse et large constitue la partie fixe du pénis. Elle est composée des deux piliers, extrémités proximales des corps caverneux qui s'attachent à la face latérale de l'arc ischiatique, ainsi que du bulbe du pénis.

Les deux corps caverneux se rejoignent ensuite pour former le **corps du pénis**. Ventralement, ils forment un sillon dans lequel est logé l'urètre pénien accompagné de son corps spongieux.

Le **gland** constitue l'extrémité libre du pénis, il se termine par l'ostium externe de l'urètre, par lequel est évacué le sperme et les urines. Le gland renferme l'os pénien, sur lequel viennent se fixer les corps caverneux. Sa partie proximale présente un renflement : le bulbe du gland lequel se dilate pendant la copulation jusqu'à atteindre 6 à 7cm de diamètre.

Le **prépuce** forme une gaine courte et cylindrique autour du gland. Sa partie distale est libre sur deux ou trois centimètres, le reste est attachée à la paroi abdominale par un pli de peau épais et court.

A ces structures sont associés, trois autres muscles :

- le **muscle bulbo-spongieux**, impair,
- le **muscle ischio-caverneux**, pair, il prend origine sur la tubérosité ischiatique et se termine sur l'albuginée du corps caverneux. Il joue un rôle important dans l'érection puisqu'il comprime les vaisseaux et les piliers des corps caverneux contre l'ischium.
- le **muscle rétracteur du pénis**, pair, il prend origine face ventrale des premières vertèbres coccygiennes et descend entre le rectum et le muscle élévateur de l'anus, au contact du sphincter externe de l'anus. Il rejoint ensuite son semblable ventralement au centre tendineux du périnée puis se termine ensuite le long du corps spongieux du pénis. Ce muscle concourt à ramener, après l'érection le pénis dans sa position de repos.

2. Le bas appareil urinaire

Le bas appareil urinaire du chien est composé : de la vessie et de l'urètre.

2.1 La vessie

La vessie est un organe de stockage de l'urine. Sa mécanique se découpe en deux phases :

- Une phase de **réplétion** durant laquelle l'urine s'accumule en son sein
- Une phase de **contraction** pendant laquelle l'urine est évacuée dans le milieu extérieur par l'intermédiaire de l'urètre.

2.1.1 Conformation externe

La vessie est un organe musculo-membraneux creux. Elle est de forme ovoïde allongée selon un axe antéro-postérieur (Figure 5). Elle est constituée d'un **apex** au pôle crânial, d'un **corps** et d'un **col vésical** au pôle caudal. Le **trigone vésical** est formé par la ligne imaginaire joignant l'abouchement des deux uretères à la vessie (*ostia* urétéraux) et son sommet par l'orifice urétral : **l'ostium interne de l'urètre**.

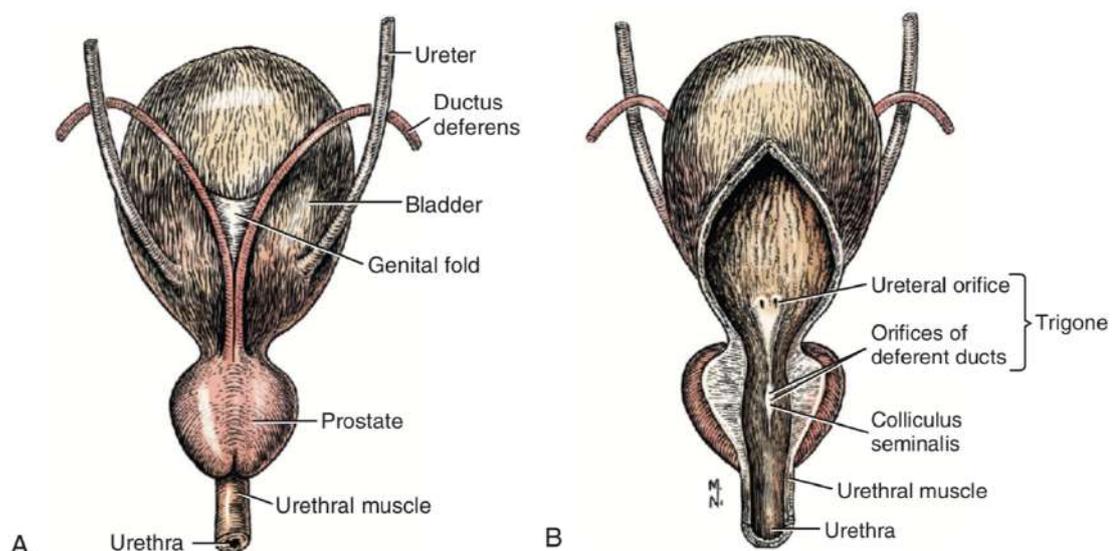


Figure 5 : La vessie et la prostate. A : vue dorsale, B : vue ventrale (HOWARD E, DE LAHUNTA A, 2012).

2.1.2 Dimensions

La taille de la vessie varie en fonction de la taille du chien mais surtout en fonction de son état de réplétion. A titre d'exemple, pour un chien de 10kg, elle peut contenir entre 100 et 120 ml et son diamètre peut varier entre 2 cm et 18cm.

2.1.3 Conformation interne

La paroi vésicale se décline en trois couches, de l'extérieur vers l'intérieur : la séreuse, la musculuse (détrusor) et la muqueuse.

La **séreuse** est un revêtement péritonéal très adhérent qui recouvre entièrement la vessie.

La **musculaire** se compose de trois couches musculaires : une couche interne et une couche externe constituées de fibres musculaires longitudinales et une couche intermédiaire formée de fibres musculaires circulaires. En regard du col vésical, les trois couches sont confondues et les fibres musculaires prennent toutes une disposition circulaire : elles forment le sphincter vésical.

La **muqueuse** de la vessie est composée d'un épithélium transitionnel. Elle présente de nombreux plis plus ou moins marqués selon l'état de réplétion de la vessie.

2.1.4 Rapports anatomiques

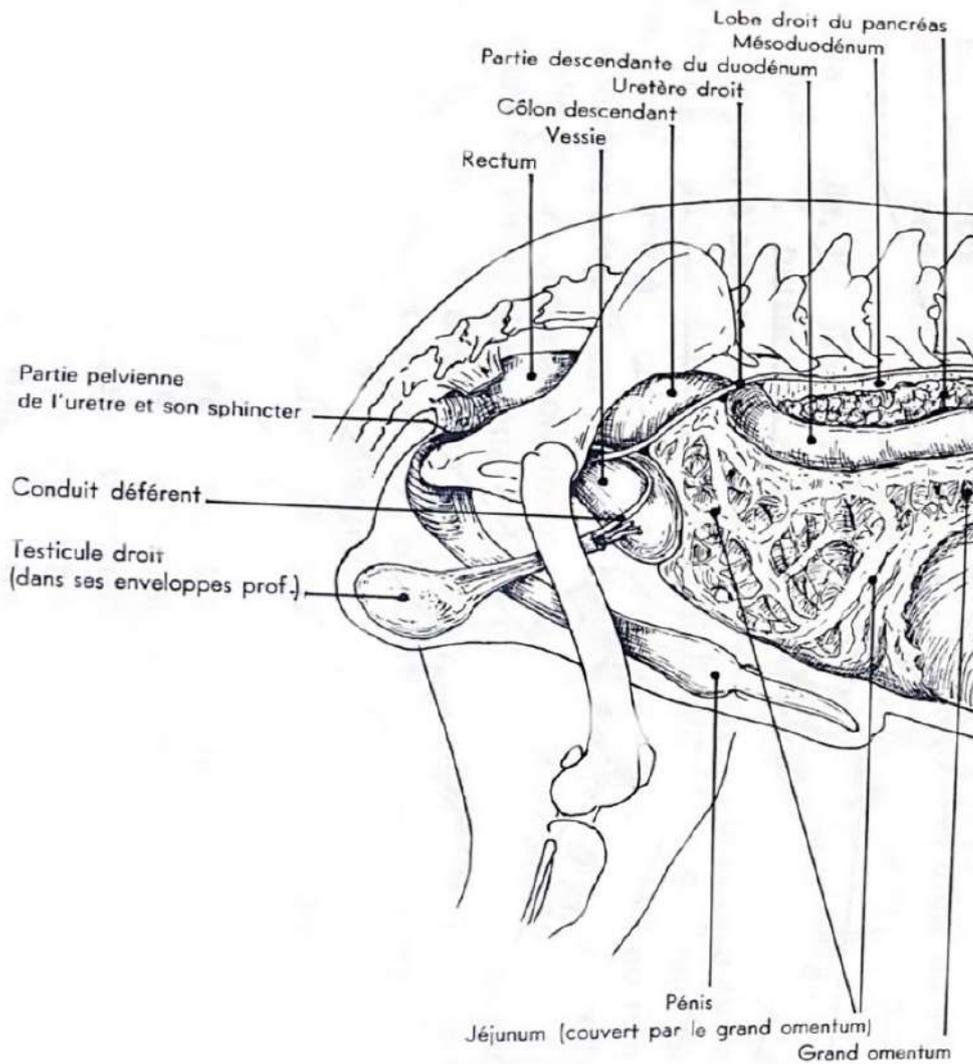


Figure 6 : Vue latérale droite superficielle des viscères pelviens et abdominaux caudaux du chien mâle (BARONE R, 2001).

Lorsqu'elle est vide, la vessie repose dans la **cavité pelvienne** et selon son état de réplétion, elle bascule plus ou moins en région **intra-abdominale** (Figure 6). **Ventralement** à la vessie, le **grand omentum** s'insère entre le feuillet viscéral vésical et le feuillet pariétal du péritoine. **Dorsalement**, la vessie est en contact avec **l'intestin grêle** (le jéjunum et fréquemment l'iléon) et avec le **côlon descendant crânial**. L'intestin grêle occupe la place de part et d'autre de la vessie.

2.1.5 Moyens de fixité

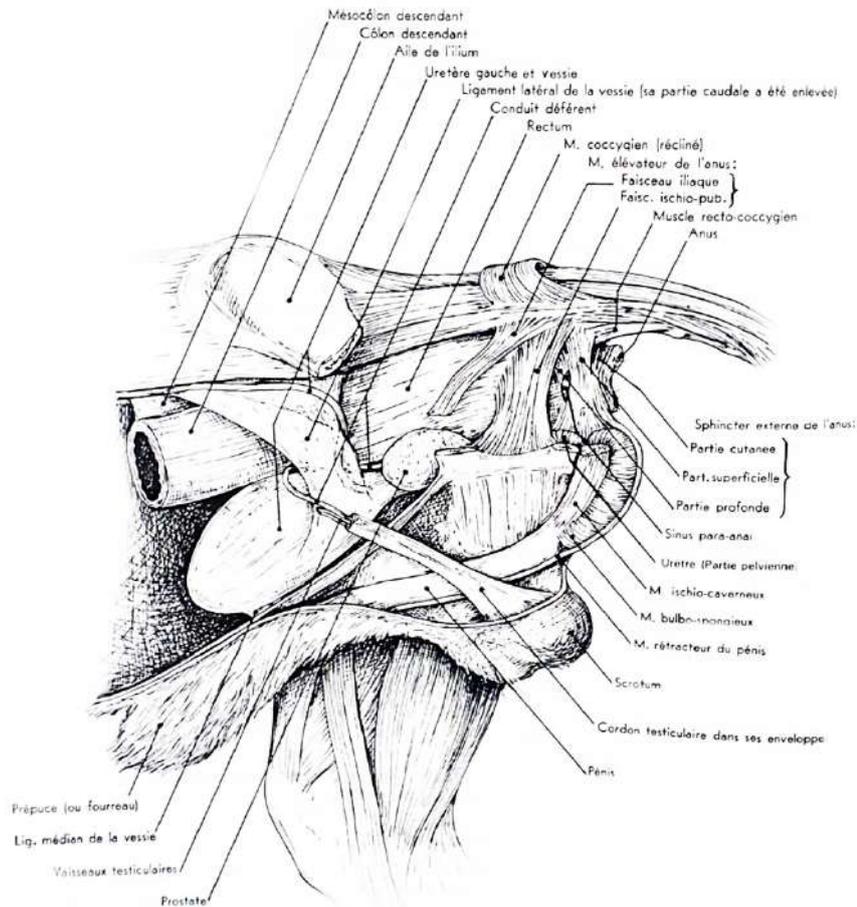


Figure 7 : Vue latérale gauche : appareil génital et organes génitaux du chien mâle (BARONE R, 2001).

La fixité de la vessie est assurée par trois ligaments (Figure 7) :

- Le **ligament médian de la vessie**, vestige du canal de l'Ouraque, relie l'apex et le corps de la vessie à la symphyse pubienne et la paroi abdominale en regard de l'ombilic.
- Les deux **ligaments latéraux** relient les surfaces latérales de la vessie aux parois pelviennes latérales. Ils renferment tous deux un *ligament rond*, vestige de l'artère ombilicale.

2.1.6 Vascularisation et innervation

Chez le chien mâle, le sang artériel provient :

- Des **artères vésicales crâiales** qui sont des branches de l'artère ombilicale
- Des **artères vésicales caudales** qui sont des branches des artères prostatiques

Le plexus veineux de la vessie aboutit principalement dans les **veines pudendales internes**.

L'**innervation** de la vessie est complexe et se compose de deux systèmes antagonistes coordonnés pour assurer le stockage puis l'émission de l'urine.

La **continence** est assurée par les fibres orthosympathiques qui prennent leur origine dans les centres médullaire lombaires L1 à L4 pour donner les **nerfs hypogastriques**.

La **miction** est assurée par les fibres parasympathiques qui prennent leur origine dans les centres médullaires lombo-sacrés S1 à S3 pour donner les **nerfs pelviens**.

L'**innervation sensitive** est assurée à la fois par les nerfs pelviens et hypogastriques par l'intermédiaire de récepteur à la douleur, à la tension, à la contraction et à la chaleur.

2.2 L'urètre

L'urètre est un conduit reliant l'**ostium interne**, situé dans le col vésical, au méat urinaire aussi appelé **ostium externe de l'urètre**. L'urètre possède plusieurs rôles : il assure la continence en exerçant une résistance au passage de l'urine ; il permet également le transport de l'urine, du sperme et des sécrétions séminales vers le milieu extérieur ; enfin, il contribue à la défense de l'organisme contre les infections du tractus urinaire. (HOSGOOD, HEDLUND, 2014)

2.2.1 Conformation externe et trajet

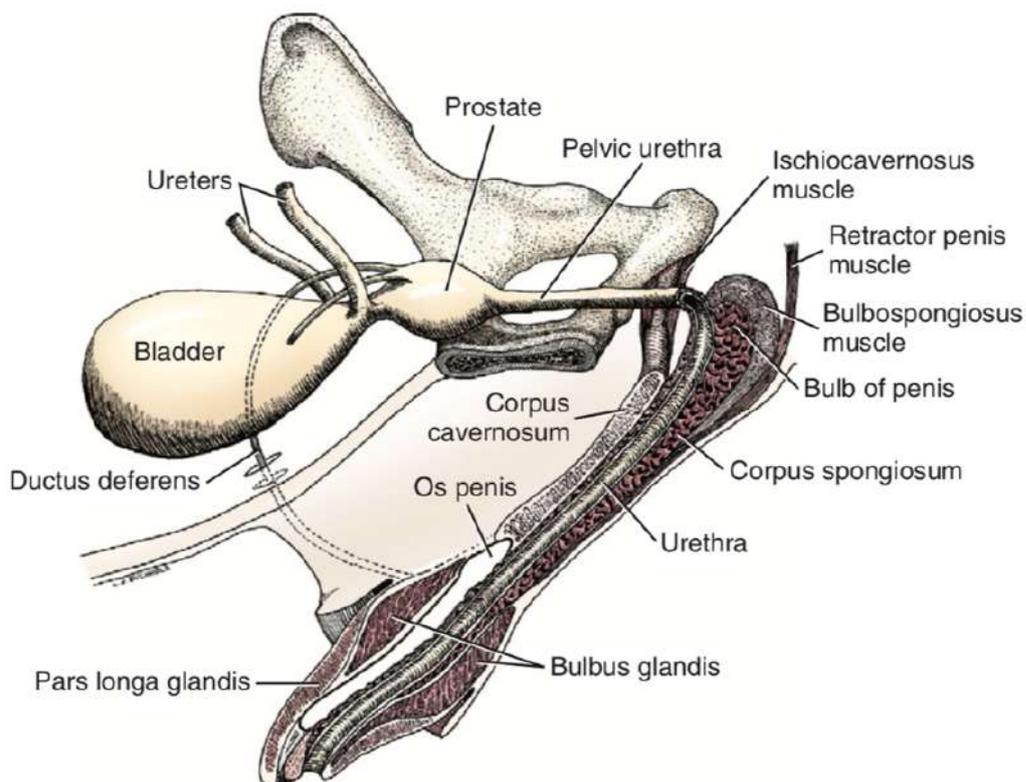


Figure 8 : Vue latérale gauche des structures pelviennes et coupe sagittale du pénis (HOWARD E, DE LAHUNTA A, 2012).

Chez le chien mâle, l'urètre se divise en deux parties : l'urètre pelvien (*pars pelvina*) et l'urètre pénien (*pars penina*) (Figure 8).

L'**urètre pelvien** est le plus long, il s'étend du col vésical à l'arcade ischiatique, en amont du bulbe du pénis. Il se décline en trois portions : **pré-prostatique, prostatique et post-prostatique** (aussi appelé urètre **membraneux**). La partie prostatique désigne la portion d'urètre englobé par la prostate et dans laquelle s'abouchent les canalicules de la prostate, en regard du sinus prostatique. L'urètre membraneux mesure entre 4 et 6 cm de long, son environnement dégagé le rend aisément palpable par voie transrectale sur la ligne médiane du plancher pelvien.

L'**urètre pénien** ou **spongieux** s'étend du bulbe du pénis au gland du pénis. Dans cette partie, l'urètre est couvert par un muscle bulbo-spongieux épais et continu avec le muscle urétral. Le corps spongieux est ensuite logé d'un sillon urétral formé d'abord par les corps caverneux puis, dans sa partie la plus distale, par l'os pénien. En amont de l'os pénien, l'urètre est entouré d'une gaine érectile épaisse et reste apparent face ventral du pénis. En regard de l'os pénien et jusqu'à son extrémité distale, cette enveloppe est beaucoup plus mince puisque le conduit n'est entouré que par le tissu du gland (Figure 9).

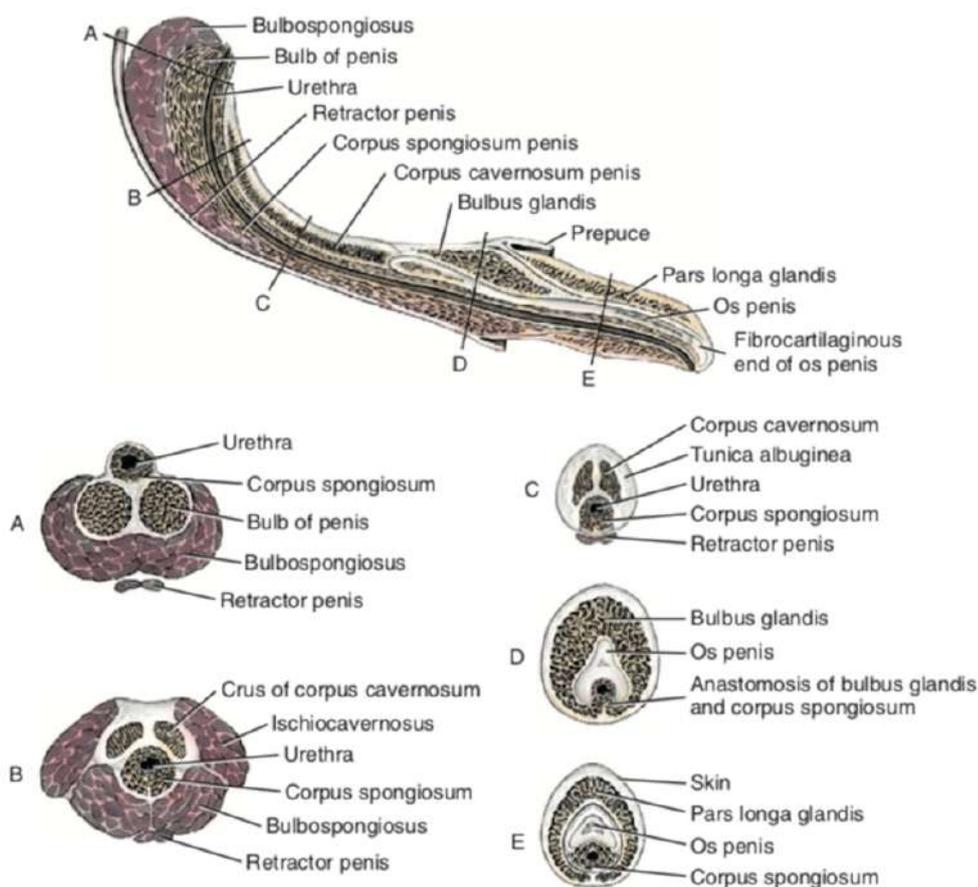


FIGURE 9-21 Internal morphologic characteristics of the penis. Upper drawing, a parasagittal section. **A to E**, Cross-sections at five levels indicated by letters on upper drawing. (From Christensen GC: *Angioarchitecture of the canine penis and its role in the process of erection*, Ph.D. Thesis, Ithaca, NY, 1953, Cornell University.)

Figure 9 : Caractéristiques morphologiques internes du pénis (coupes sagittale et transversales), (HOWARD E, DE LAHUNTA A, 2012).

2.2.2 Dimensions

Selon le format du chien, la longueur de l'urètre peut varier entre **15 et 35 centimètres**. Le calibre de l'urètre n'est pas uniforme le long de son trajet (Figure 10). La partie pelvienne de l'urètre est marquée par un premier rétrécissement correspondant à l'ostium interne. La fin de l'urètre pelvien, en regard de l'arc ischiatique, est marquée par un second rétrécissement formant l'isthme de l'urètre. Le canal de l'urètre présente ensuite une zone de dilatation correspondant au bulbe du pénis, marquant le départ de l'urètre pénien. Enfin, le calibre intérieur de la partie pénienne de l'urètre reste à peu près constant jusqu'à sa partie la plus distale en regard du gland du pénis où il se dilate à nouveau.



Figure 10 : Urétrographie rétrograde (vue latéro-latérale droite de l'abdomen caudal) sur un chien Berger Allemand mâle entier de 1,5ans sous anesthésie générale (COULSON A, LEWIS N, 2008).

La composition de la paroi de l'urètre lui confère une capacité de dilatation plus ou moins importante selon la portion considérée. Les forces exercées par l'environnement de l'urètre pénien ne permettent qu'une faible dilatation de cette portion. A contrario, le diamètre de l'urètre pelvien varie considérablement selon l'état de réplétion de la vessie, notamment en regard de la prostate (KYUYONG K. et al., 2020). Deux études (FEENEY D et al., 1984) (BYEON Y et al., 2009) se sont intéressées à cette propriété : il en ressort que l'urètre prostatique possède une capacité de dilatation plus importante que l'urètre membraneux. Il est également mis en évidence qu'au sein de l'échantillon de chiens choisis (24 chiens Beagle d'environ 10kg) : soumis à l'injection rétrograde d'un liquide sous pression dans l'urètre, l'urètre prostatique peut se dilater jusqu'à un diamètre compris entre 8mm à 19mm et l'urètre membraneux jusqu'à un diamètre compris entre 3mm et 10mm.

2.2.3 Conformation interne

La paroi de l'urètre est constituée, d'une muqueuse en continuité avec celle de la vessie, d'une sous-muqueuse d'une musculature et d'une séreuse.

La **muqueuse** de l'urètre pelvien est constituée d'un tissu conjonctif lâche très riche en fibres élastiques et d'un épithélium transitionnel présentant des plis longitudinaux qui s'effacent lors de la distension de l'urètre. L'épithélium de la muqueuse de l'urètre pénien perd le type transitionnel en regard de l'os pénien pour devenir un épithélium stratifié pavimenteux.

La **sous-muqueuse** contient un plexus richement vascularisé. Au niveau de l'urètre pénien, elle se différencie en un tissu érectile qui constitue le corps spongieux de l'urètre. Ce tissu existe sous une forme rudimentaire dans la partie pelvienne et atteint une épaisseur remarquable dans la partie pénienne. Ce tissu est limité par une albuginée fibro-élastique.

L'ensemble est enveloppé par une **musculature** urétrale dont la composition est inconstante le long du trajet de l'urètre. Dans sa portion proximale, la musculature est composée d'une couche interne de fibres musculaires longitudinales lisses, d'une couche externe de fascicules musculaires longitudinaux dérivés de la vessie et d'une couche intermédiaire de fibres musculaires circulaires et est souvent considérée comme un muscle sphincter. En regard de la prostate, le muscle lisse de l'urètre s'amincit, il n'intervient pas dans la fermeture de la lumière sur cette portion, laquelle est assurée par la présence de nombreuses fibres élastiques. En aval de la prostate et jusqu'au bulbe du pénis, la musculature s'épaissit en un muscle strié formant le sphincter urétral externe ou « muscle urétral ». Ce muscle a un rôle important dans l'éjaculation et participe à la fin de la miction pour finir de vidanger le conduit. Ce muscle semble subir une certaine atrophie chez les sujets castrés. Enfin, la musculature se prolonge par le muscle bulbo-spongieux. Ce dernier muscle intervient également en fin de miction ou d'éjaculation pour finir de vidanger le conduit mais il contribue aussi à l'érection en chassant le sang vers l'extrémité libre du pénis en comprimant les veines du corps spongieux.

2.2.4 Rapports anatomiques et moyens de fixation

L'urètre pelvien est séparé de la symphyse pubienne et des muscles obturateurs par un abondant tissu conjonctif chargé de graisse. Sa partie crâniale est coiffée par la prostate. La partie post-prostatique répond dorsalement au rectum par l'intermédiaire d'un tissu conjonctif lâche et abondant.

Le muscle ischio-urétral prend origine sur l'arcade ischiatique, dorsalement au muscle ischio-caverneux et se termine à la face ventrale de l'urètre entre la symphyse pubienne et ce dernier. Il peut tendre la paroi de l'urètre et participe à la compression des veines lors de l'érection.

L'urètre pénien entouré de son tissu érectile, contourne l'arcade ischiatique en décrivant une courbe ouverte en direction ventro-crâniale. Trois formations érectiles sont associées à la partie pénienne de l'urètre : les deux corps caverneux et le corps spongieux du gland. Les **corps caverneux** s'insèrent sur les bords caudaux des ischiums et se rejoignent à leur extrémité opposée où ils plongent dans le corps spongieux pour se prolonger par l'os pénien. En face ventrale, ils présentent une dépression unique, le sillon urétral où se loge l'urètre. Le **corps spongieux du gland** occupe l'extrémité libre du pénis et entoure la partie distale des corps caverneux ainsi que l'urètre.

2.2.5 Vascularisation, drainage et innervation

L'urètre **prostatique** est alimenté par l'**artère prostatique** qui dérive de l'artère pudendale. L'urètre membraneux est alimenté par des petites artères urétrales, elles-mêmes issues de l'artère prostatique. L'urètre pénien est alimenté par l'artère du bulbe du pénis.

Les **veines urétrales** sont satellites des artères urétrales et se drainent dans la **veine pudendale interne**.

Les **vaisseaux lymphatiques** forment un réseau important sous l'épithélium de la muqueuse. L'urètre est drainé par les **nœuds lymphatiques iliaques, hypogastriques, inguinaux superficiels et sacrés**.

Les muscles lisses de l'urètre sont innervés par les **nerfs pelviens**. Le **nerf honteux** assure la motricité du sphincter urétral externe ainsi que l'innervation sensitive de l'urètre.

2.3 Physiologie du cycle continence/miction

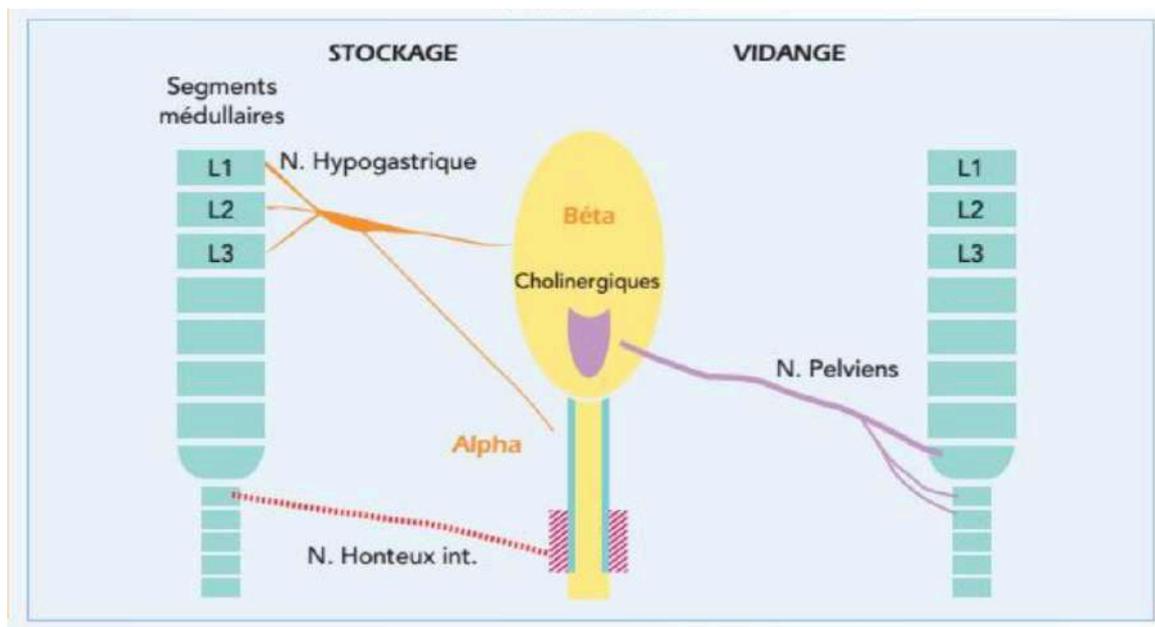


Figure 11 : Représentation schématique des nerfs impliqués dans la miction (MAUREY-GUENEC C, 2017).

La miction est le résultat d'une coordination entre la contraction du détrusor et la relaxation de l'urètre qui est organisée à partir des centres mictionnels (Figure 11).

2.3.1 Phase de continence vésicale

Durant la phase de remplissage de la vessie, l'expansion vésicale est permise par l'action du **système orthosympathique** par l'intermédiaire **des nerfs hypogastriques**. Son action active les récepteurs beta 2 de la vessie conduisant à la relaxation du muscle détrusor et les récepteurs alpha 1 de l'urètre conduisant à la contraction des muscles lisses et la fermeture de la lumière urétrale.

Les muscles striés du sphincter urétral, sous le contrôle du **système parasympathique** par l'action du **nerf honteux** participe également à la continence.

2.3.2 Phase de vidange vésicale

La vidange vésicale est permise par la contraction du muscle détrusor associée à la relaxation des sphincters interne et externe (par inhibition du tonus sympathique). Ces fonctions sont assurées par les **fibres parasympathiques** qui forment le **nerf pelvien** (DIAZ ESPÍÑEIRA M, VIEHOFF F, NICKEL R, 1998).

Lorsque les récepteurs à l'étirement logés dans la paroi vésicale détectent un certain seuil de distension vésicale, ils sont activés et stimulent les centres nerveux supérieurs par l'intermédiaire du nerf pelvien et de la moelle épinière. Lorsque la distension vésicale est très importante et douloureuse, un afflux nerveux sensoriel se fait aussi par l'intermédiaire du nerf hypogastrique et du système orthosympathique sympathique.

Au cours de la miction, la pression intra-vésicale, qui est le stimulus initial, diminue. Des mécanismes d'entretien de la miction rentrent alors en jeu : la distension de l'urètre stimule la contraction du détrusor ainsi que le relâchement des sphincters et la contraction du détrusor accroît la sensibilité des récepteurs à l'étirement.

Ces mécanismes entrent en jeu pour entretenir la miction jusqu'à obtention d'un volume résiduel de 0,2 à 0,4 ml/kg.

B. Rappels sur les affections urétrales obstructives et sub-obstructives

Les fonctions de miction et de continence urinaires requièrent une **coordination des systèmes musculaire et nerveux** associée à une **anatomie fonctionnelle des voies urinaires**. Une anomalie d'un des éléments cités précédemment peut conduire à un défaut de perméabilité partiel ou total des voies urinaires basses, délétère pour l'animal.

Les **affections urétrales obstructives** conduisent à l'apparition de signes cliniques caractéristiques comprenant : dysurie, strangurie, hématurie, pollakiurie ainsi que des écoulements urétraux. Ces affections peuvent être congénitales ou acquises et induisent des lésions mécaniques ou fonctionnelles.

Ci-après, un tableau récapitulatif des principales affections urétrales obstructives et sub-obstructives du chien mâle (Tableau I).

Tableau I : Diagnostic différentiel des principales affections obstructive/sub-obstructives du bas appareil urinaire

	AFFECTIONS	
Obstructions mécaniques	VESICALES	
		Calculs vésicaux Cystite bactérienne Tumeur vésicale Hernie périnéale avec rétroflexion vésicale
	URETRALES	
		Calculs urétraux Sténoses urétrales Tumeur urétrale Traumatisme urétral Urétrite granulomateuse idiopathique Prolapsus urétral Corps étranger
	PROSTATIQUES	
	Tumeur prostatique Hyperplasie bénigne de la prostate Abscesses ou kystes prostatiques Prostatite	
Obstructions fonctionnelles	NEURO-MUSCULAIRES (= obstructions fonctionnelles)	
		Dyssynergie vésico-sphinctérienne Hypotonie vésicale Hypertonie sphinctérienne

1. Les lithiases du bas appareil urinaire

Les lithiases urinaires sont la **principale cause d'obstruction** des voies urinaires basses chez le chien mâle. Le diamètre et la capacité de dilatation de l'urètre décroît le long de son trajet vers le méat urinaire c'est pourquoi les calculs parviennent à s'engager dans l'urètre mais ne terminent pas leur progression.

L'urine est composée à 95 % d'eau mais aussi de déchets azotés, de pigments et de minéraux. Cette composition varie d'un individu à l'autre et n'est pas fixe au cours de la vie d'un individu donné. Nombreux facteurs, comme par exemple, l'alimentation, l'activité ou encore certaines affections modifient la composition et la concentration de l'urine. Dans des conditions physico-chimiques précises et en cas de sursaturation, certains composés présents dans les urines peuvent précipiter sous forme de cristaux urinaires microscopiques. Ces cristaux peuvent ensuite croître, s'agréger autour d'une matrice protéique et former des lithiases urinaires aussi appelées calculs urinaires.

La lithogénèse peut se produire aussi bien dans les reins que dans la vessie. Le modèle de simulation choisi n'intéressant que le bas appareil urinaire, seuls les calculs vésicaux seront abordés dans cette partie. Ces calculs, initialement localisés dans la vessie, peuvent circuler passivement jusqu'à l'urètre et engendrer des obstructions du tractus urinaire.

Chez le chien mâle, le **site d'obstruction préférentiel** est situé en regard de l'**os pénien**, cependant des lithiases urinaires peuvent être retrouvées tout au long du trajet de l'urètre (HEDLUND S, HOSGOOD G, 2014).

1.1 Les différents types de calculs (HESSE A ,2009)

Chez le chien, les lithiases de **struvite** et **d'oxalate de calcium** représentent **80 à 90 %** les lithiases du bas appareil urinaire.

D'après la littérature, il y a une augmentation de l'incidence des calculs urinaires chez le chien depuis les années 2000 associée à une prévalence plus élevée chez certaines races. De plus, cette prévalence semble plus élevée chez les chiens mâles et plus précisément chez les chiens mâles entiers. Cette différence découle principalement des particularités anatomiques du tractus urinaire du chien mâle, plus long et sinueux que celui de la femelle. La moyenne d'âge des chiens présentant des calculs urinaires, tous types confondus, est de 7 ans. Selon une étude réalisée en Allemagne entre 1984 et 2001 chez des chiens mâles : 43 % des calculs urinaires sont retrouvés dans la vessie, 25 % dans l'urètre et 32 % dans les deux.

Dans les années 2000, plusieurs études réalisées au sein de pays européens, du Canada ou encore des États-Unis se sont intéressées à la prévalence des calculs urinaires chez différentes races de chiens. Selon ces études, parmi les races présentant les prévalences les plus élevées, on retrouve notamment : le Yorkshire Terrier, le Teckel, le Dalmatien, le Shih Tzu, le Caniche, le Schnauzer, le Bichon frisé et le Cocker Anglais.

Les quatre types de calculs urinaires les plus communs sont les calculs de **struvite**, **d'oxalate de calcium**, **d'urate d'ammonium** et de **cystine**. (Annexe 1)

1.1.1 Calcul de struvite

La **struvite** est un minéral composé d'héxahydrates de phosphate de magnésium et d'ammonium. Ces lithiases se forment en **milieu alcalin** (pH urinaire >7) en conditions de sursaturation de l'urine en ions magnésium, phosphates et ammonium. Cette sursaturation peut être secondaire à la présence d'un agent bactérien producteur d'uréases (*Staphylococcus* spp, *Enterococcus* spp, et *Proteus* spp.), ces bactéries métabolisent le citrate qui est un chélateur des ions calcium et de magnésium, les rendant alors disponibles dans l'urine. Il s'agit de la forme la plus courante chez les chiens. Les calculs de struvite peuvent aussi se former en milieu stérile, secondairement à une alimentation trop riche en minéraux. Rare chez les chiens, il s'agit de la forme la plus courante chez les chats.

Chez les chiens mâles se retrouvent aussi bien dans la vessie que dans l'urètre. Ces calculs étant **radio-opaques**, ils sont facilement détectables et dénombrables par simple radiographie.

La prévalence des calculs de struvite est plus importante chez les femelles que chez les mâles car elles sont plus sensibles aux infections du tractus urinaire. De plus, ces calculs se retrouvent le plus souvent chez des animaux de moins d'un an ou de plus de sept ans. Aucune prédisposition génétique n'a été mise en évidence.

Le traitement des calculs de struvite consiste en une **dissolution médicale** par un régime alimentaire spécifique et/ou au **retrait des calculs**, le tout associé à une **antibiothérapie ciblée**.

1.1.2 Calcul d'oxalate de calcium

Ce minéral est formé d'oxalate de calcium dihydraté. Les calculs d'oxalate de calcium représentent **40 à 50 %** des calculs urinaires. Ces lithiases se forment en milieu acide (pH urinaire < 6) en conditions de sursaturation de l'urine en calcium et en oxalate. L'hypercalciurie est un facteur prédisposant à l'apparition de calculs d'oxalate de calcium, elle est bien souvent secondaire à une hypercalcémie (dont l'origine peut être diverse) mais peut aussi faire suite à une altération de la réabsorption rénale du calcium, à l'administration de diurétique de l'anse, de glucocorticoïdes, d'acidifiants urinaires et de vitamine D ou C. Un régime alimentaire riche en protéines conduit à une acidification des urines et augmente le risque de formation de ces calculs.

Dans un cas sur deux, ces lithiases se logent également dans l'urètre. Ces calculs étant **radio-opaques**, ils sont facilement détectables et dénombrables par simple radiographie.

90 % des calculs d'oxalate de calcium sont retrouvés chez les chiens mâles d'âge moyen (8-8,5 ans). Hormis le Dobermann qui fait exception, les **petites races** semblent être prédisposées à ce type de calculs, on les retrouve notamment chez le Welsh Terrier, le Fox Terrier, le Cairn Terrier, le West Highland White Terrier, le Schnauzer nain, le Lhasa Apso, le Shih Tzu.

La dissolution médicale est impossible, leur **retrait** est donc **incontournable**. Après retrait, le risque de récurrence est 10 % dans les 6 mois et de 35 % dans les 12 mois. Cependant, il a été démontré qu'un régime alimentaire restreint en protéines et en sodium diminue ce risque de récurrence.

1.1.3 Calcul d'urate d'ammonium

Les calculs d'urate d'ammonium représentent **5 à 11 %** des calculs. Ces lithiases se forment en milieu acide ($6 < \text{pH} < 6,5$) en conditions de sursaturation de l'urine en acide urique et en ions ammonium.

L'acide urique est l'un des nombreux produits de biodégradation du métabolisme des nucléotides de la purine. Ces calculs se forment dans un contexte d'**hépatopathie** (type shunt hépatique) ou lors d'**hyperuricosurie**.

Ces calculs se retrouvent principalement dans la vessie et plus rarement dans l'urètre. Ils sont **radio-transparents** et **hyperéchogènes**. L'examen de choix pour la détection, localisation et le dénombrement de ce type de calculs est la cystographie à double contraste.

Il s'agit de la deuxième lithiase la plus fréquente chez les chiens de **moins d'un an**. Les Dalmatiens et les Bouledogues Anglais sont génétiquement prédisposés à l'hyperuricosurie et donc aux calculs d'urates d'ammonium. 80 % des calculs d'urate d'ammonium sont diagnostiqués chez le Dalmatien. De plus, les mâles sont plus touchés que les femelles, on suppose leur forme ronde et lisse permet plus facilement une évacuation asymptomatique chez la femelle.

Le **retrait et/ou la dissolution médicale** des calculs d'urate d'ammonium sont possibles toutefois il convient au préalable de prendre en charge l'hépatopathie sous-jacente sans quoi ils récidivent.

1.1.4 Calcul de cystine

Les calculs de cystine représentent **5 à 7 %** des calculs. Ces lithiases se forment en milieu acide ($\text{pH} < 6,8$) en conditions de sursaturation en cystine. Une affection rénale proximale peut être à l'origine d'une cystinurie. Plusieurs mutations génétique associée à une cystinurie ont été détectées.

Ces calculs se logent dans l'urètre et dans la vessie. Ils sont **radio-transparents** et **hyperéchogènes**. L'examen de choix pour la détection, localisation et le dénombrement de ce type de calculs est la cystographie à double contraste.

Aucune prédisposition raciale responsable pour cette anomalie génétique n'a été mise en évidence. La moyenne d'âge des individus atteints par ce type de calcul se situe entre **2 et 7 ans**. Les mâles sont plus touchés que les femelles, cette observation découle à nouveau probablement de leur forme arrondie et de leur surface cireuse qui facilite leur évacuation par le tractus urinaire des femelles, plus court et plus large que celui des mâles.

Le traitement consiste en le **retrait des calculs** causant une obstruction et/ou en une **dissolution médicale**.

1.2 Le traitement des lithiases urinaires obstructives ou sub-obstructives

De manière générale, le traitement des lithiases urinaires obstructives ou sub-obstructives comprend : la stabilisation de l'animal d'un point de vue métabolique, la levée de l'obstruction par retrait du/des calcul(s), la dissolution médicale des lithiases si elle est envisageable, le traitement des causes sous-jacentes propres à chaque type de minéral ainsi que la prévention du risque de récurrence par limitation de la sursaturation des urines en augmentant la diurèse de l'animal et en modifiant son alimentation.

En cas de dissolution médicale impossible ou en situation d'urgence, plusieurs techniques permettent le retrait des calculs urinaires urétraux. La **rétro-hydropulsion rétrograde** associée ou non à une cystotomie est le traitement de choix car il s'agit de la méthode la plus simple, la moins invasive et la moins onéreuse. En cas d'échec, d'autres méthodes doivent être envisagées comme par exemple le retrait de calcul par **urétroscopie rétrograde** ou encore la **lithotripsie**. Dans les cas les plus compliqués, on peut avoir recours à une **urétrotomie** ou une **urétrostomie**.

2. Les processus néoplasiques (BURGESS K, DEREGIS C ,2019)

Une prolifération cellulaire secondaire à un processus néoplasique peut également être à l'origine d'une altération mécanique de la fonction urinaire par **engorgement de la lumière urétrale**.

Les tumeurs du tractus urinaire représentent **1 %** des tumeurs chez les chiens. La moyenne d'âge d'apparition de ce type de tumeurs est 8 ans. Elles affectent plus particulièrement les femelles et plus rarement les mâles. Leur prévalence est plus élevée chez les individus stérilisés que les individus entiers. De plus, il semble que certaines races soient prédisposées à ce type de tumeur comme par exemple : l'Airedale, le Scottish Terrier, le Berger des Shetlands, le Beagle et les chiens de type « Colley ».

80 % des tumeurs du tractus urinaire sont des tumeurs primaires et 80 % d'entre elles sont malignes. Le pronostic d'une telle tumeur dépend alors de son type, de sa localisation de la profondeur d'invasion de l'épithélium ainsi que de la présence ou non de métastases régionales.

Le **carcinome transitionnel** aussi appelé carcinome urothélial est la tumeur vésicale la plus répandue chez le chien, elle représente 75 % à 90 % des tumeurs vésicales du chien (PATRICK D et al. 2006).

Elle affecte les individus âgés en moyenne de 9 à 11 ans. Elle se localise préférentiellement dans la région du trigone vésical mais peut aussi s'étendre jusqu'à l'urètre (dans sa partie prostatique le plus souvent) dans 56 % des cas jusqu'à la prostate dans 29 % des cas. De ce fait, elle peut conduire à une obstruction des voies urinaires basses. (KNAPP D et al., 2014). Au moment du diagnostic, 16 % des chiens présentent déjà des métastases (poumons, nœuds lymphatiques régionaux). Plus rarement on peut retrouver : des papillomes, des adénocarcinomes, les léiomyomes et les rhabdomyosarcomes.

La **localisation** des lésions peut s'effectuer par échographie uro-génitale, cysto-/uréthro-graphie à double contraste (Figure 12), cystoscopie ou encore par le biais d'un examen tomodensitométrique. La détection de ce type de tumeur doit toujours être accompagnée d'un bilan d'extension.

Le **diagnostic** des tumeurs du tractus urinaire s'effectue par cytologie sur les écoulements ou l'urine et/ou par histologie sur des biopsies du tissu affecté.

Le **traitement** de ce type de tumeur vise à assurer un contrôle local de la tumeur, rétablir la perméabilité des voies urinaires et diminuer le risque d'apparition des métastases. Le traitement chirurgical, qu'il soit thérapeutique ou palliatif est le traitement de choix. Il peut ensuite s'accompagner de radiothérapie, chimiothérapie voire d'immunothérapie.

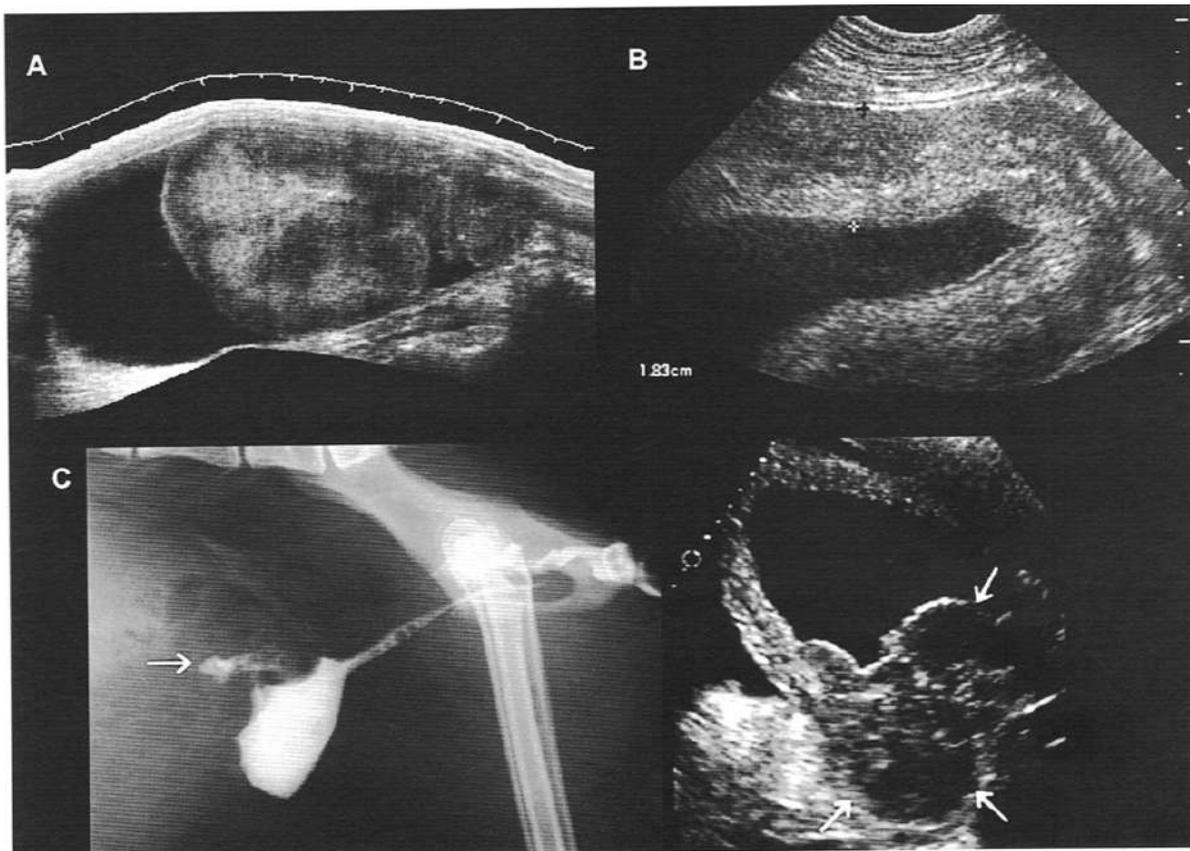


Figure 12 : Échographies et uréthrographie rétrograde de tumeurs vésicales extensives (A et B = chien, C=chat) (PENNINCK D, D'ANJOU M, 2015).

3. Les affections prostatiques

La prostate entourant l'urètre dans sa partie proximale, les affections prostatiques provoquant une augmentation du volume de la prostate peuvent être à l'origine **d'obstructions urétrales mécaniques** par **striction** ou **écrasement** de l'urètre. Les affections prostatiques pouvant notamment être à l'origine d'une obstruction urétrale sont l'hyperplasie bénigne de la prostate, qui est l'affection prostatique la plus fréquente, ainsi que les processus néoplasiques prostatiques (SMITH J, 2008). Dans une moindre mesure, on retrouve également : les kystes, les abcès ainsi que les prostatites.

3.1 L'hyperplasie bénigne de la prostate

L'hyperplasie bénigne de la prostate affecte **50 %** des chiens de plus de 5 ans et **90 %** des chiens de plus de 10 ans. Elle affecte les chiens mâles entiers (FONTBONNE A et al., 2007).

Elle correspond à une **prolifération cellulaire** des cellules de la prostate (hyperplasie) associée à une **augmentation de taille** des cellules (hypertrophie) pouvant mener à une augmentation de la prostate de deux à six fois sa taille initiale. Ces modifications cellulaires sont hormono-dépendantes et d'apparition progressive. (SMITH J, 2008).

L'hyperplasie bénigne de la prostate est bien souvent **asymptomatique**. Lorsque ce n'est pas le cas, outre une diminution de la fertilité du mâle, l'hyperplasie bénigne de la prostate peut conduire à des difficultés urinaires associés à une hématurie, une constipation et des troubles locomoteurs touchant notamment les membres postérieurs.

Le toucher rectal est le premier examen à effectuer lors d'une suspicion d'hyperplasie bénigne de la prostate. Une radiographie abdominale mettant en évidence une prostate de taille augmentée peut aussi orienter le diagnostic. Toutefois, l'échographie abdominale reste le gold standard pour le diagnostic de présomption de cette affection (SMITH J, 2008). Un diagnostic de certitude peut être émis par analyse cytologique ou histologique de cytoponctions ou biopsies écho-guidées. (LEVY X, MIMOUNI P, 2009).

Le traitement de choix est la **castration chirurgicale**. Lorsque la castration n'est pas une issue souhaitée, le traitement médical passe par l'administration d'acétate d'osatéronne ou bien par la mise en place d'un implant agoniste de la GnRH (LEVY X, MIMOUNI P, 2009).

3.2 Les tumeurs prostatiques

Les tumeurs prostatiques se forment par prolifération cellulaire incontrôlée et désorganisée du tissu prostatique. Elles représentent **5 %** des affections prostatiques chez les chiens.

Les tumeurs prostatiques touchent les chiens âgés (9-10 ans). Aucune prédisposition raciale n'est rapportée bien que les chiens de moyenne et grande taille semblent plus touchés par cette affection.

Le plus souvent, les tumeurs prostatiques primaires sont des **adénocarcinomes**. Elles métastasent dans les nœuds lymphatiques iliaques internes et externes. La tumeur peut venir obstruer l'urètre en grandissant. Ensuite, on retrouve le **carcinome transitionnel de la prostate**. Qui se développe soit par extension d'un carcinome transitionnel vésical ou urétral soit directement au sein des cellules des conduits prostatiques. Plus rarement, on retrouve : carcinome épidermoïde, leiomyosarcome, lymphome. Enfin, la prostate peut aussi être le **foyer de métastases** de certaines tumeurs.

Le tableau clinique est semblable aux autres affections prostatiques avec notamment une hématurie, des troubles urinaires et digestifs, ainsi que des difficultés locomotrices.

Un toucher prostatique douloureux et anormal (prostate de taille augmentée, consistance modifiée) peut orienter le diagnostic. L'analyse urinaire et l'analyse du fluide prostatique peuvent révéler la présence de cellules anormales. Une radiographie abdominale peut permettre de mettre en évidence une prostate de taille augmentée, asymétrique, irrégulière (Figure 13). L'échographie abdominale met en évidence un parenchyme prostatique hyperéchogène, hétérogène ainsi qu'une asymétrie des contours de la prostate. L'analyse cytologique ou histologique de biopsies ou de cytoponctions échoguidées est le seul moyen de confirmer une suspicion. En cas de tumeur prostatique, un bilan d'extension doit toujours être réalisé.

Pour les adénocarcinomes, la **radiothérapie** est le traitement de choix, elle permet une réduction de la taille de la prostate, elle améliore ainsi le confort de vie de l'animal sans toutefois prolonger leur médiane de survie. L'ablation de la prostate est une option envisageable mais il s'agit d'une chirurgie techniquement compliquée et conduit bien souvent à une incontinence urinaire. Compte tenu du diagnostic bien souvent tardif de cette affection, ainsi que du manque de traitements efficaces, il faut parfois avoir recours à l'euthanasie de l'animal (SMITH J, 2008).



Figure 13 : Mise en évidence d'un carcinome prostatique avec envahissement urétral chez un chien mâle par urétrographie rétrograde (THRALL D, 2017).

4. Lésions de l'os pénien

La **fracture de l'os pénien** fait suite à un **traumatisme**. Il s'agit d'une affection rare chez le chien (ERNE J, MC NICHOLAS W, 2009) et les signes cliniques associés sont peu spécifiques (dysurie, strangurie).

La **radiographie** est l'examen de choix pour le diagnostic de la fracture.

La formation d'un **cal osseux** entre un et huit mois après le traumatisme est l'une des complications possibles et peut conduire à une obstruction urétrale.

Le traitement dépend du degré de déplacement des fragments osseux ainsi que du support apporté par les tissus mous encore en place. En cas de fracture simple sans déplacement, aucun traitement chirurgical ne sera mis en place. En cas de diagnostic tardif de la fracture et si une striction par fibrose de l'urètre est déjà présente, le traitement chirurgical consiste en une castration associée à un contournement de la zone urétrale comprimée de l'urètre par urétrostomie (KELLY S, CLARK W, 1995).

5. Sténose urétrale

Les sténoses urétrales peuvent être d'origine **congénitale**, **inflammatoire** ou **secondaire à une cicatrisation** dans un contexte de brèche urétrale.

L'**inflammation** de la muqueuse urétrale peut être secondaire à un sondage traumatique, à une Infection du Tractus Urinaire (ITU), au passage d'un ou plusieurs calculs, à une urétrite granulomateuse ou encore à la présence d'un corps étranger.

Les **brèches urétrales** sont rares et surviennent généralement à la suite d'un sondage urinaire traumatique ou d'un accident de la voie publique. Une brèche urétrale peut cicatriser spontanément tant qu'il persiste une bande de muqueuse entre les deux portions de l'urètre et que le passage de l'urine est dérivé (BISMUTH C, 2016). Un traumatisme urétral avec transection complète de l'urètre nécessite une prise en charge chirurgicale afin de rapprocher les bords de l'urètre avec le minimum de tension possible afin de limiter le risque de sténose urétrale cicatricielle.

Les symptômes d'une sténose urétrale sont classiquement ceux d'une obstruction partielle ou totale du bas appareil urinaire.

L'**urétrographie rétrograde** permet de localiser le rétrécissement du diamètre urétral, cependant l'**urétroscopie rétrograde** reste l'examen de choix. Elle permet non seulement de localiser la lésion, de visualiser son aspect macroscopique mais également de réaliser des biopsies si nécessaire. Ces informations permettent de préciser le diagnostic étiologique de la lésion.

En cas de sténose inflammatoire ou de brèche urétrale, il est primordial de mettre en place des mesures de **dérivation de l'urine** afin d'éviter tout contact de l'urine avec la plaie ou la zone inflammatoire. En effet, cela favorise la fibrose et donc la formation à la sténose urétrale. La première option consiste en la pose une **sonde urétrale**. Cependant, dans certains cas de figure, la pose de la sonde urétrale est impossible, il faut alors pencher pour une sonde de cystotomie ou dans les cas les plus compliqués pour une urétrotomie ou urétrostomie (BISMUTH C, 2016).

En cas de sténose congénitale ou cicatricielle, le traitement vise à agrandir la lumière urétrale afin de se rapprocher de son diamètre physiologique. Les méthodes les plus souvent plébiscitées sont : la dilatation par ballonnet, la pose d'un stent urétral ou l'urétrostomie.

6. La mal-position vésicale (hernie périnéale)

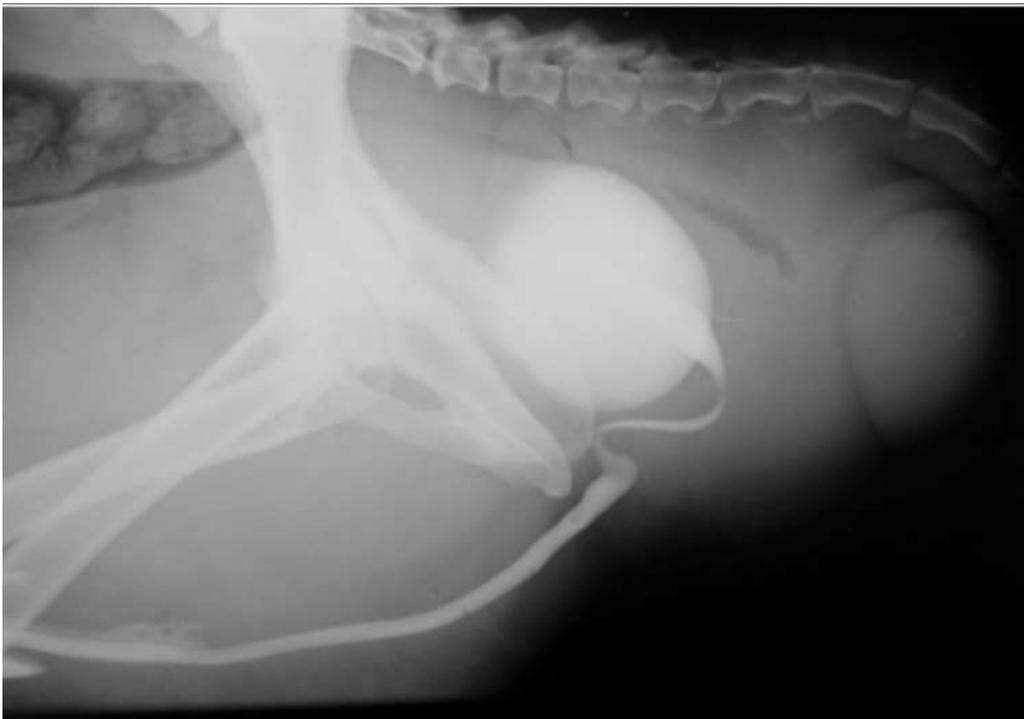


Figure 14 : Mise en évidence d'une rétroflexion vésicale par urétrographie rétrograde chez un chien mâle présentant une hernie périnéale. (SARRAU S, 2011).

La hernie périnéale résulte d'une **défaillance musculaire du diaphragme pelvien** pouvant entraîner le passage de certains viscères pelviens et/ou abdominaux en région périnéale sous-cutanée.

Les viscères concernés sont : la vessie, la prostate, les intestins, le grand omentum ainsi que le colon (SHAUGHNESSY M, MONNET E, 2015). En moyenne, une rétroflexion vésicale se produit chez 18 % à 25 % des individus atteints de hernie périnéale (GRAND J, BUREAU S, MONNET E, 2013).

Cette affection touche les chiens mâles d'âge moyen entiers ou castrés tardivement. Son étiologie est probablement multifactorielle combinant des déséquilibres hormonaux provoquant une atrophie musculaire et toutes affections entraînant du ténesme (affection prostatique, constipation chronique, etc.) (GRAND J, BUREAU S, MONNET E, 2013).

Les principaux signes cliniques associés à une hernie périnéale sont : une constipation chronique et une déformation du périnée. Lorsque la vessie est également impliquée dans la hernie, des signes d'obstruction urétrale peuvent s'ajouter au tableau clinique. Dans de rares cas, le chien peut également présenter un prolapsus rectal en lien avec la constipation.

Le diagnostic de certitude est établi par **toucher rectal**. Des examens complémentaires d'imagerie comme une radiographie, une urétrographie rétrograde (Figure 14) ainsi qu'une échographie permettent de préciser l'importance de la hernie ainsi que les complications associées.

Le traitement de la hernie périnéale est **chirurgical** et se décline en deux temps : un temps abdominal (cystopexie ou déférentopexie, colopexie et castration) et un temps périnéal (herniorraphie). Le degré d'urgence dépend des organes engagés dans la hernie. Une rétroflexion vésicale est une urgence car elle entraîne une obstruction des voies urinaires associée à un fort risque d'ischémie et de nécrose de la paroi vésicale. Elle nécessite parfois une cystocentèse ou la mise en place d'une sonde urinaire avant réduction de la hernie. De plus, une castration doit toujours être réalisée en parallèle.

7. Les affections nerveuses

Des atteintes nerveuses peuvent être à l'origine d'obstructions urétrales fonctionnelles. Ces obstructions résultent d'un **défaut de coordination** entre la contraction vésicale et la relaxation urétrale dont l'origine est nerveuse.

7.1 La dyssynergie vésico-sphinctérienne

Cette affection résulte d'une **contraction concomitante** du muscle détroisor et des sphincters urinaires (interne et/ou externe). Ainsi, la vidange vésicale ne peut avoir lieu.

La dyssynergie vésico-sphinctérienne se caractérise par une initiation normale de la miction suivie d'une diminution puis d'une interruption soudaine du flux. Les signes cliniques caractéristiques sont une dysurie/strangurie et des tentatives prolongées d'uriner, suivies d'une miction par petites poussées intermittentes qui peuvent s'arrêter brutalement, et bien souvent l'obstruction est alors complète. Les signes cliniques ressemblent généralement à ceux d'une obstruction urinaire : dysurie, pollakiurie avec vidange incomplète de la vessie (DIAZ ESPÍÑEIRA M, VIEHOFF F, NICKEL R, 1998).

Plusieurs facteurs prédisposant à cette affection ont été décrits, comme par exemple des sorties hygiéniques trop espacées forçant les chiens à se retenir d'uriner, des ITU, des chirurgies de l'appareil uro-génital. Cependant, dans la plupart des cas, une étiologie précise ne peut être mise en évidence, on parle alors de dyssynergie vésico-sphinctérienne idiopathique. Cette affection touche les **chiens mâles** entiers ou non. Aucune prédisposition d'âge ou de race n'a été mise en évidence jusqu'à présent même si elle semble être plus commune chez les chiens de moyenne à grande races et d'âge moyen (DIAZ ESPIÑEIRA M, VIEHOFF F, NICKEL R, 1998) (HAAGSMAN A et al., 2013).

Le **diagnostic** est établi par **exclusion** de toute causes d'obstruction mécanique des voies urinaires basses et plus généralement, toutes affections à l'origine de dysurie et strangurie. La **radiographie** pelvienne simple, urétroscopie ainsi que l'**urétrocystographie** rétrograde sont les examens de choix pour détecter toutes anomalies structurelles ou anatomiques des voies urinaires inférieures qui pourraient interférer avec l'écoulement de l'urine.

Le **traitement** est **médical** et vise à coordonner les activités du détrusor et des sphincters urétraux interne et externe pendant la phase de vidange vésicale. Il passe par l'administration de myorelaxant et d'alpha-bloquants (DIAZ ESPIÑEIRA M, VIEHOFF F, NICKEL R, 1998).

7.2 Vessie « Moto-Neurone Central » (MNC)

La vessie de type « MNC » résulte **d'une lésion cérébrale** ou **médullaire supra-lombaire** à l'origine de la perte de l'inhibition corticale. Elle est caractérisée par une hyperactivité du détrusor et un défaut de relâchement des sphincters urétraux menant à une incapacité pour le chien d'uriner volontairement, on parle de vessie (spastique). L'individu présente une incontinence urinaire par trop plein à sphincter fermé.

En plus d'une dysurie, l'individu présente un globe vésical, difficilement vidangeable par taxis externe. A noter que les symptômes urinaires s'accompagnent d'autres signes cliniques qui dépendent de la localisation de la lésion primaire.

Le traitement passe avant tout par la **prise en charge de la lésion primaire**. La prise en charge médicale des symptômes urinaires passe par la mise en place d'un traitement à base d'un cholinergique, d'un alpha-bloquant et/ou de myorelaxants afin de diminuer le tonus urétral.

7.3 Vessie « Moto-Neurone Périphérique » (MNP) / défaut contraction du détrusor

Une vessie de type « MNP » résulte d'une **lésion des nerfs périphériques** de l'arc réflexe sacré. Elle est caractérisée par une hypo-activité du détrusor, on parle de vessie « flasque ». L'individu présente une incontinence urinaire par trop plein souvent associée à d'autres signes cliniques en lien avec la lésion primaire (une parésie des membres postérieurs, une incontinence fécale, une diminution de la sensibilité de la région périnéale, une paralysie de la queue)

Le traitement passe avant tout par la prise en charge de la lésion primaire. La prise en charge des symptômes urinaires passe par l'administration d'un cholinergique en association ou non avec un alpha-bloquant.

8. Les polypes inflammatoires

Les **polypes** du tractus urinaires sont **rare**s (GRANT D, TROY G, 2014). Ce sont des petites masses pédiculées adhérentes à la paroi de la vessie ou de l'urètre qui se forment par prolifération cellulaire exagérée de l'épithélium de la vessie ou de l'urètre. Les femelles semblent plus prédisposées que les mâles (MARTINEZ I et al., 2003).

Ils se localisent préférentiellement en région crano-ventrale de la vessie mais peuvent se former ailleurs dans la vessie ou l'urètre et conduire à une obstruction des voies urinaires basses par réduction intra-luminale de leur diamètre.

En cas d'obstruction du tractus urinaire, une **ablation chirurgicale du polype** doit être envisagée et le taux de récurrence est faible.

C. Les complications associées à une obstruction urétrale

Qu'elle soit mécanique ou fonctionnelle, une obstruction urétrale peut rapidement entraîner des désordres électrolytiques et métaboliques pouvant mettre en danger la vie de l'animal. De ce fait, il est important de savoir détecter les signes cliniques associés à ce type d'affection afin d'agir précocement.

Ces complications dépendent du **degré d'obstruction** ainsi que de la **durée d'évolution** de l'affection. Dans le cadre d'une obstruction urétrale complète aiguë, les premiers signes cliniques apparaissent en 24h. Si l'animal n'est pas pris en charge, les complications associées à cette affection peuvent causer la mort de l'animal dans les trois à six jours suivants le début de l'obstruction (HEDLUND S, HOSGOOD G, 2014).

1. Les troubles métaboliques

Une obstruction ou sub-obstruction urétrale entraîne une augmentation de la pression dans les voies urinaires en amont de cette dernière qui conduit à une diminution du débit de filtration glomérulaire. A court terme, elle conduit à des déséquilibres métaboliques graves et potentiellement mortels : hypothermie, déshydratation, azotémie, acidose, hyperkaliémie, hypocalcémie.

L'**hyperkaliémie** résulte de l'incapacité des reins à excréter le potassium. Elle peut être à l'origine d'arythmies cardiaques (POLZIN D, OSBORNE C, BARTGES J, 1996).

L'**acidose métabolique** résulte de la rétention des ions hydrogène ainsi que de la formation de lactates secondairement à l'hypovolémie qui s'est installée. L'acidose métabolique peut aggraver la cardiotoxicité liée à l'hyperkaliémie, entraver la contractilité cardiaque et augmenter la veino-constriction (POLZIN D, OSBORNE C, BARTGES J, 1996).

Dans le cadre d'une obstruction complète une **azotémie post-rénale** s'installe en trois jours et peut devenir fatale en trois à six jours si elle n'est pas prise en charge. (HEDLUND S, HOSGOOD G, 2014).

2. Les lésions vésicales

Une augmentation locale de la pression dans les voies urinaires en amont de l'obstruction associée à une augmentation de la concentration en urée peut conduire à une **atteinte des muqueuses urétrale et vésicale** caractérisée par un gonflement, une hémorragie voire même une dénudation de l'épithélium. (HEDLUND S, HOSGOOD G, 2014).

De plus, l'augmentation de pression intra-vésicale peut endommager le muscle détrusor ainsi que les nerfs logés dans la paroi vésicale.

Dans les cas les plus extrêmes, la pression est telle qu'elle engendre une **rupture de la paroi vésicale** (HEDLUND S, HOSGOOD G, 2014).

3. Les lésions rénales

Les obstructions urétrales partielles chroniques provoquent à une augmentation progressive de la pression dans les voies urinaires qui se répercute dans le parenchyme rénal pouvant conduire à l'installation d'une **insuffisance rénale chronique** (HEDLUND S, HOSGOOD G, 2014).

Une obstruction totale aigüe peut être à l'origine de **tubulopathies**, réversibles ou non et plus ou moins sévères selon le degré, la localisation et la durée de l'obstruction. De ce fait, la récupération du débit de filtration glomérulaire après la levée de l'obstruction diminue à mesure que la durée de l'obstruction augmente.

4. Les infections du tractus urinaires

Les affections obstructives augmentent le risque **d'ITU ascendantes** ce qui accélère les dommages rénaux et le risque de sepsis est accru.

**DEUXIÈME PARTIE - LE SONDAGE URINAIRE ET LA
RÉTRO-HYDROPULSION DE CALCULS URÉTRAUX :
INTERETS ET PLACE DE LA SIMULATION**

Cette deuxième partie vise, dans un premier temps, à replacer le sondage urinaire et la rétro-hydropulsion dans leur contexte en décrivant précisément leurs indications, leur déroulé respectif, mais également les risques associés à la pratique de tels gestes. Dans un second temps, l'objectif est de mettre en avant les motivations qui ont conduit à la réalisation de ce modèle pédagogique.

A. Le sondage urinaire et la rétro-hydropulsion en théorie

1. Les indications du sondage urinaire et de la rétro-hydropulsion (BLOOR C, 2018)

L'objectif du sondage détermine la durée pendant laquelle la sonde urinaire sera laissée en place. Dans le cadre d'un sondage urinaire simple, la sonde sera ôtée à la fin de la manipulation. Dans le cadre d'un sondage urinaire prolongé, la sonde urinaire sera fixée à l'animal.

Le sondage urinaire a plusieurs **objectifs** que l'on peut classer en trois catégories : **diagnostique, thérapeutique** et **hygiénique**.

1.1 Prélèvement d'urine

La cystocentèse écho-guidée est aujourd'hui la méthode de choix pour récolter des urines stériles. Toutefois, le sondage urinaire constitue également une option peu invasive, rapide et ne nécessitant l'assistance d'aucun appareil d'imagerie médicale. Ce prélèvement permet de réaliser une analyse urinaire qui constitue une aide au diagnostic.

En amont d'une chirurgie abdominale, le sondage urinaire peut être utilisé pour vider la vessie afin de faciliter l'abord chirurgical des autres organes, de limiter le risque de lésions de la vessie et d'émissions d'urines durant la chirurgie.

1.2 Sondage urinaire « de confort » / hygiénique

Dans le cadre de l'hospitalisation d'un animal incontinent urinaire, ou peu, voire non ambulateur, la pose d'une sonde urinaire procure confort et hygiène à l'animal. Un décubitus prolongé favorise la formation d'escarres en regard des points de pression. Lorsque l'animal urine sous lui, le contact de l'urine avec sa peau augmente le risque de formation et de complications de telles plaies.

De même, dans le cas d'individus atteints de zoonoses (ex : leptospirose), la pose d'une sonde urinaire associée à un système de récolte des urines clos assure une protection supplémentaire aux différents opérateurs.

Dans un contexte chirurgical, le recours au sondage urinaire assure de meilleures conditions de stérilité en limitant le risque de contamination par des urines.

1.3 Monitoring thérapeutique de la diurèse

La production d'urine nous donne des informations sur la fonction rénale du patient. La production d'urine moyenne oscille autour de **1 et 2ml/kg/h chez un chien sain**.

La méthode la plus simple pour mesurer la diurèse d'un patient est de mettre en place une sonde urinaire à laquelle on connecte un dispositif clos de collecte des urines. Ce dispositif doit être vidé toutes les quatre heures et la quantité d'urine doit être évaluée à chaque vidange afin de calculer la diurèse. La collecte des urines permet également le suivi de leur aspect macroscopique (turbidité, couleur).

1.4 Cicatrisation post-chirurgie

Afin de réduire le risque de sténose urétrale cicatricielle suite à une chirurgie de l'urètre, une sonde urinaire urétrale est mise en place en per-opératoire. Le chirurgien suture la muqueuse autour de la sonde. Elle joue le rôle de **stent urétral** (BOOTHE H, 2000).

1.5 Injections intra-vésicales

Lors d'**urétrographie rétrograde** ou de **cystographie**, le produit de contraste est injecté par voie rétrograde par l'intermédiaire d'une sonde urinaire. Il en va de même pour les thérapies intra-vésicales comme par exemple l'injection de Mitomycin C dans un contexte de carcinome transitionnel de la vessie (FULKERSON C, KNAPP D, 2015).

1.6 Perméabilisation des voies urinaires basses

Dans le cadre d'une rétention urinaire secondaire à un défaut de relâchement des sphincters urinaires et ou/de contraction du muscle détrusor, le sondage urinaire constitue un moyen d'évacuer les urines.

En cas d'obstruction urétrale par un calcul urinaire et lorsque qu'un sondage urinaire simple ne suffit pas, la **rétro-hydropulsion** est une méthode permettant de faire migrer de façon rétrograde les calculs du site d'obstruction vers la vessie avant de procéder à leur dissolution médicale ou à leur retrait chirurgical. Bien qu'il soit possible de le réaliser sur animal vigile, afin d'induire une myorelaxation de l'urètre et de faciliter la procédure, il est recommandé de placer l'animal sous anesthésie générale (BISMUTH C, 2016).

Dans un grand nombre de cas, la rétro-hydropulsion suffit à repousser les calculs dans la vessie. En cas d'échec, une **urétrotomie** ou une **urétrostomie** doivent être envisagées.

2. Les risques associés au sondage urinaire et à la rétro-hydropulsion

Le sondage urinaire du chien mâle est un geste simple. Toutefois, il est important de respecter les recommandations précises de mise en place et d'entretien de la sonde urinaire sans quoi des complications peuvent survenir, qu'elles soient traumatiques ou infectieuses.

2.1 Les infections du tractus urinaire

Le non-respect des conditions d'asepsie lors la procédure peut conduire à l'introduction dans l'urètre et la vessie de bactéries iatrogènes responsables d'infections urinaires.

Dans le cas où la sonde urinaire est laissée en place plusieurs jours et que les conditions d'asepsie ont été scrupuleusement respectées lors de la mise en place et de l'entretien de la sonde, une étude a montré que le risque d'infection urinaire par voie ascendante augmente significativement après trois jours de sondage. De ce fait, il est important de sonder l'animal **le moins de temps possible** afin de limiter les complications infectieuses (SMARICK S,et al., 2004).

Stull J and Weese J (2015) indiquent que **l'éducation du personnel** vétérinaire vis-à-vis des complications possibles en lien avec ces procédures ainsi que leur entraînement jouent un rôle majeur dans le contrôle ITU secondaires à la mise en place d'une sonde urinaire.

De plus, lorsqu'un animal est sondé pendant plusieurs jours, il est vivement recommandé de réaliser des **analyses urinaires** fréquemment de manière à suivre l'évolution de la composition des urines (hématies, polynucléaires neutrophiles, bactéries). En cas d'anomalie au culot urinaire : présence d'hématies en quantité élevée, signes d'inflammation importants ou encore en cas de signes d'infection, il convient d'ôter la sonde urinaire en place.

2.2 Les traumatismes

Un sondage urinaire trop brutal peut donner lieu à une **inflammation de la muqueuse urétrale**, voire à une **brèche urétrale** dans les cas plus extrême. Afin d'éviter de telles complication, le sondage doit être **souple** et **atraumatique**. Pour se faire il convient de ne pas forcer sur la sonde et de ne pas réaliser des aller-retours inutiles au sein de la lumière urétrale. L'apprentissage en amont des obstacles physiologiques rencontrés lors du sondage urinaire du chien mâle permet de doser la force utilisée lors de la réalisation de ce geste et de diminuer le risque de traumatisme.

Une sonde urinaire **mal-positionnée** et notamment trop avancée dans la vessie peut être à l'origine de **frottements** sur la muqueuse vésicale. Ces frottements augmentent le risque de cystite. Ainsi, si cela est possible, il convient de réaliser un contrôle échographique de la vessie après pose de la sonde. De plus, la sonde peut s'enrouler sur elle-même au sein de la vessie et de l'urètre rendant son retrait impossible. En cas de résistance au retrait de la sonde, il est vivement recommandé d'effectuer un examen échographique ou radiographique de la sonde avant de poursuivre la tentative.

De manière générale, s'il n'y a pas d'échographe à disposition, il convient d'être le plus **précis** possible lors de la mesure de la longueur de sonde à introduire dans l'urètre.

3. En amont du sondage urinaire

3.1 Choix de la sonde urinaire

Le diamètre des sondes urinaires est généralement exprimé en unité French (F), 3F=1mm. Pour les **petits chiens**, il est courant d'utiliser des sondes de **3 à 5 F**, pour les moyens et grands chiens les tailles de sonde sont comprises entre **8 et 10-12 F**.

La taille de la sonde urinaire est à choisir en fonction de la **largeur du méat urinaire**. Il convient de choisir la sonde **la plus large** possible.

1.1 Cas d'un calcul urétral obstructif

3.1.1 Localisation et dénombrement des calculs

Dans un premier temps, il s'agit de dénombrer et localiser les calculs, soit par radiographie simple s'il s'agit de calculs radio-opaques soit par radiographie avec produit de contraste ou échographie (Annexe 1). La portion de l'urètre en amont de l'os pénien présentant un rétrécissement, elle constitue une zone préférentielle d'obstruction urétrale. Cependant ceci concerne la majorité mais non la totalité des calculs (Figure 15).



Figure 15 : Mise en évidence d'un calcul urinaire urétral par urétrographie rétrograde chez un chien mâle (THRALL D, 2017).

NETTOYAGE	SONDAGE	FIXATION	SYSTEME DE COLLECTE
Alaise	Sonde urinaire stérile de taille adaptée	Fil de suture	Adaptateur universel
Plateau de scrub	Gel lubrifiant et anesthésiant (Tronothane®)	Porte-aiguille	Poche de collecte des urines
Tondeuse	Seringue de 20 ml	Paire de ciseau	Prolongateur
Gants non stériles	Haricot		
	Sérum physiologique stérile		
	Gants stériles		

Tableau II : Matériel nécessaire à la réalisation au sondage urinaire du chien mâle avec mise en place d'un système de collecte des urines clos.

De manière à éviter les oublis et à optimiser son temps, le matériel doit être préparé et étalé sur une table en amont de la procédure (Figure 16).

Étape 2 : Préparation de l'animal

Selon le caractère coopératif ou non de l'animal, le sondage peut être réalisé sur animal vigile ou anesthésié. L'animal peut être placé indifféremment debout ou en décubitus latéral. Une tonte de la zone entourant le prépuce est réalisée (Figure 17). L'opérateur met des gants non stériles et réalise trois nettoyages successifs du fourreau et du prépuce (faces intérieure et extérieure) au moyen de Chlorhexidine solution 0,2 %.



Figure 17 : Tonte et nettoyage de la zone centrée autour du fourreau (Photographie Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).

Étape 3 : Préparation de l'opérateur

L'opérateur va ensuite se placer en conditions de stérilité, pour cela, il réalise trois lavages successifs de ses mains au moyen d'un savon antiseptique puis met des gants stériles.

Étape 4 : Mesure de la longueur de la sonde urinaire et lubrification



Figure 18 : Mesure de la sonde urinaire et application de gel lubrifiant et anesthésiant (Photographies Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).

Un assistant donne la sonde urinaire de façon stérile à l'opérateur. L'opérateur évalue la longueur de la sonde urinaire à introduire dans l'urètre en mesurant la distance séparant le méat urinaire du centre de la vessie en prenant en compte le trajet de l'urètre (Figure 18). Les graduations présentes sur la sonde urinaire servent de repère. Une noisette de gel lubrifiant et anesthésiant est appliquée sur l'extrémité de la sonde. Afin d'éviter une infection bactérienne, toute manipulation de la sonde urinaire doit se faire de manière stérile.

Étape 5 : Extériorisation du pénis



Figure 19 : Extériorisation du pénis (Photographie Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).

L'opérateur rétracte le prépuce afin d'extérioriser le pénis qu'il maintient avec une main en regard de l'os pénien (Figure 19).

Étape 6 : Introduction de la sonde



Figure 20 : Introduction de la sonde urinaire dans l'urètre (Photographie Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).

La sonde est introduite dans l'urètre jusqu'au repère préalablement défini (Figure 20). Le glissement de la sonde doit s'effectuer de manière souple et délicate. Deux obstacles physiologiques peuvent induire une légère résistance au passage de la sonde : l'os pénien puis la courbure pelvienne. Il est préconisé d'avancer légèrement le pénis et de procéder avec délicatesse afin de prévenir tout traumatisme de l'urètre.

Étape 7 : Retrait du guide métallique et vidange de la vessie



Figure 21 : Retrait du guide métallique et ponction de l'urine (Photographies Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).

Une fois le repère atteint, une main maintient la sonde à sa place tandis que l'autre extrait le guide métallique de la sonde. De l'urine doit alors s'écouler de l'extrémité libre de la sonde. Si ce n'est pas le cas, il est conseillé de procéder à un contrôle échographique de la vessie afin de rectifier la position de la sonde. Une fois en place, une vidange de la vessie peut être réalisée par ponction de l'urine avec une seringue (Figure 21).

Étape 8 : Fixation de la sonde



Figure 22 : Fixation de la sonde urinaire au fourreau (Photographies Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).

Un point d'appui est réalisé sur l'extrémité du fourreau en s'assurant de ne pas traverser la muqueuse urétrale. Puis la sonde est fixée au moyen d'un laçage chinois (alternance : nœud simple d'un côté, croisement de l'autre) (Figure 22).



Figure 23 : Fixation de la sonde urinaire à l'abdomen (Photographie Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).

Afin de garantir un bon maintien de la sonde, des points de suture ou des agrafes peuvent être ajoutés en regard de l'abdomen (Figure 23).

Étape 9 : Mise en place du système de collecte des urines



Figure 24 : Mise en place du système de collecte des urines (Photographie Johanna SALAMA, SIAMU, juin 2020).

La sonde est ensuite branchée à l'adaptateur universel, lui-même relié à un prolongateur. Le tout est raccordé à une poche à urines, positionnée en contrebas de l'animal (Figure 24). Ce système de collecte des urines doit être **vidé toutes les 4 heures**.

Étape 10 : Mise en place d'une collerette

Cette étape est primordiale, sans quoi l'animal pourra ôter sa sonde.

2. La rétro-hydropulsion de calculs urétraux : protocole

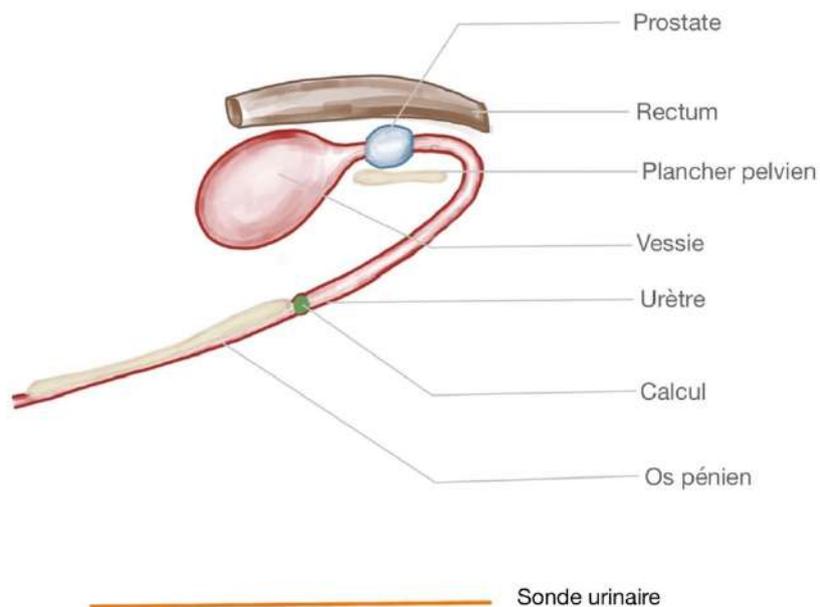


Figure 25 : Schéma d'un calcul urétral obstructif (Audrey Lucas, 2021)

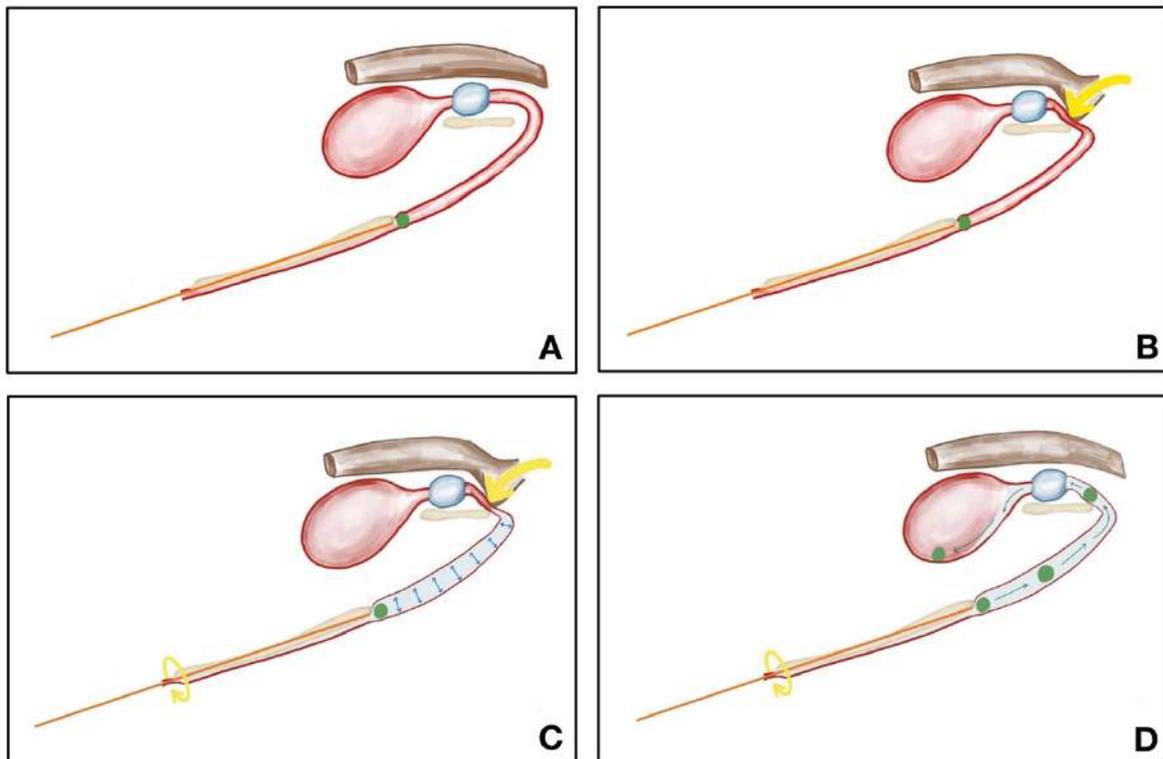


Figure 26 : Schéma de la procédure de rétro-hydropulsion d'un calcul urétral (Audrey LUCAS, 2021).

Cette procédure nécessite deux opérateurs. Les **étapes 1 à 5** sont **identiques** à celles du sondage urinaire.

Étape 6 : Insertion de la sonde

Une sonde urinaire, de diamètre le plus large possible, est placée par voie rétrograde jusqu'au site d'obstruction (Figure 26 A). L'extrémité libre du pénis est pincée afin d'assurer l'étanchéité entre la sonde et l'extrémité de l'urètre. Une seringue contenant du liquide physiologique stérile (mêlé avec un lubrifiant aqueux voire un anesthésique local) est branchée à la sonde urinaire.

Étape 7 : Compression transrectale

Le second opérateur insère son doigt par voie transrectale et vient comprimer l'urètre pelvien contre le plancher pelvien à travers la paroi ventrale du rectum (Figure 26 B).

Étape 8 : Dilatation de l'urètre

Le premier opérateur injecte le liquide de manière à augmenter la pression intra-urétrale et forcer la dilatation de l'urètre (Figure 26 C).

Étape 9 : Pulsion des calculs

Une fois la distension de l'urètre nettement perçue par le second opérateur, de dernier relâche brusquement la compression pendant que le premier opérateur continue d'injecter du liquide. Grâce à la pression exercée ainsi qu'à la dilatation de l'urètre, les calculs sont repoussés en direction de la vessie (Figure 26 D).

Souvent, la première tentative est concluante. Cependant, dans certaines situations, les lithiases ne bougent pas, ou ne se déplacent que sur une courte distance. Dans ce cas, il peut être nécessaire de répéter la procédure plusieurs fois avant que toutes les lithiases n'atteignent la lumière vésicale.

C. La simulation : un support pédagogique complémentaire

Afin de mettre en avant l'intérêt de développer un modèle de sondage urinaire de chien, nous avons réalisé une enquête auprès des étudiants de VetAgro Sup, Campus Vétérinaire. Ce sondage (Annexe 2), envoyé par mail à l'ensemble des étudiants de la première à la cinquième année, avait pour objectif d'évaluer le pourcentage d'étudiant ayant vu ou fait un sondage urinaire ainsi qu'une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle en fonction de leur année d'étude, ainsi que leur aisance vis-à-vis de ces deux procédures.

1. Résultats d'une enquête auprès des étudiants vétérinaires

Le sondage a été envoyé par mail le 14/05/2021 aux **étudiants de la 1^{ère} à la 5^{ème} année**. Cela correspondait à l'envoi de **773** sondages, comprenant **14** questions (Annexe 2).

221 sondages ont été récoltés complets, soit un **taux de réponse de 28,6 %**. Parmi les répondants on compte :

- **35** étudiants de **1^{ère}** année
- **39** étudiants de **2^{ème}** année
- **63** étudiants de **3^{ème}** année
- **45** étudiants de **4^{ème}** année
- **39** étudiants de **5^{ème}** année (toutes filières confondues).

Le tableau en annexe 3 récapitule l'ensemble des résultats de l'enquête.

1.1 Résultats

1.1.1 Question 1 : « As-tu déjà assisté au sondage urinaire d'un chien mâle ? »

$\frac{133}{221}$ (**60,2 %**) de tous les étudiants, toutes années confondues, déclare avoir déjà assisté à un sondage urinaire sur un chien mâle. Ce qui représente :

- $\frac{11}{35}$ (**31,4 %**) des étudiants de **1^{ère}** année
- $\frac{16}{39}$ (**47 %**) des étudiants de **2^{ème}** année
- $\frac{30}{63}$ (**47,6 %**) des étudiants de **3^{ème}** année
- $\frac{40}{45}$ (**88,8 %**) des étudiants de **4^{ème}** année
- $\frac{36}{39}$ (**92,3 %**) des étudiants de **5^{ème}** année.

1.1.2 Question 2 : « Si oui, dans quel contexte ? »

Parmi les étudiants ayant déjà assisté à un sondage urinaire sur un chien mâle, $\frac{120}{133}$ (90,2 %) d'entre eux déclare en avoir vu au moins un en stage. Ce qui représente :

- $\frac{11}{11}$ (100 %) des étudiants de 1^{ère} année ayant déjà assisté à un sondage urinaire
- $\frac{16}{16}$ (100 %) des étudiants de 2^{ème} année ayant déjà assisté à un sondage urinaire
- $\frac{30}{30}$ (100 %) des étudiants de 3^{ème} année ayant déjà assisté à un sondage urinaire
- $\frac{35}{40}$ (87,5 %) des étudiants de 4^{ème} année ayant déjà assisté à un sondage urinaire
- $\frac{28}{36}$ (77,7 %) des étudiants de 5^{ème} année ayant déjà assisté à un sondage urinaire.

Parmi les étudiants ayant déjà assisté à un sondage urinaire sur un chien mâle, $\frac{58}{133}$ (43,6 %) d'entre eux déclare en avoir vu au moins un à l'école. Ce qui représente :

- $\frac{0}{11}$ (0 %) des étudiants de 1^{ère} année ayant déjà assisté à un sondage urinaire
- $\frac{0}{16}$ (0 %) des étudiants de 2^{ème} année ayant déjà assisté à un sondage urinaire
- $\frac{0}{30}$ (0 %) des étudiants de 3^{ème} année ayant déjà assisté à un sondage urinaire
- $\frac{30}{40}$ (75 %) des étudiants de 4^{ème} année ayant déjà assisté à un sondage urinaire
- $\frac{28}{36}$ (77,7 %) des étudiants de 5^{ème} année ayant déjà assisté à un sondage urinaire.

1.1.3 Question 3 : « As-tu déjà réalisé le sondage urinaire d'un chien mâle ? »

$\frac{66}{221}$ (29,9 %) de tous les étudiants, toutes années confondues, déclare avoir déjà réalisé un sondage urinaire sur un chien mâle. Ce qui représente :

- $\frac{3}{35}$ (8,6 %) des étudiants de 1^{ère} année
- $\frac{4}{39}$ (10,2 %) des étudiants de 2^{ème} année
- $\frac{10}{63}$ (15,9 %) des étudiants de 3^{ème} année
- $\frac{22}{45}$ (48,9 %) des étudiants de 4^{ème} année
- $\frac{27}{39}$ (69,2 %) des étudiants de 5^{ème} année.

1.1.4 Question 4 : « Si oui, dans quel contexte ? »

Parmi les étudiants ayant déjà réalisé un sondage urinaire sur un chien mâle, $\frac{45}{66}$ (68,2 %) d'entre eux déclare en avoir fait au moins un en stage. Ce qui représente :

- $\frac{3}{3}$ (100 %) des étudiants de 1^{ère} année ayant déjà réalisé un sondage urinaire
- $\frac{4}{4}$ (100 %) des étudiants de 2^{ème} année ayant déjà réalisé un sondage urinaire
- $\frac{10}{10}$ (100 %) des étudiants de 3^{ème} année ayant déjà réalisé un sondage urinaire
- $\frac{11}{22}$ (50 %) des étudiants de 4^{ème} année ayant déjà réalisé un sondage urinaire
- $\frac{17}{27}$ (62,9 %) des étudiants de 5^{ème} année ayant déjà réalisé un sondage urinaire.

Parmi les étudiants ayant déjà réalisé un sondage urinaire sur un chien mâle, $\frac{35}{66}$ (53 %) d'entre eux déclare en avoir fait au moins un à l'école. Ce qui représente :

- $\frac{0}{3}$ (0 %) des étudiants de 1^{ère} année ayant déjà réalisé un sondage urinaire
- $\frac{0}{4}$ (0 %) des étudiants de 2^{ème} année ayant déjà réalisé un sondage urinaire

- $\frac{0}{10}$ (**0 %**) des étudiants de 3^{ème} année ayant déjà réalisé un sondage urinaire
- $\frac{14}{22}$ (**63,6 %**) des étudiants de 4^{ème} année ayant déjà réalisé un sondage urinaire
- $\frac{22}{27}$ (**81,5 %**) des étudiants de 5^{ème} année ayant déjà réalisé un sondage urinaire.

1.1.5 Question 5 : « Te sens-tu à l'aise avec ce geste ? (Sondage urinaire)

Sur une **échelle de 1 à 5**, en moyenne, les étudiants, de toutes les années confondues, évaluent leur aisance sur le sondage urinaire du chien mâle à **1,80**. En moyenne, pour ce geste :

- les étudiants de 1^{ère} année évaluent leur aisance à **1,10**
- les étudiants de 2^{ème} année évaluent leur aisance à **1,23**
- les étudiants de 3^{ème} année évaluent leur aisance à **1,39**
- les étudiants de 4^{ème} année évaluent leur aisance à **2,00**
- les étudiants de 5^{ème} année évaluent leur aisance à **3,31**.

1.1.6 Question 6 : « Vois-tu l'intérêt de l'ajout dans la salle de simulation d'un mannequin pédagogique permettant l'apprentissage du sondage urinaire du chien mâle ? »

$\frac{216}{221}$ (**97,7 %**) de tous les étudiants, toutes années confondues, déclare voir un intérêt à l'ajout dans la salle de simulation d'un mannequin pédagogique permettant l'apprentissage du sondage urinaire du chien mâle. Ce qui représente :

- $\frac{35}{35}$ (**100 %**) des étudiants de 1^{ère} année
- $\frac{39}{39}$ (**100 %**) des étudiants de 2^{ème} année
- $\frac{62}{63}$ (**98,4 %**) des étudiants de 3^{ème} année
- $\frac{45}{45}$ (**100 %**) des étudiants de 4^{ème} année
- $\frac{35}{39}$ (**89,7 %**) des étudiants de 5^{ème} année.

1.1.7 Question 7 : « Serais-tu prêt à te rendre volontairement en salle de simulation pour apprendre ce geste sur un mannequin pédagogique ? » (Sondage urinaire)

$\frac{199}{221}$ (**90 %**) de tous les étudiants, toutes années confondues, déclare être prêt à se rendre volontairement en salle de simulation pour apprendre ce geste sur un mannequin pédagogique. Ce qui représente :

- $\frac{33}{35}$ (**94,3 %**) des étudiants de 1^{ère} année
- $\frac{38}{39}$ (**97,4 %**) des étudiants de 2^{ème} année
- $\frac{59}{63}$ (**93,7 %**) des étudiants de 3^{ème} année
- $\frac{42}{45}$ (**93,3 %**) des étudiants de 4^{ème} année
- $\frac{27}{39}$ (**69,2 %**) des étudiants de 5^{ème} année.

1.1.8 Question 8 : « As-tu déjà assisté à une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle ? »

$\frac{32}{221}$ (14,5 %) de tous les étudiants, toutes années confondues, déclare avoir déjà assisté à une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle. Ce qui représente :

- $\frac{1}{35}$ (2,8 %) des étudiants de 1^{ère} année
- $\frac{4}{39}$ (10,3 %) des étudiants de 2^{ème} année
- $\frac{4}{63}$ (6,4 %) des étudiants de 3^{ème} année
- $\frac{8}{45}$ (17,8 %) des étudiants de 4^{ème} année
- $\frac{15}{39}$ (38,5 %) des étudiants de 5^{ème} année.

1.1.9 Question 9 : « Si oui, dans quel contexte ? »

Parmi les étudiants ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle, $\frac{26}{32}$ (81,2 %) d'entre eux déclare en avoir vu au moins une en stage. Ce qui représente :

- $\frac{1}{1}$ (100 %) des étudiants de 1^{ère} année ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion
- $\frac{4}{4}$ (100 %) des étudiants de 2^{ème} année ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion
- $\frac{3}{4}$ (75 %) des étudiants de 3^{ème} année ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion
- $\frac{5}{8}$ (62,5 %) des étudiants de 4^{ème} année ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion
- $\frac{13}{15}$ (77,7 %) des étudiants de 5^{ème} année ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion.

Parmi les étudiants ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle, $\frac{13}{32}$ (40,6 %) d'entre eux déclare en avoir vu au moins une à l'école. Ce qui représente :

- $\frac{0}{1}$ (0 %) des étudiants de 1^{ère} année ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion
- $\frac{0}{4}$ (0 %) des étudiants de 2^{ème} année ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion
- $\frac{1}{4}$ (25 %) des étudiants de 3^{ème} année ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion
- $\frac{3}{8}$ (37,5 %) des étudiants de 4^{ème} année ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion
- $\frac{9}{15}$ (60 %) des étudiants de 5^{ème} année ayant déjà assisté à une rétro-hydropulsion.

1.1.10 Question 10 : « As-tu déjà réalisé une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle ? »

$\frac{6}{221}$ (2,7 %) de tous les étudiants, toutes années confondues, déclare avoir déjà réalisé une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle. Ce qui représente :

- $\frac{0}{35}$ (0 %) des étudiants de 1^{ère} année
- $\frac{0}{39}$ (0 %) des étudiants de 2^{ème} année
- $\frac{0}{63}$ (0 %) des étudiants de 3^{ème} année
- $\frac{1}{45}$ (2,2 %) des étudiants de 4^{ème} année
- $\frac{5}{39}$ (12,8 %) des étudiants de 5^{ème} année.

1.1.11 Question 11 : « Si oui, dans quel contexte ? »

Parmi les étudiants ayant déjà réalisé une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle, $\frac{6}{6}$ (**100 %**) d'entre eux déclare en avoir vu au moins une en stage.

Parmi les étudiants ayant déjà réalisé une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle, $\frac{0}{6}$ (**0 %**) d'entre eux déclare en avoir vu au moins une à l'école.

1.1.12 Question 12 : « Te sens-tu à l'aise avec ce geste ? (Rétro-hydropulsion)

Sur une **échelle de 1 à 5**, en moyenne, les étudiants, de toutes les années confondues, évaluent leur aisance sur la rétro-hydropulsion de calcul urétral sur le chien mâle à **1,30**. En moyenne, pour ce geste :

- les étudiants de **1^{ère}** année évaluent leur aisance à **1,06**
- les étudiants de **2^{ème}** année évaluent leur aisance à **1,03**
- les étudiants de **3^{ème}** évaluent leur aisance à **1,11**
- les étudiants de **4^{ème}** année évaluent leur aisance à **1,24**
- les étudiants de **5^{ème}** année évaluent leur aisance à **2,05**.

1.1.13 Question 13 : « Vois-tu l'intérêt de l'ajout dans la salle de simulation d'un mannequin pédagogique permettant l'apprentissage de la rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle ? »

$\frac{217}{221}$ (**98,2 %**) de tous les étudiants, toutes années confondues, déclare voir un intérêt à l'ajout dans la salle de simulation d'un mannequin pédagogique permettant l'apprentissage de la rétro-hydropulsion de calcul urétral chez le chien mâle. Ce qui représente :

- $\frac{35}{35}$ (**100 %**) des étudiants de **1^{ère}** année
- $\frac{39}{39}$ (**100 %**) des étudiants de **2^{ème}** année
- $\frac{62}{63}$ (**98,4 %**) des étudiants de **3^{ème}** année
- $\frac{44}{45}$ (**97,8 %**) des étudiants de **4^{ème}** année
- $\frac{37}{39}$ (**94,9 %**) des étudiants de **5^{ème}** année.

1.1.14 Question 14 : « Serais-tu prêt à te rendre volontairement en salle de simulation pour apprendre ce geste sur un mannequin pédagogique ? » (Rétro-hydropulsion)

$\frac{204}{221}$ (**92,3 %**) de tous les étudiants, toutes années confondues, déclare être prêt à se rendre volontairement en salle de simulation pour apprendre ce geste sur un mannequin pédagogique. Ce qui représente :

- $\frac{33}{35}$ (**94,3 %**) des étudiants de **première** année
- $\frac{38}{39}$ (**97,4 %**) des étudiants de **deuxième** année
- $\frac{59}{63}$ (**93,7 %**) des étudiants de **troisième** année
- $\frac{42}{45}$ (**93,3 %**) des étudiants de **quatrième** année
- $\frac{32}{39}$ (**82 %**) des étudiants de **cinquième** année.

1.2 Synthèse des résultats du sondage et intérêt du modèle de simulation

Afin de mieux interpréter ces résultats, rappelons que l'entrée en clinique des étudiants débutent à mi-temps en 3^{ème} année et que la totalité des étudiants de 4^{ème} et 5^{ème} année sont en immersion totale dans les cliniques (ou en stage). Les stages dans les structures extérieures à l'école débutent dès la 1^{ère} année et se poursuivent jusqu'en 5^{ème} année. Ainsi il va de soi que l'exposition des étudiants de la 1^{ère} à la 3^{ème} année à ces deux gestes est plus aléatoire car elle ne dépend que des expériences faites en stage. De ce fait, le taux d'exposition des étudiants de la 1^{ère} à la 3^{ème} année à ces gestes est largement inférieur à celui des années supérieures.

Concernant le sondage urinaire, environ **90 % des étudiants de 5^{ème} année** sont familiers de ce geste et environ **70 %** d'entre eux l'ont déjà réalisé. Le taux d'exposition moyen des étudiants à ce geste est élevé, que ce soit en stage ou à l'école. La moyenne d'aisance des étudiants concernant ce geste ne dépasse pas la note de **3,3/5**.

Concernant la rétro-hydropulsion, **moins de 40 % des étudiants de 5^{ème} année** sont familiers de ce geste et **moins de 15 %** d'entre eux l'ont déjà réalisé. Le taux d'exposition moyen des étudiants à ce geste est faible, et il est plus élevé en stage qu'à l'école. La moyenne d'aisance des étudiants concernant ce geste ne dépasse pas la note de **2/5**.

Environ **98 % des étudiants** voit l'intérêt de l'élaboration d'un tel modèle de simulation offrant la possibilité de réaliser les deux procédures décrites précédemment et près de **90 %** d'entre eux serait prêt à se former volontaire sur ce mannequin.

Ces résultats démontrent l'importance de la mise en place d'un modèle de simulation destiné à l'apprentissage du sondage urinaire et de la rétro-hydropulsion. Idéalement, les étudiants devraient être soumis à un passage obligatoire sur ces deux ateliers dès la 1^{ère} ou 2^{ème} année. Cela permettrait d'optimiser leur apprentissage et de tirer un meilleur bénéfice de leur première expérience sur animal vivant, le tout combiné à une meilleure aisance. L'objectif serait d'atteindre un taux d'exposition à ces gestes (animal vivant et modèle de simulation confondus) de 100 % en sortie d'école.

2. Les objectifs du modèle de simulation

L'enquête réalisée auprès des étudiants de VetAgro Sup Campus Vétérinaire met en exergue un besoin mais également une envie de leur part de recevoir une formation complémentaire sur les deux procédures décrites précédemment. Le modèle offrira deux ateliers distincts, lesquels sont pensés en réponse à ces attentes.

Le premier objectif est purement théorique : il s'agit de découvrir pour certains, ou de revoir pour d'autres, la démarche théorique à suivre pour la réalisation d'un sondage urinaire et d'une rétro-hydropulsion de calculs urétraux. Cet objectif regroupe également une étape de familiarisation de l'étudiant avec l'anatomie du chien ainsi que le matériel nécessaire.

Le deuxième objectif est purement pratique : il s'agit d'apprendre aux étudiants à maîtriser la technique à employer pour la réalisation de ces deux gestes en leur offrant la possibilité de s'entraîner sur un mannequin se rapprochant le plus possible de la réalité. Rappelons également que, dans le cadre de ces procédures nécessitant de bonnes conditions de stérilité, l'entraînement et l'éducation du personnel vétérinaire sont la clef pour limiter le risque de complications.

L'objectif final de ce travail est donc d'offrir aux étudiants de VetagroSup, un support pédagogique supplémentaire au sein de la salle de simulation Vetskills, lequel sera mis à disposition en libre accès. Après évaluation et validation du modèle par plusieurs opérateurs, et selon le besoin des responsables de ce module, son utilisation pourra être intégrée aux évaluations des étudiants de 2^{ème} et 3^{ème} année.

TROISIEME PARTIE - CONCEPTION DU MODÈLE DE SIMULATION ET DISCUSSION

Après avoir démontré l'intérêt de l'existence d'un tel modèle de simulation, l'attention se porte maintenant sur sa conception. Cette partie se découpe en quatre temps : une phase de réflexion autour des caractéristiques anatomiques et fonctionnelles du modèle menant à l'élaboration de son prototype, une phase de conception à proprement dite, une phase de description des ateliers puis une phase de discussion qui rassemblent les limites du modèle ainsi que les améliorations possibles.

A. Le « cahier des charges »

Les caractéristiques anatomiques et fonctionnelles du modèle sont réfléchies en lien avec les objectifs attendus.

1. Les caractéristiques physiologiques du modèle

1.1 Espèce

Le choix est fait de centrer le sujet sur l'**espèce canine**.

1.2 Sexe

Le modèle choisi est de type « **mâle** ». Les appareils uro-génitaux du mâle et de la femelle étant de conformations différentes, les techniques utilisées ainsi que les difficultés rencontrées lors du sondage urinaire des animaux de chaque sexe sont distinctes. L'apprentissage des techniques de sondage doit se faire sur deux mannequins différents. L'appareil uro-génital long et sinueux du chien mâle le prédispose aux affections urétrales obstructives ou sub-obstructives et met en exergue la pertinence du choix du sexe du mannequin. De plus, la rétro-hydropulsion est réalisée exclusivement chez les individus mâles.

1.3 Âge

L'âge du chien n'est pas défini avec précision, toutefois les caractéristiques physiques du modèle sont celles d'un chien **jeune adulte** ayant atteint la maturité sexuelle. Ainsi les organes sexuels sont complètement développés et la prostate est en position pelvienne.

1.4 « Statut reproducteur »

Le modèle est un animal type « **animal stérilisé** » : les testicules ne seront pas représentés. Certaines affections urétrales obstructives semblent avoir une prévalence plus élevée chez les chiens mâles entiers, pour autant aucune caractéristique purement anatomique n'est à l'origine de ce constat. Ainsi l'absence de testicule ne réduit pas le réalisme anatomique du mannequin ni sa pertinence.

2. Les caractéristiques physiques du modèle

2.1 Taille

Afin de s'affranchir des difficultés de sondage liées à la taille du chien et de se concentrer sur la maîtrise du geste en lui-même, les dimensions du modèle doivent être celles d'un chien de race moyenne à grande. Un chien mâle type **Labrador de 20-25kg** correspond à ces attentes.

2.2 Chien entier VS demi-chien

Les structures anatomiques intervenant dans la procédure de sondage urinaire sont situées caudalement au diaphragme, l'organe le plus crânial étant la vessie. Par souci de simplicité, l'avant-train du chien n'est pas modélisé. Le modèle final représente un « demi-chien » coupé transversalement au centre de la cage thoracique.

2.3 Position

Le sondage urinaire du chien mâle peut se réaliser indifféremment sur animal debout ou en décubitus latéral. Afin de faciliter les choix de construction, le modèle est placé en **décubitus latéral droit**.

2.4 Niveau de réalisme

Les difficultés techniques du sondage urinaire du chien mâle découlent principalement des particularités anatomiques de ses voies urinaires, ainsi le mannequin doit présenter un niveau de réalisme élevé afin de mimer au mieux ces difficultés. Les organes du bas appareil urinaire sont modélisés par des matériaux et une géométrie permettant de mimer au mieux les sensations ressenties lors d'une situation réelle.

La rétro-hydropulsion fait intervenir la partie distale du tube digestif. La partie distale du colon, le rectum et l'anus du chien sont modélisés dans le but de réaliser une compression de l'urètre par voie transrectale.

L'optimisation de l'attractivité du mannequin passe par une géométrie ainsi qu'une esthétique se rapprochant le plus possible de la réalité.

3. Les caractéristiques fonctionnelles du modèle

Les compétences qui doivent être validées à l'issue de cet atelier de simulation conditionnent les caractéristiques fonctionnelles du mannequin. Ces compétences découlent directement des objectifs fixés. Ci-après, ces compétences sont listées selon un ordre chronologique correspondant à celui de la procédure du sondage urinaire puis de la rétro-hydropulsion. A chaque compétence est associé un choix technique précis de conception du mannequin.

3.1 La préparation (Tableau III)

Tableau III : Caractéristiques fonctionnelles du mannequin pédagogique et choix de conception en lien avec l'étape de préparation

PREPARATION	ETAPE 1 : PREPARATION DU MATERIEL	
	Compétence	Choisir le matériel adéquat pour réaliser un sondage urinaire sur un chien mâle de type Labrador de 20-25 kg
	Conception	Mise à disposition de matériel indispensable et de matériel non nécessaire
	ETAPE 2 : PREPARATION DE L'ANIMAL	
	Compétence	Réaliser un nettoyage stérile de la zone du fourreau centré sur le méat urinaire
	Conception	<ul style="list-style-type: none"> - Plateau de scrub, compresses, Chlorhexidine solution à disposition. - Fourreau et pénis lavables - Articulation coxo-fémorale du membre pelvien sus-jacent (gauche) fonctionnelle permettant une extension de la hanche et/ou une abduction du membre
	ETAPE 3 : PREPARATION DE L'OPERATEUR	
	Compétence	Mettre des gants stériles
	Conception	Lavabo, Chlorhexidine savon et gants stériles à disposition

3.1 Le sondage urinaire (Tableau IV)

Tableau IV : Caractéristiques fonctionnelles du mannequin pédagogique et choix de conception en lien avec l'étape du sondage urinaire

SONDAGE URINAIRE	ÉTAPE 1 : MESURE DE LA SONDE URINAIRE	
	Compétence	Estimer avec précision puis repérer la longueur nécessaire au sondage de la vessie et lubrifier la sonde en respectant les conditions de stérilité
	Conception	<ul style="list-style-type: none"> - Sonde urinaire graduée - Mannequin proportionné aux dimensions réelles et bas appareil urinaire en position physiologique permettant une estimation à l'aveugle valide du trajet de l'urètre (du méat urinaire à la vessie en passant par l'arc ischiatique)
	ÉTAPE 2 : CONTENTION DU PÉNIS	
	Compétence	Extérioriser et maintenir le pénis avec une seule main en respectant les conditions de stérilité
	Conception	<ul style="list-style-type: none"> - Fourreau flexible et rétractable pouvant glisser librement sur le pénis - Système mimant les muscles rétracteurs du pénis - Pénis de texture glissante et contenant un os pénien facilitant sa contention
	ÉTAPE 3 : INSERTION DE LA SONDE ET PROGRESSION AU SEIN DE L'URÈTRE	
	Compétence	Insérer la sonde dans le méat urinaire et progresser le long du trajet de l'urètre en s'émancipant des obstacles physiologiques (os pénien et arc ischiatique)
	Conception	<ul style="list-style-type: none"> - Matérialisation de l'os pénien dans un matériau résistant - Matérialisation de l'urètre par une structure tubulaire étroite, souple et élastique, dont le matériau engendre des forces de frottements raisonnables lors du passage de la sonde et autorise une trajectoire courbe en regard du bassin - Matérialisation du bassin dans un matériau résistant
	ÉTAPE 4 : PASSAGE DE LA VESSIE ET VIDANGE DE L'URINE	
	Compétence	Insérer la sonde jusqu'à atteindre la vessie, ôter le guide métallique et ponctionner l'urine
	Conception	<ul style="list-style-type: none"> - Vessie matérialisée par une poire munie d'un clapet anti-retour ne permettant la ponction de l'urine qu'une fois la sonde insérée dans l'enceinte de la vessie - Vessie contenant un liquide coloré en jaune mimant de l'urine

3.2 La rétro-hydropulsion (Tableau V)

Contrairement au sondage urinaire simple, la rétro-hydropulsion nécessite l'intervention de deux opérateurs. Les étapes de préparation sont identiques à celles décrites précédemment. Le matériel doit être complété avec une **paire de gants non stériles** pour le second opérateur ainsi qu'une **solution stérile de sérum physiologique et de gel lubrifiant**.

Tableau V : Caractéristiques fonctionnelles du mannequin pédagogique et choix de conception en lien avec l'étape de rétro-hydropulsion

RÉTRO-HYDROPULSION	ÉTAPE 1 : MESURE DE LA SONDE URINAIRE	
	Compétence	IDEM PRÉCÉDEMMENT
	Conception	
	ÉTAPE 2 : CONTENTION DU PÉNIS	
	Compétence	IDEM PRÉCÉDEMMENT
	Conception	
	ÉTAPE 3 : INSERTION DE LA SONDE ET PROGRESSION AU SEIN DE L'URÈTRE	
	Compétence	IDEM PRÉCÉDEMMENT
	Conception	
	ÉTAPE 4 : BUTÉE CONTRE LE CALCUL URINAIRE	
	Compétence	<u>Opérateur 1</u> : reconnaître la résistance et le crissement engendrés par la butée contre le calcul urinaire
	Conception	- Calcul urinaire matérialisé par un élément de consistance dure et de diamètre suffisamment grand pour générer une résistance au passage de la sonde dans l'urètre
	ETAPE 5 : LA RETROHYDROPULSION DU CALCUL JUSQU'À LA VESSIE	
	Compétences	<p><u>Opérateur 1</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Respecter les conditions de stérilité - Après avoir retiré le guide métallique, insérer une seringue remplie d'une solution stérile dans l'extrémité libre de la sonde et réaliser l'étanchéité entre la sonde et la partie distale de l'urètre avec la seconde main - Injecter la solution dans la sonde en se coordonnant avec l'opérateur 2 <p><u>Opérateur 2</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Après lubrification, insérer un doigt dans le rectum du mannequin, repérer l'urètre et le presser contre le plancher du bassin, - Relâcher la compression après que l'opérateur 1 a injecté le fluide sous pression <p>NB : Répéter l'opération tant que le calcul n'a pas atteint la vessie</p>
	Conception	<ul style="list-style-type: none"> - Matérialisation du rectum par une structure tubulaire étroite et fine permettant la palpation de l'urètre sous-jacent - Le matériau constituant l'urètre doit présenter une certaine élasticité permettant sa dilatation et la progression du calcul après injection de fluide sous pression - Calcul urinaire de géométrie et de texture adaptée pour progresser dans l'urètre grâce à la force du fluide sous pression - Vessie avec ouverture permettant l'extraction des calculs à la fin de l'atelier
	ETAPE 6 : PASSAGE DE LA VESSIE ET VIDANGE DE L'URINE	
	Compétence	IDEM PRECEDEMMENT
	Conception	

3.3 La fixation de la sonde et la mise en place du système de collecte des urines (Tableau VI)

Tableau VI : Caractéristiques fonctionnelles du mannequin pédagogique et choix de conception en lien avec les étapes de fixation de la sonde et de mise en place du système de collecte des urines

SONDAGE URINAIRE	ÉTAPE 1 : RÉALISATION D'UN POINT D'ANCRAGE DANS LE FOURREAU	
	Compétence	Réaliser un point d'ancrage, égaliser les chefs et réaliser un nœud
	Conception	- Présence d'un point d'ancrage fixe à l'extrémité du fourreau, afin de limiter son usure - Le point d'ancrage permanent sert de départ à la réalisation du point d'ancrage
	ÉTAPE 2 : RÉALISATION D'UN LAÇAGE CHINOIS	
	Compétence	Réaliser un laçage chinois autour de la sonde
	Conception	Notice pour aide à la réalisation d'un laçage chinois
	ÉTAPE 3 : MISE EN PLACE DU SYSTÈME DE COLLECTE DES URINES	
	Compétence	Savoir assembler les différents éléments du système de collecte des urines
	Conception	Notice d'aide à l'assemblage du système de collecte des urines
	ÉTAPE 4 : PASSAGE DE LA VESSIE ET VIDANGE DE L'URINE	
	Compétence	Insérer la sonde jusqu'à atteindre la vessie, ôter le guide métallique et ponctionner l'urine
	Conception	- Vessie matérialisée par une poire munie d'un clapet anti-retour ne permettant la ponction de l'urine qu'une fois la sonde insérée dans l'enceinte de la vessie - Vessie contenant un liquide coloré en jaune mimant de l'urine

3.4 Le sondage urinaire/ la rétrohydropulsion « en toute visibilité »

Afin de **familiariser** les étudiants avec l'anatomie de l'appareil urinaire du chien mâle ainsi que de faciliter la **mentalisation** de ces actes, ce mannequin offre également la possibilité de réaliser le sondage urinaire ainsi que la rétro-hydropulsion en visualisant directement les différents organes impliqués.

Le membre pelvien sus-jacent (gauche) peut être désolidarisé du reste du mannequin, laissant apparaître une fenêtre offrant une vision sur le trajet de l'urètre entre la partie proximale du fourreau et la vessie ainsi que sur la vessie elle-même. Pour ce faire, l'articulation coxo-fémorale sus-jacente est assurée par un système d'emboîtement permettant le retrait complet du membre sus-jacent. De plus, le trajet de l'urètre est élaboré dans un matériau translucide offrant une visibilité sur la sonde et les calculs.

4. Schémas récapitulatifs

Ci-après, deux schémas récapitulant les caractéristiques du prototype. Le premier schéma (Figure 27) offre un aperçu des caractéristiques anatomiques attendues tandis que le second schéma (Figure 28) décrit les caractéristiques fonctionnelles.

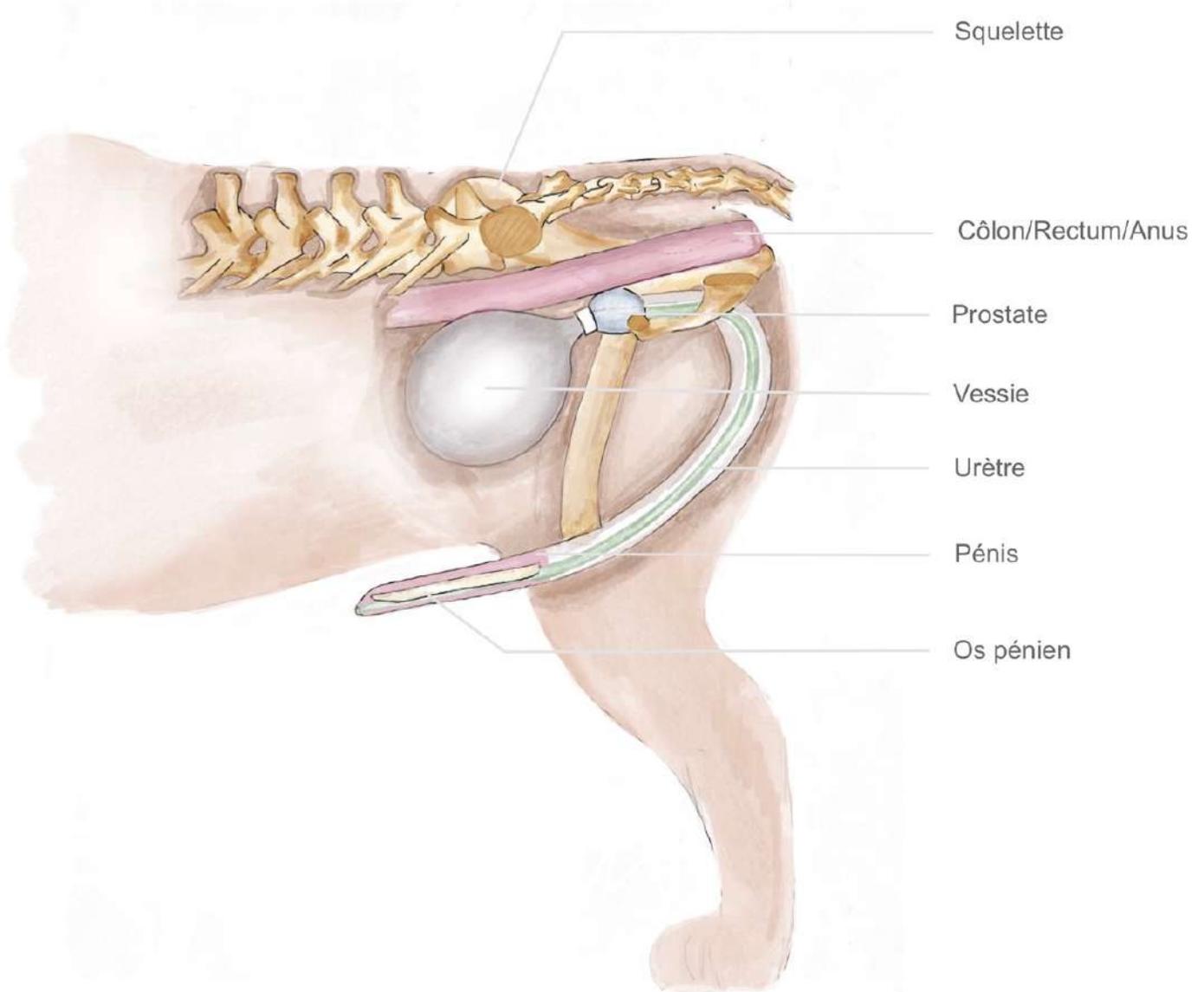


Figure 27 : Schéma anatomique du prototype, (Audrey LUCAS, 2021).

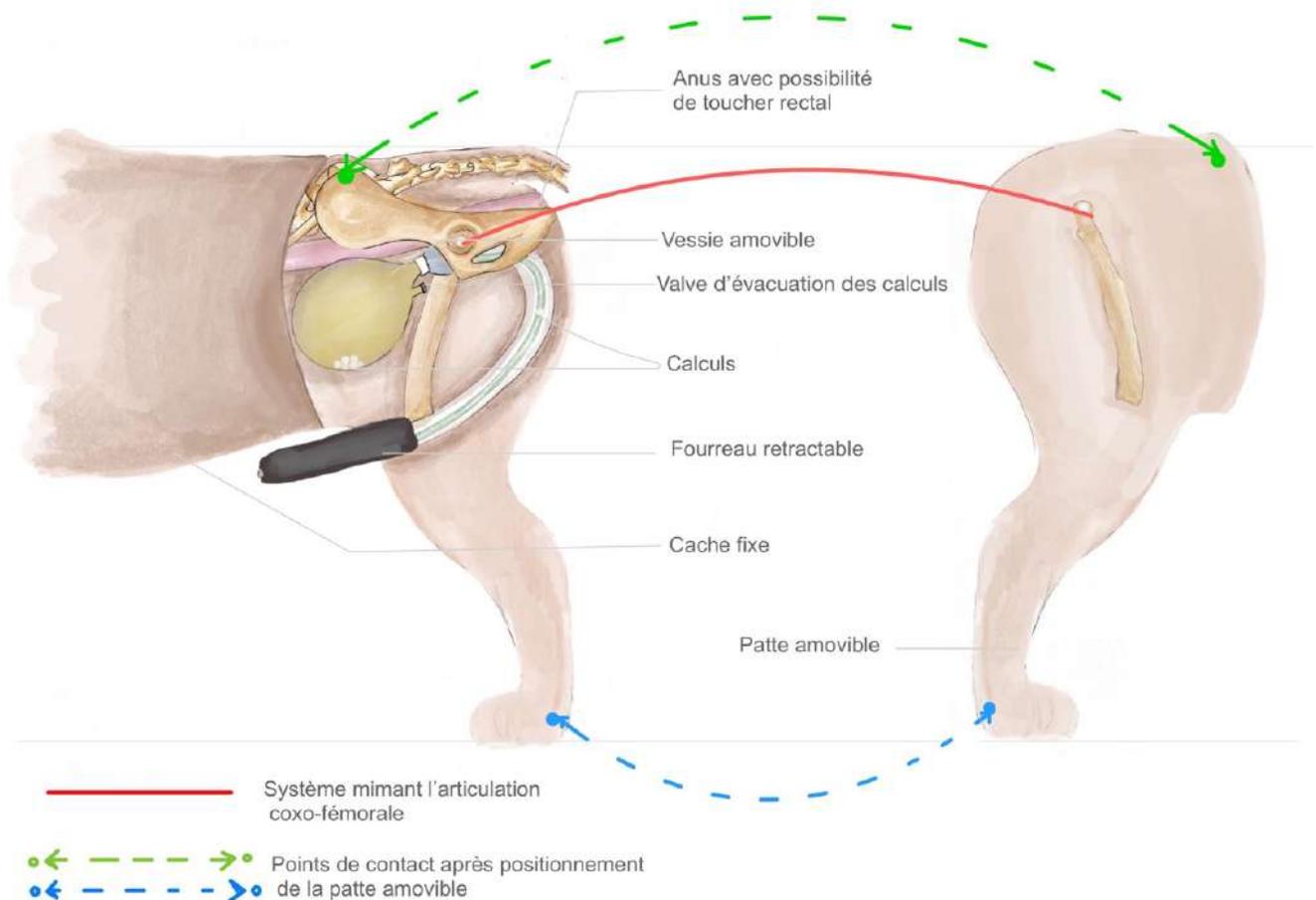


Figure 28 : Schéma fonctionnel du prototype, (Audrey LUCAS, 2021).

B. L'élaboration du mannequin

Cette partie décrit les **étapes de la conception** du modèle selon un ordre chronologique. Les matériaux et méthodes ont été choisis de telle sorte à coïncider le mieux possible avec les caractéristiques anatomiques et fonctionnelles attendues.

1. Matériel et méthode

1.1 La conception du support

1.1.1 La structure

Les **dimensions** choisies sont celles d'un mannequin « modèle » présent en salle de simulation : **Hauteur= 45cm x Largeur= 18cm (type Labrador d'environ 25kg)** (Figure 29).



Figure 29 : Mannequin « modèle » (Photographie Audrey LUCAS, 2021).

La **structure** du mannequin est découpée au cutter dans des **panneaux de polystyrène extrudé XPS SOPREMA** (1,25x0,6m, Ep=100mm). Les reliefs et détails sont reproduits par **ponçage manuel** du polystyrène avec du papier de verre (grain = 120mg).

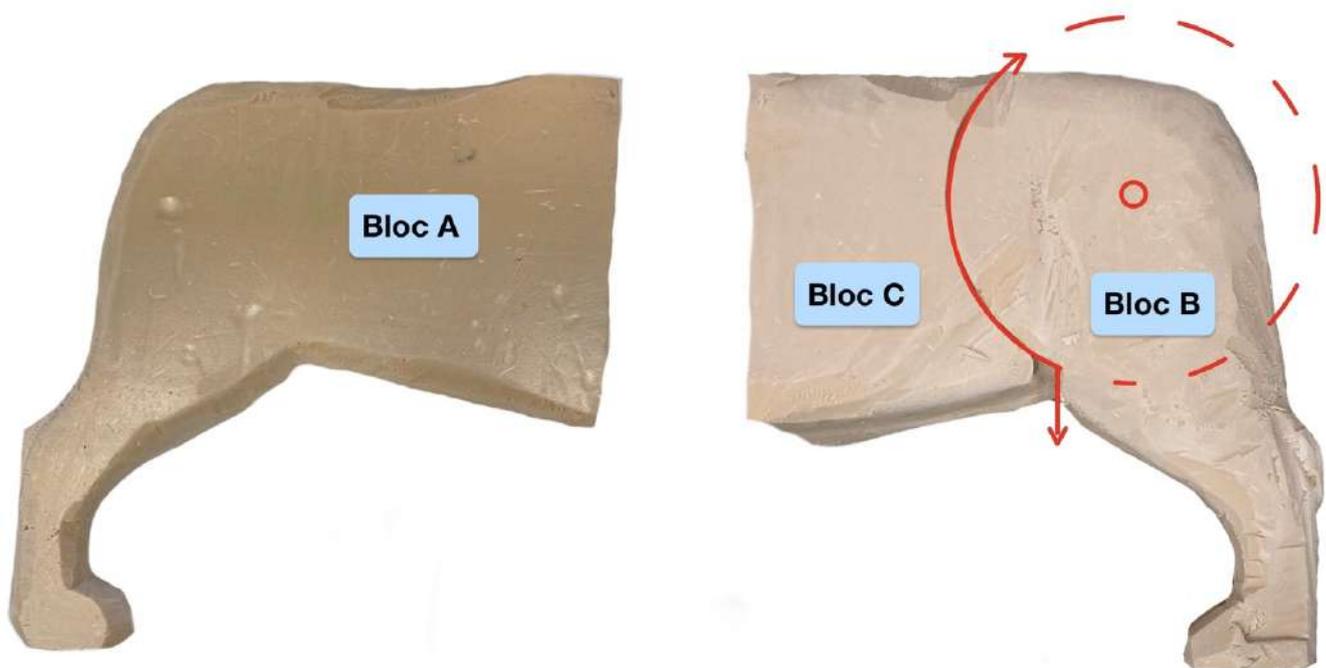


Figure 30 : Structure en polystyrène extrudé : face inférieure du bloc A, faces supérieures des bloc B et C (Photographie Audrey LUCAS, 2021).

Afin de permettre une légère extension de la hanche du membre sus-jacent, une incision en arc de cercle joignant le pli du grasset à la pointe de l'ilium, centrée sur le grand trochanter est réalisée au moyen d'un fil chaud (Figure 30).

Pour plus de stabilité, la face inférieure du mannequin est aplanie (Figure 30, Bloc A).

Pour une meilleure compréhension, les trois blocs de polystyrène obtenus sont désormais désignés par les termes « **Bloc A** », « **Bloc B** », « **Bloc C** ».

1.1.2 Le squelette

Le squelette du mannequin comprend les quatre dernières vertèbres lombaires, le bassin, les fémurs (de l'épiphyse proximale à la partie distale de la diaphyse), le départ de la queue ainsi que l'os pénien.

L'impression 3D à partir d'images issues d'examen tomодensitométriques est la méthode choisie car elle permet une reproduction des plus fidèles du squelette dans un matériau dont la texture se rapproche de celle des os.

1.1.2.1 Imagerie médicale et traitement d'images

Le chien modèle choisi est Kim, un chien mâle castré Labrador croisé Lévrier de 7 ans pesant 28 kg et suivi en cancérologie à Vetagro Sup pour la prise en charge d'un sarcome des tissus mous en regard de l'os maxillaire gauche. Kim est un chien de moyen à grand format dont l'affection diagnostiquée n'interfère pas avec les caractéristiques physiques des structures osseuses situées caudalement aux vertèbres lombaires. De ce fait, il a constitué un bon candidat pour ce projet.

Les images issues de l'examen tomодensitométrique de Kim sont traitées à partir du logiciel **Horos** (Figure 31).

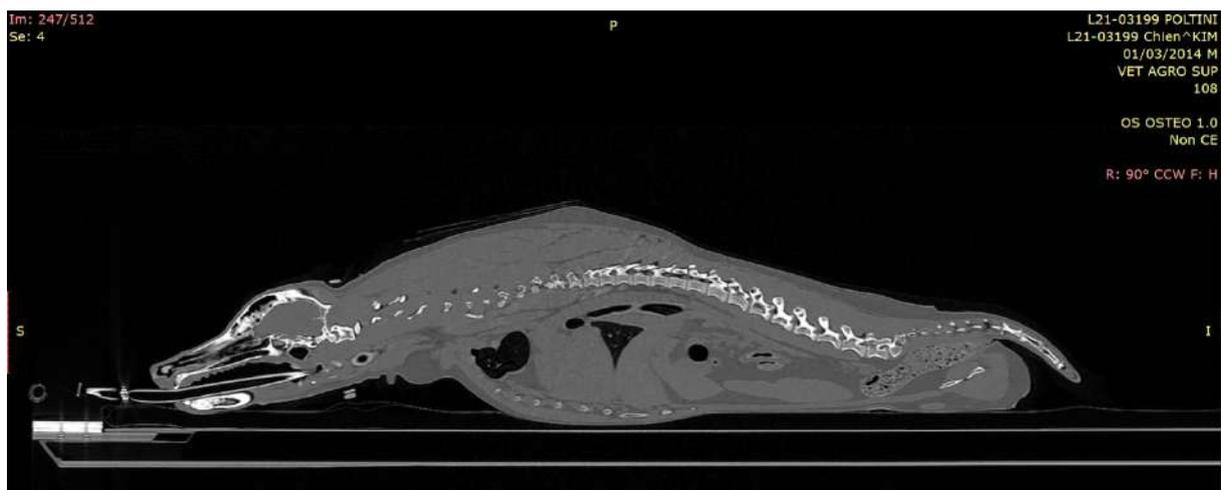


Figure 31 : Examen tomодensitométrique corps entier, profil osseux, en coupe sagittale, VetAgro Sup – 6/04/2021

Le mode « reconstruction 3D, Bones » est utilisé afin d'extraire un fichier contenant la représentations 3D du squelette (Figure 32).

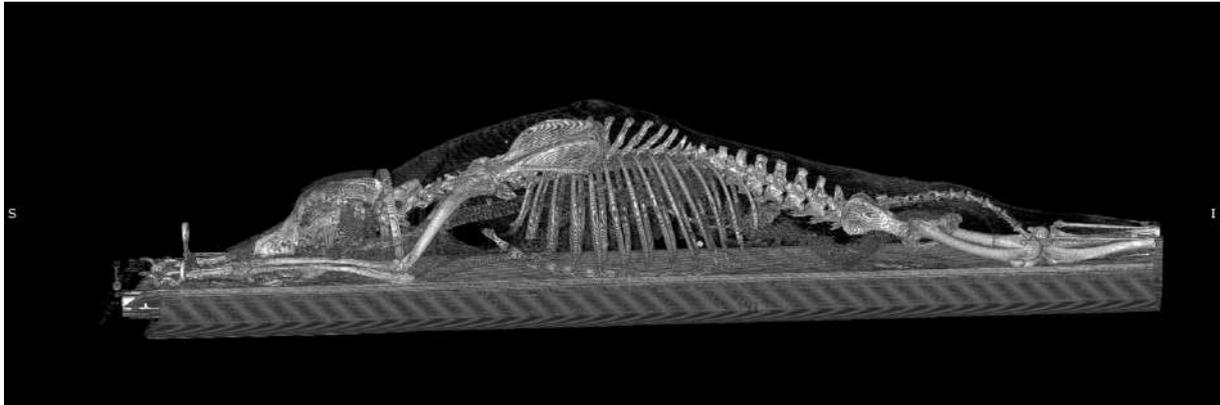


Figure 32 : Examen tomodensitométrique corps entier, reconstruction 3D « Bones », vue de profil gauche, VetAgro Sup – 6/04/2021

Sur ce fichier, les structures osseuses utiles pour la réalisation de notre mannequin sont détournées puis extraites sous forme de plusieurs fichiers au format **.stl** (Figure 33).



Figure 33 : Visualisation 3D du squelette avant impression : quatre vertèbres lombaires/bassin/queue, fémurs droit et gauche, os pézien

1.1.2.2 Impression 3D

Les fichiers .stl sont ensuite traités avec le logiciel **Simplify 3D**. Ces fichiers sont finalement enregistrés au format .gcode lequel peut être lu par l'imprimante 3D. La technique d'impression utilisée est appelée « **impression 3D à dépôts de filaments** ». Le matériau utilisé est de l'**acide polylactique (PLA)** (Figure 34).

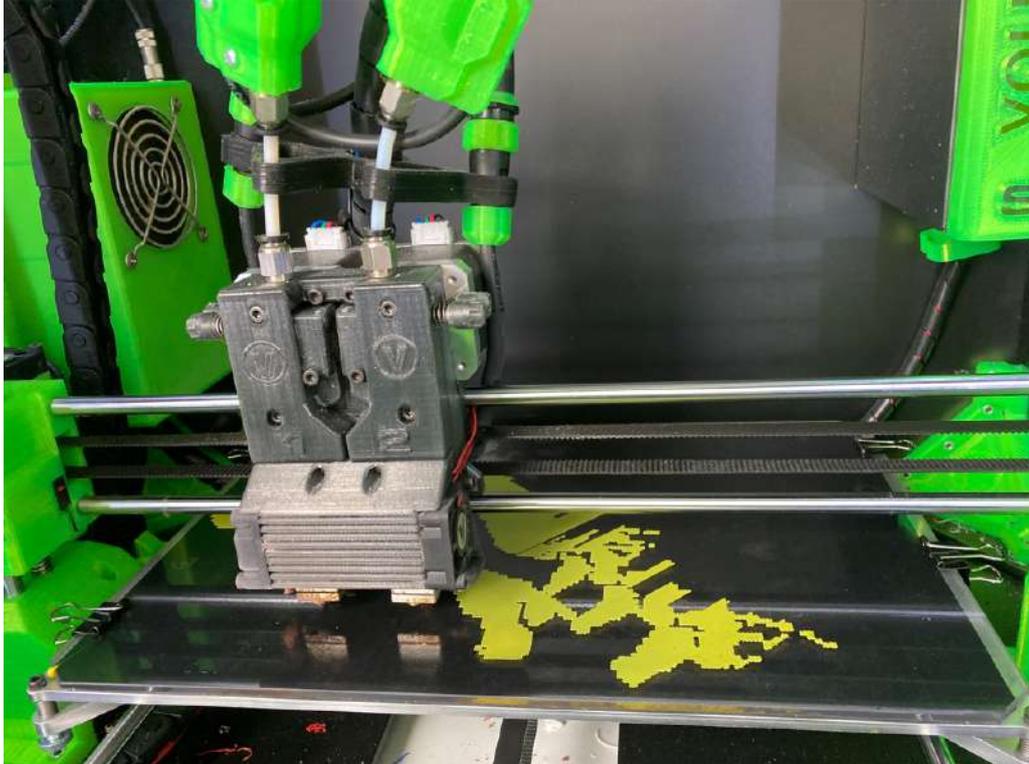


Figure 34 : Impression 3D (Photographie Roland ROUME, 2021).

Une fois l'impression terminée, les produits sont débarrassés des débris de filament par ponçage manuel (Figures 35 et 36).



Figure 35 : Produits de l'impression 3D avant nettoyage (Photographies Audrey LUCAS, 2021).



Figure 36 : Bloc vertèbres lombaires/bassin/queue après nettoyage' Photographies Audrey LUCAS, 2021).

1.2 Fabrication du bas appareil urinaire

Le bas appareil urinaire comprend : le pénis, l'urètre, la prostate et le fourreau. Le **pénis**, l'**urètre** et la **prostate** sont coulés dans du **silicone ECO FLEX 00-20** de la marque Smooth-on (Figure 37).

Le **fourreau** est fabriqué à base d'un mélange de silicone **ECO FLEX 00-20** et d'un **additif anti-frottement SLIDE STD (Surface Tension Diffuseur)**.

Une phase de séchage d'une durée minimum de 24 heures est mise en place après l'élaboration de chaque pièce en silicone.



Figure 37 : Silicone ECOFLEX 00-20 et pigments

1.2.1 Le pénis et l'urètre

La lumière de l'urètre est matérialisée par une **tubulure en silicone** de diamètre interne égal à 3mm et d'élasticité moyenne. Cette tubulure est placée au milieu des moules du pénis et de l'urètre. L'os pénien est collé à la tubulure avec de la colle à silicone en regard du pénis. Le pénis est moulé dans un tube à centrifuger à fond conique de 15 ml.

Dans un premier temps, le silicone est teinté en rose avec des pigments prévus à cet effet (Figure 38) puis le tube à centrifuger est rempli dans son intégralité. Le dispositif est laissé à la verticale pendant 24h. Une fois le temps de séchage écoulé, le tube à centrifuger est fendu en deux avec un cutter afin de démouler le pénis (Figure 38).



Figure 38 : Étapes de fabrication du pénis et aspect final (Photographies Audrey LUCA, 2021).

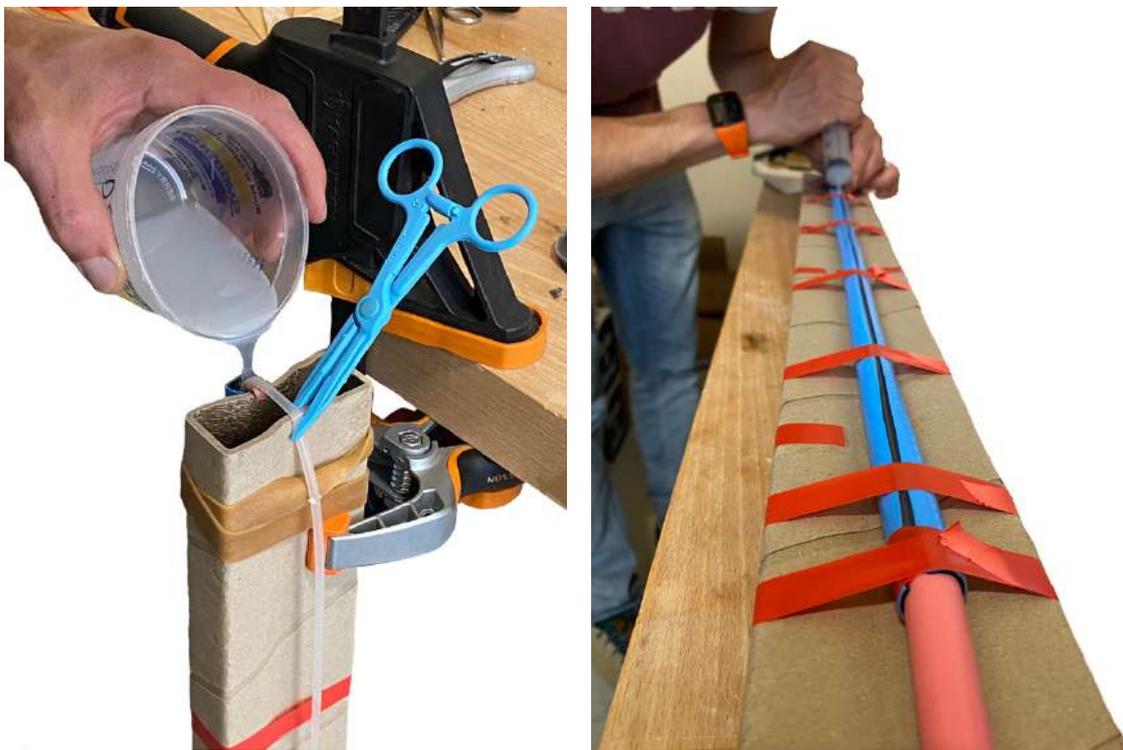


Figure 39 : Étapes de fabrication de l'urètre et aspect final (Photographies Audrey LUCAS, 2021).

Dans un second temps, un tuyau d'arrosage de 12 mm de diamètre est branché à l'extrémité proximale du pénis. Le tuyau est placé et scotché dans un guide en carton solide permettant de tendre le tuyau ainsi que la tubulure et de maintenir le trajet de cette dernière au centre du tuyau (Figure 39). Le dispositif est placé à la verticale puis rempli avec du silicone transparent. Après séchage et démoulage de l'urètre, on observe des espaces vides résultants d'une mauvaise migration du silicone par gravité. Afin de les combler, l'urètre est replacé dans le dispositif, cette fois-ci, placé à l'horizontale et du silicone transparent est injecté avec une seringue en regard de ces espaces vides. Une nouvelle phase de séchage est entreprise, puis l'ensemble est ensuite démoulé.

1.2.2 La prostate

Un moule négatif de la prostate est élaboré en pâte à modeler (Figure 40). Afin de faciliter la fixation de la prostate au reste du mannequin, un carré de tissu de chaussette orthopédique est intégré dans l'épaisseur du silicone face ventrale de la prostate, ce dernier permettra de coudre la prostate au plancher du bassin sans risquer de fendre le silicone. Une fois la phase de séchage terminée, la prostate est démoulée. L'ensemble « pénis/urètre/prostate » forme alors une seule et même pièce (Figure 41).



Figure 40 : Moule de la prostate (Photographies Audrey LUCAS, 2021).

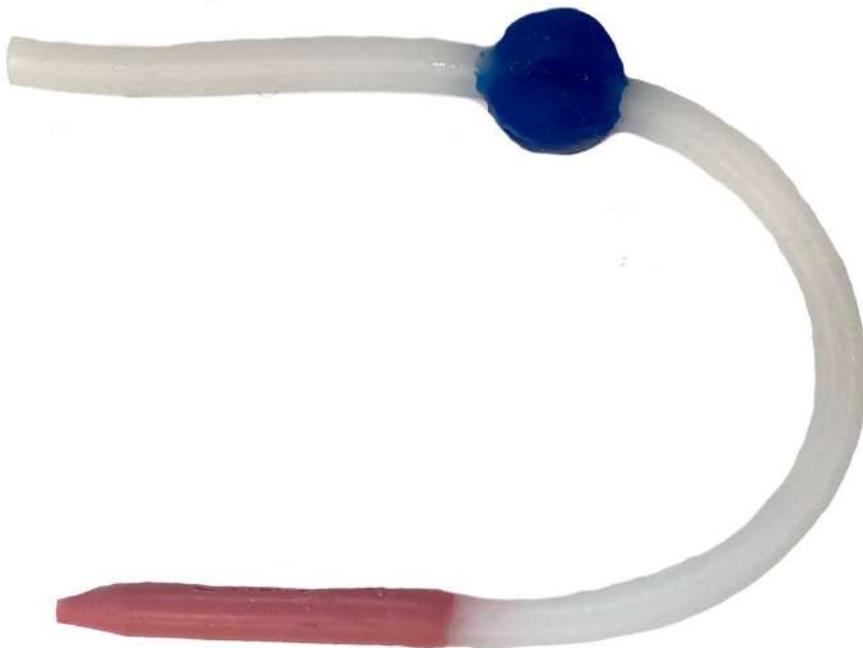


Figure 41 : Aspect final de la pièce « Pénis/urètre/prostate » (Photographie Audrey LUCAS, 2021).

1.2.3 Le fourreau

Un prototype du fourreau est réalisé avec le logiciel **ONSHAPE**. Un moule négatif du prototype est ensuite élaboré au moyen du logiciel **Tinkercad** puis imprimé en 3D selon la même technique d'impression expliquée précédemment (Figure 42).

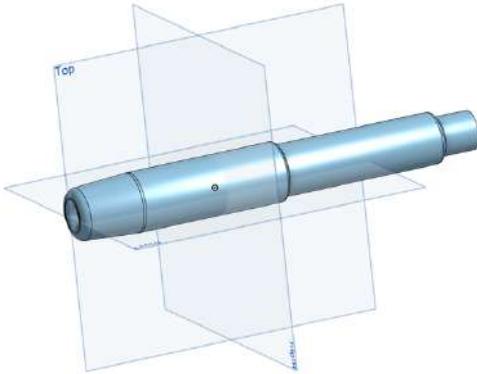


Figure 42 : Prototype et moule du fourreau après impression 3D (Photographie Audrey LUCAS, 2021).

Le fourreau est ensuite coulé dans du silicone coloré en noir (Figure 43). Un carré de tissu est intégré au silicone en regard de la jonction entre le fourreau et l'abdomen, ce dernier permettra de coudre le fourreau au tissu recouvrant l'abdomen du mannequin afin d'assurer sa fixité.



Figure 43 : Aspect final du fourreau (Photographie Audrey LUCAS, 2021).

1.2.4 La vessie

La vessie est modélisée par une grenade d'aspiration pour drain de Jackson-Pratt de 200 ml. (REF = G200 Alcyon) (Figure 44). Elle présente deux entrées. Une première entrée avec un système de valve anti-retour sur lequel sera branché l'urètre. Le diamètre de cette entrée ne permettant pas le passage des calculs, le cylindre en plastique qui la constitue est coupé et remplacé par un cylindre de diamètre plus important (5mm). La deuxième entrée est une entrée simple avec un embout dévissable. Cette dernière entrée permettra la vidange des calculs ainsi que le remplissage de la vessie par un liquide imitant de l'urine.



Figure 44 : Grenade d'aspiration modélisant la vessie (Photographie Audrey LUCAS, 2021).

1.2.5 Les calculs urinaires

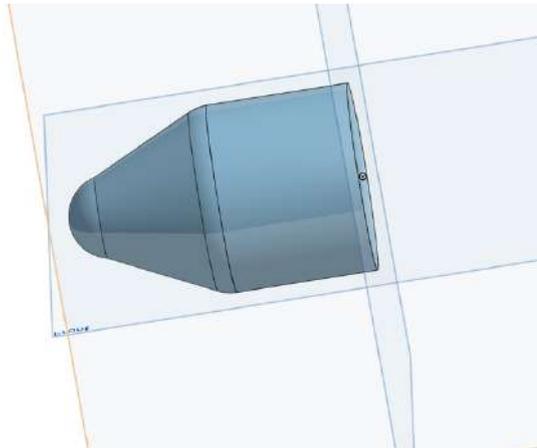


Figure 45 : Modélisation 3D d'un calcul urinaire

Les calculs urinaires sont d'abord modélisés informatiquement puis imprimés en 3D (Figure 45). Le diamètre de l'entrée de la grenade d'aspiration modélisant la vessie étant de 5 mm, le diamètre du cylindre modélisant les calculs urinaires est fixé à 4,5mm.

Afin d'optimiser l'aérodynamisme des calculs et de faciliter leur entrée dans la vessie, il a été choisi de leur donner une forme de cylindre pourvue d'une extrémité crâniale conique.

1.3 La fabrication du tube digestif

Le silicone utilisé pour le colon/ rectum est identique à celui utilisé pour le fourreau. L'anus est élaboré dans du **silicone ECOFLEX 00-20** mélangé à un additif appelé « **SLACKER** » qui donne aspect de peau caoutchouteuse.

1.3.1 Le colon / Le rectum

Le colon et le rectum sont réalisés en deux étapes. Du silicone noir est d'abord coulé sous forme de plaque de 15cm x 25cm sur 3mm d'épaisseur. Avant séchage, un carré de tissu de chaussette orthopédique de même dimension est intégré à cette plaque. Après séchage, la plaque est démoulée, roulée sur elle-même puis suturée afin de former un tube (Figure 46).

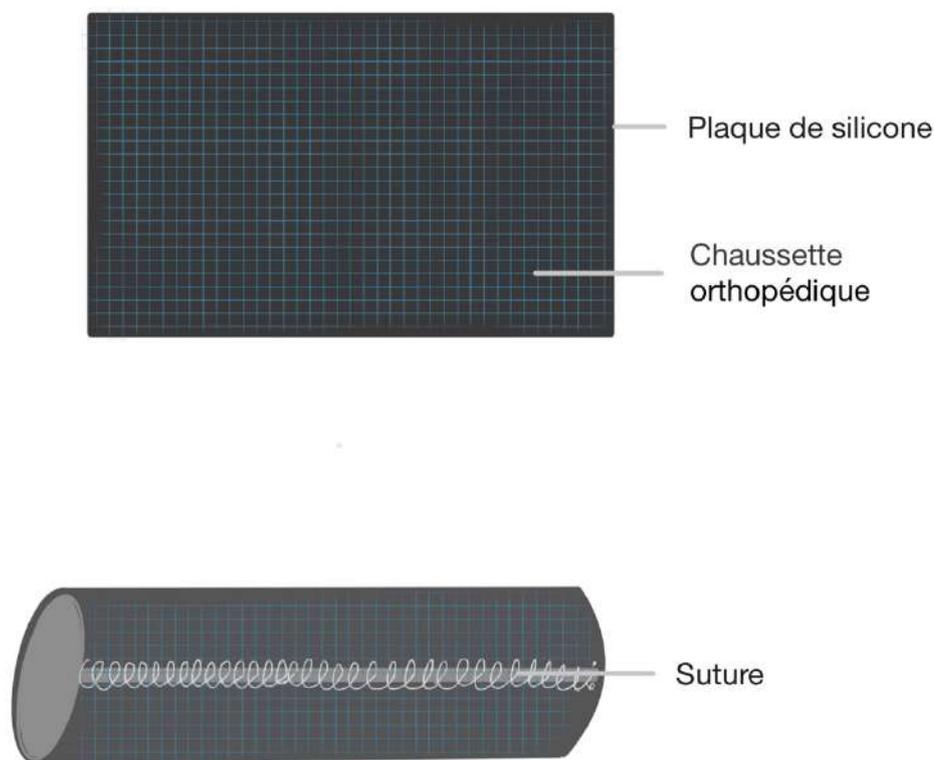


Figure 46 : Schéma de la réalisation du colon et du rectum (Audrey LUCAS, 2021).

1.3.2 L'anus

L'anus du chien est réalisé au moyen de silicone teinté de noir. Le moule utilisé est un moule d'alginate, élaboré à partir d'un mannequin de simulation utilisé pour l'apprentissage du toucher prostatique (Figure 47). Une fois l'alginate solidifié, le silicone noir est coulé en son sein, séché puis démoulé (Figure 48).



Figure 47 : Mannequins de simulation pour toucher prostatique (Photographies Audrey LUCAS, 2021).



Figure 48 : Aspect final de la pièce « anus » (Face caudale et face crâniale) (Photographies Audrey LUCAS, 2021).

2. L'assemblage du mannequin

2.1 L'assemblage du squelette

Lors de l'examen d'imagerie tomodensitométrique, le chien est en décubitus sternal et l'ensemble « vertèbres lombaires + bassin + queue » a été détourné d'un bloc avec le logiciel de traitement d'images. Après impression 3D, tous ces éléments sont solidaires entre eux et présentent le même alignement que durant l'examen. Ainsi l'alignement des vertèbres lombaires et de la queue par rapport au bassin ne correspond pas à la position de notre mannequin. Avec un fer chaud, la jonction entre le sacrum et la dernière vertèbre lombaire est remodelée afin de réaligner cet axe en fermant l'angle entre l'axe du rachis et l'aile de d'ilium d'environ 10 degrés (Figure 49).

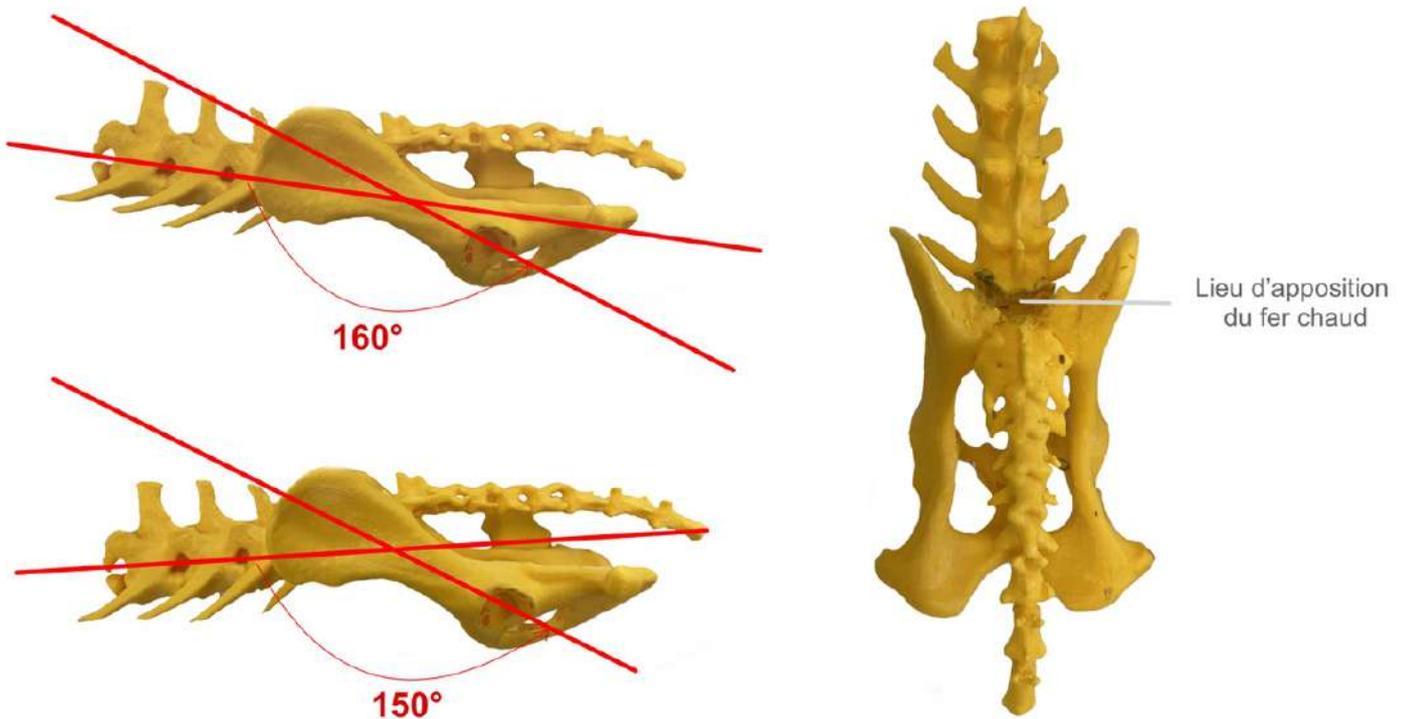


Figure 49 : Bloc vertèbres lombaire/bassin/queue avant et après rectification de l'angle (Photographies Audrey LUCAS, 2021).

2.2 Le forage du polystyrène

Afin d'intégrer les différentes pièces, les blocs de polystyrène sont forés avec une **perceuse** et des **forets** de 12 et 16mm (Figure 50).

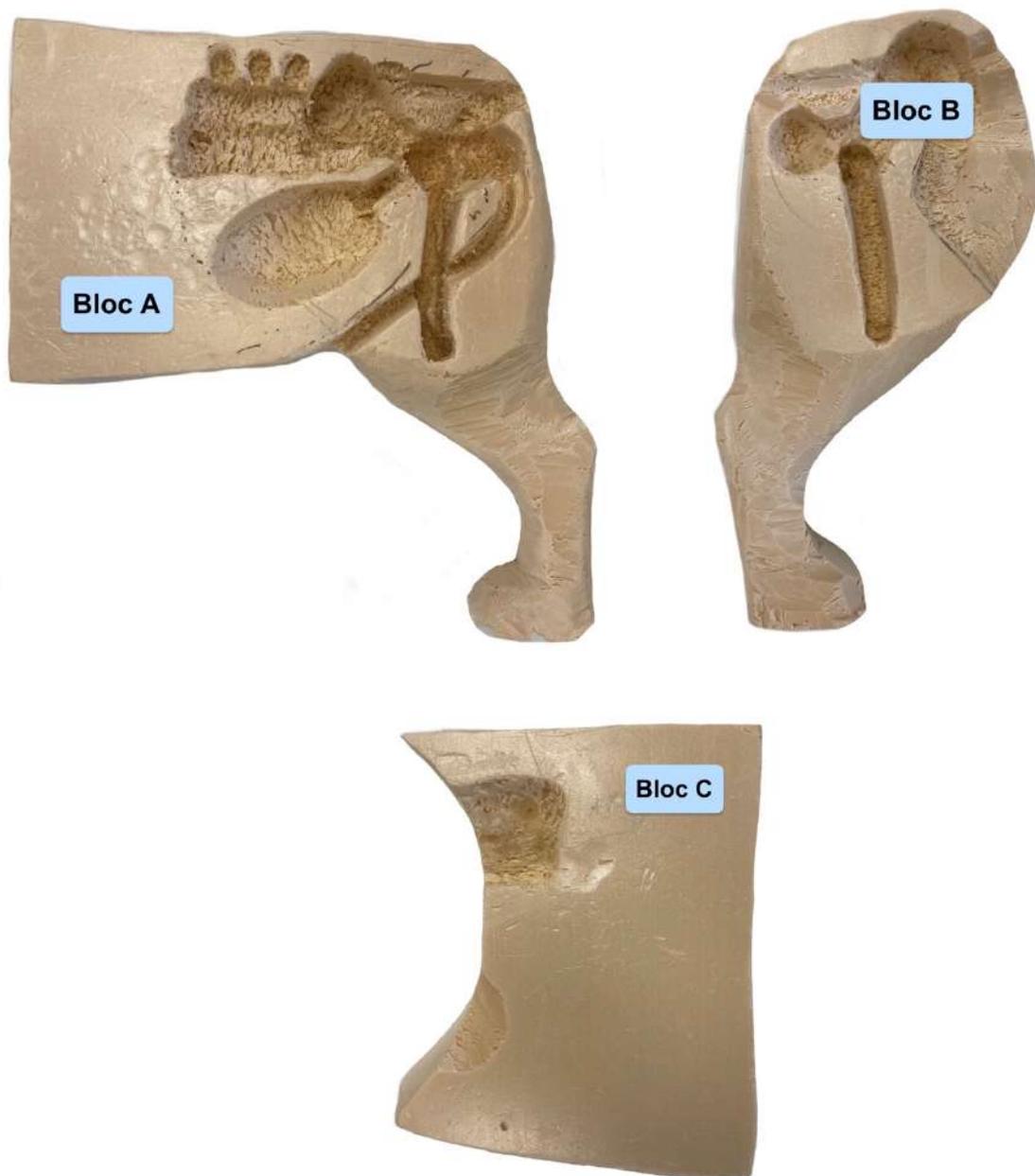


Figure 50 : Aperçu des trois blocs de polystyrènes après forage (Photographies Audrey LUCAS, 2021).

Pour plus de rigidité, l'intérieur des blocs de polystyrène est recouvert d'une couche de **polyuréthane** coloré en beige/rose.

2.3 La fixation du squelette

Le squelette est fixé au bloc A au moyen de quatre **colliers de serrage** en plastique qui traversent le polystyrène de part et d'autre du bloc sous-jacent et dont l'attache est positionnée sur la face inférieure du mannequin (Figure 51).



Figure 51 : Fixation du bloc vertèbres lombaire/bassin/queue dans le bloc A (Photographie Audrey LUCAS, 2021).

La mobilité de l'articulation coxo-fémorale sus-jacente est assurée par un cordon élastique associé à un système « stop cordon ». La tête fémorale ainsi que l'acétabulum sont forés en regard de l'insertion du ligament rond. Un cordon élastique de 3 mm de diamètre est inséré dans le trou de l'acétabulum puis bloqué par un nœud situé sur la face médiale de l'acétabulum. Le cordon élastique est ensuite inséré dans le trou de la tête fémorale (Figure 52).

Le bloc C est foré en regard du grand trochanter de manière à faire passer le cordon élastique. Enfin un système de « stop cordon » est inséré sur l'extrémité libre du cordon permettant de plaquer le bloc C contre le reste du mannequin, tout en gardant l'articulation fonctionnelle (Figure 54).



Figure 52 : Fonctionnalisation de l'articulation coxo-fémorale gauche (Photographies Audrey LUCAS, 2021).

De la même façon que pour le bloc A, le fémur du membre sus-jacent est fixé au bloc B par **deux colliers de serrage** (Figure 53).

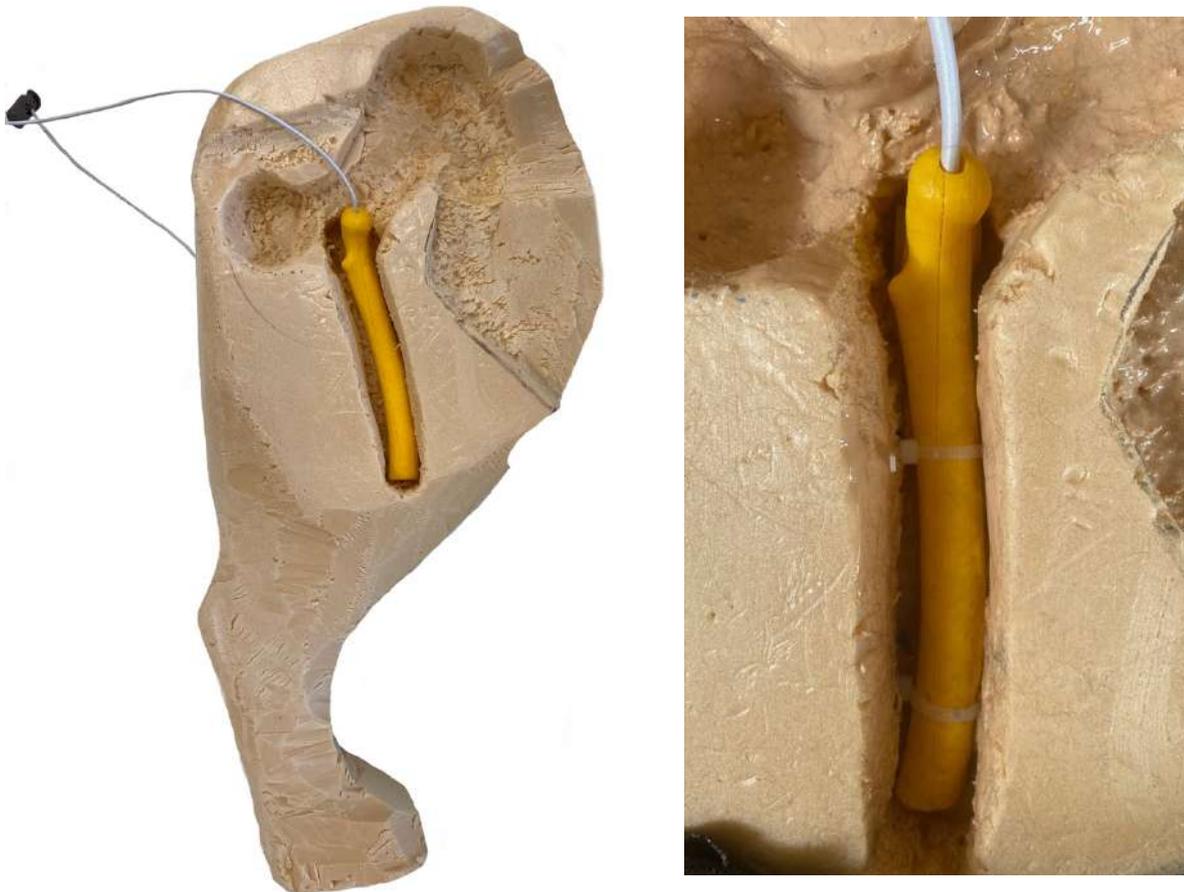


Figure 53 : Fixation du fémur gauche dans le bloc B (Photographies Audrey LUCAS, 2021).

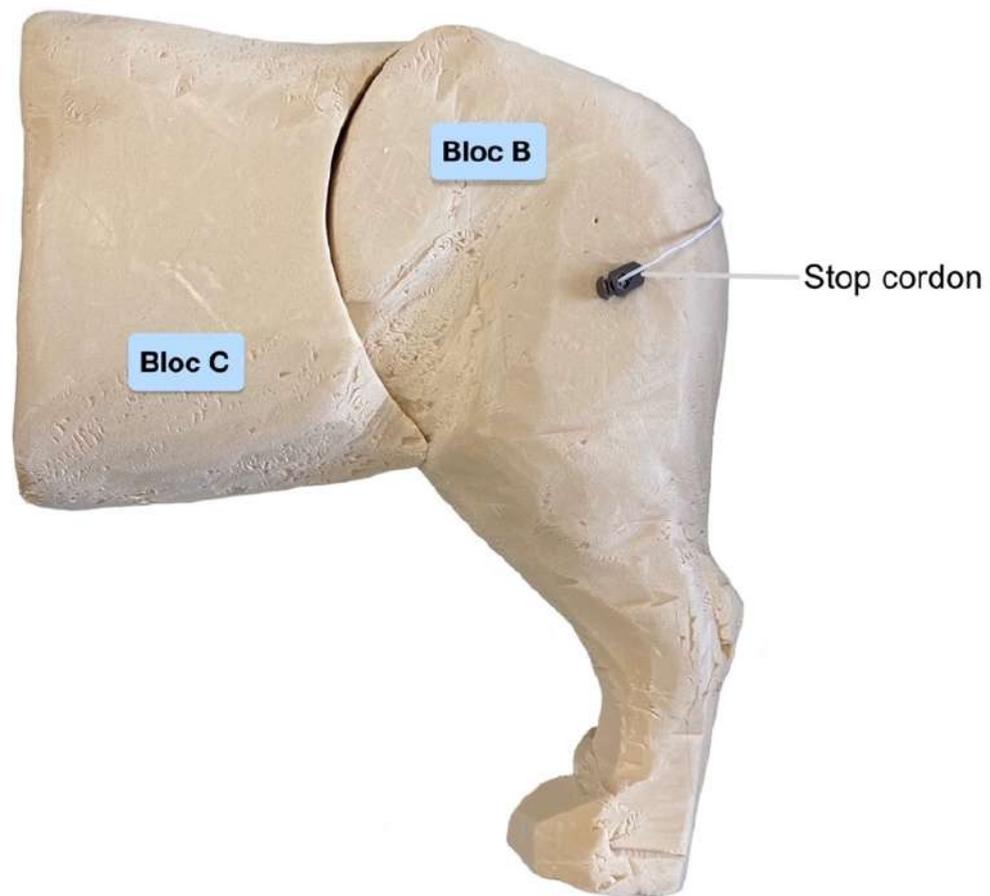


Figure 54 : Assemblage des trois blocs de polystyrène et mise en place du système de fermeture de l'articulation coxo-fémorale gauche (Photographie Audrey LUCAS, 2021).

2.4 La fixation du bas appareil urinaire

Pour assurer la maintenance du mannequin, la **vessie** doit être mobilisable. Pour ce faire, elle est simplement encastrée dans le bloc A et maintenue en place par l'appui du bloc C.

Dans sa partie distale, le **pénis** est maintenu en place par le fourreau (voir paragraphe « Fourreau »). L'urètre est encastré dans le bloc A, la structure en polystyrène servant de guide pour son trajet.

Seule la **prostate** est fixée au bassin par deux points de suture (Figure 55).



Figure 55 : Points de fixation de la prostate sur le plancher pelvien (Photographie Audrey LUCAS, 2021).

2.5 La fixation du tube digestif

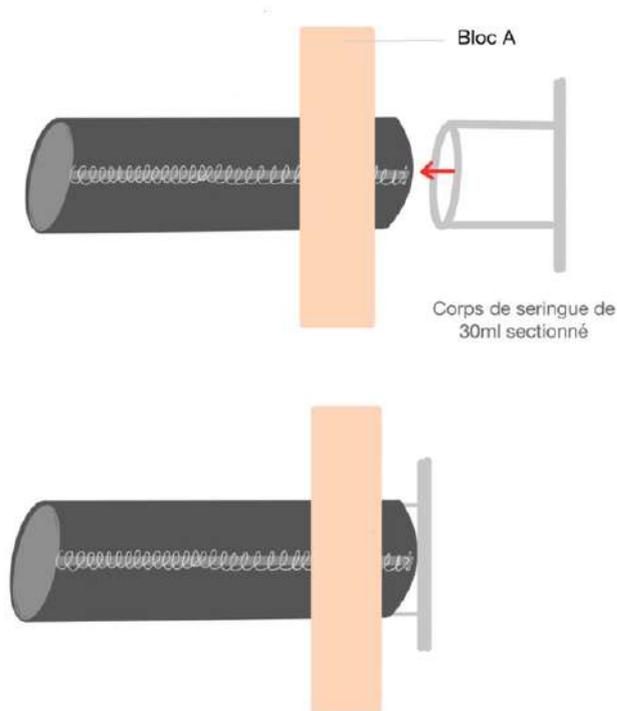


Figure 56 : Schéma de la fixation du rectum (Audrey LUCAS, 2021).

La pièce de silicone modélisant le colon est le rectum est insérée dans un trou creusé dans le bloc A en regard de l'anus du chien. Cette pièce est ensuite maintenue en place au moyen d'un corps de seringue de 30 ml sectionné et inséré caudo-cranialement dans le trou (Figure 56).

3. Habillage et finitions du mannequin

3.1 Solidarisation des blocs

Le bloc C est définitivement solidarisé avec le bloc A par un système comprenant deux tiges filetées, quatre rondelles et quatre boulons (Figure 57).

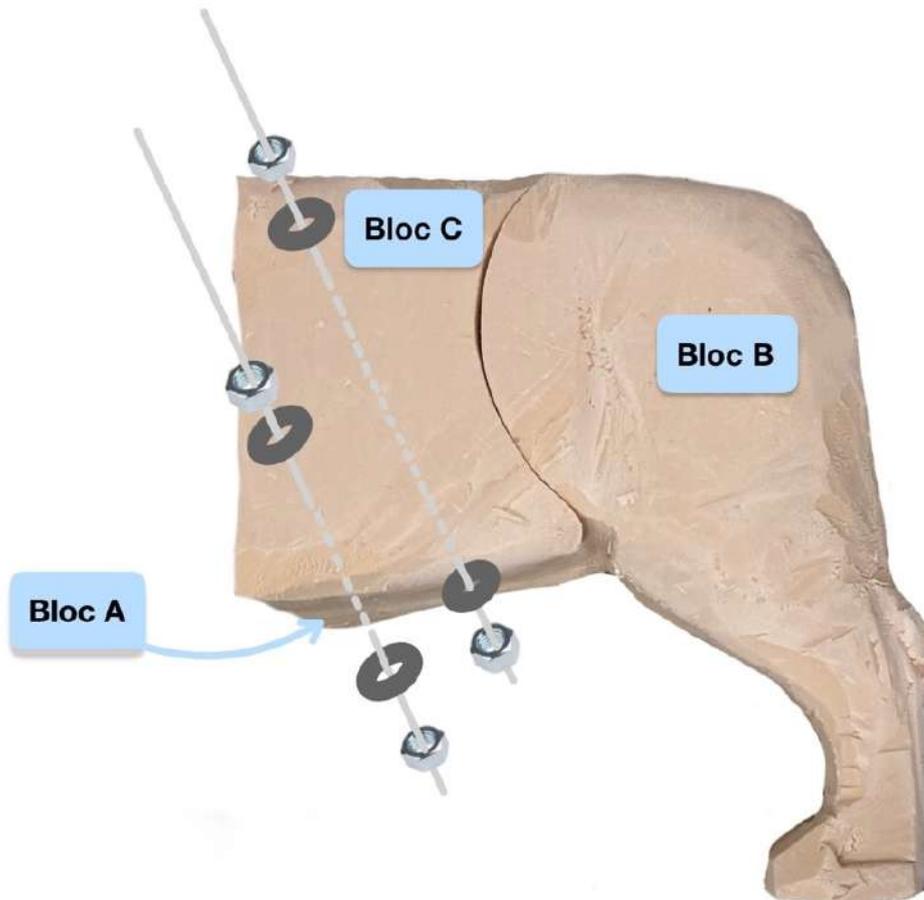


Figure 57 : Schéma du système de solidarisation du bloc C au bloc A (Audrey LUCAS, 2021).

3.2 Habillage

Le bloc A+C ainsi que le bloc B sont ensuite entièrement recouvert d'un tissu à poils longs noirs. Les coutures sont réalisées à la main avec une aiguille et du fil de coton noir résistant.

Le fourreau est ensuite fixé au bloc A+C au moyen d'une suture. Le silicone formant l'anus du chien est collé au bloc A avec de la colle à silicone (Figure 58).

La queue est maintenue en place par un fil de fer rigide fixé aux dernières vertèbres du squelette puis elle rembourrée avec de la mousse de rembourrage. (Figure 58)



Figure 58 : Aspect final de l'anus du mannequin et rembourrage de la queue (Photographies Audrey LUCAS, 2021).

4. Aspect final du mannequin

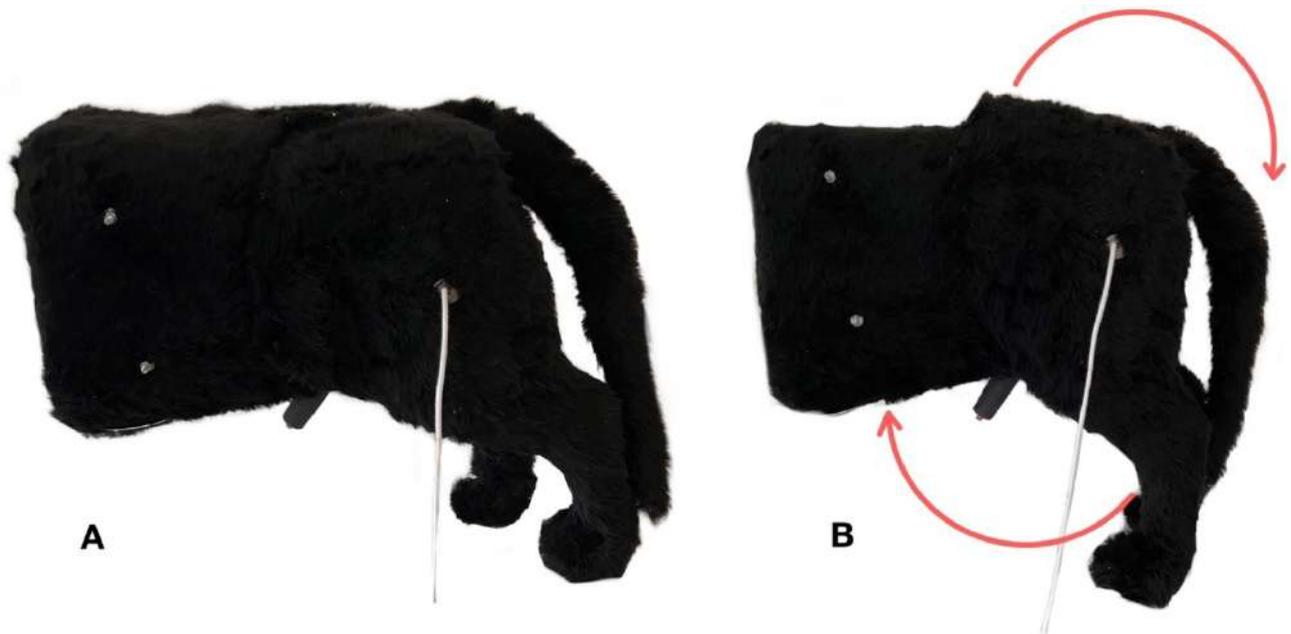


Figure 59 : Extension et flexion de la hanche gauche (Photographies Audrey LUCAS, 2021).

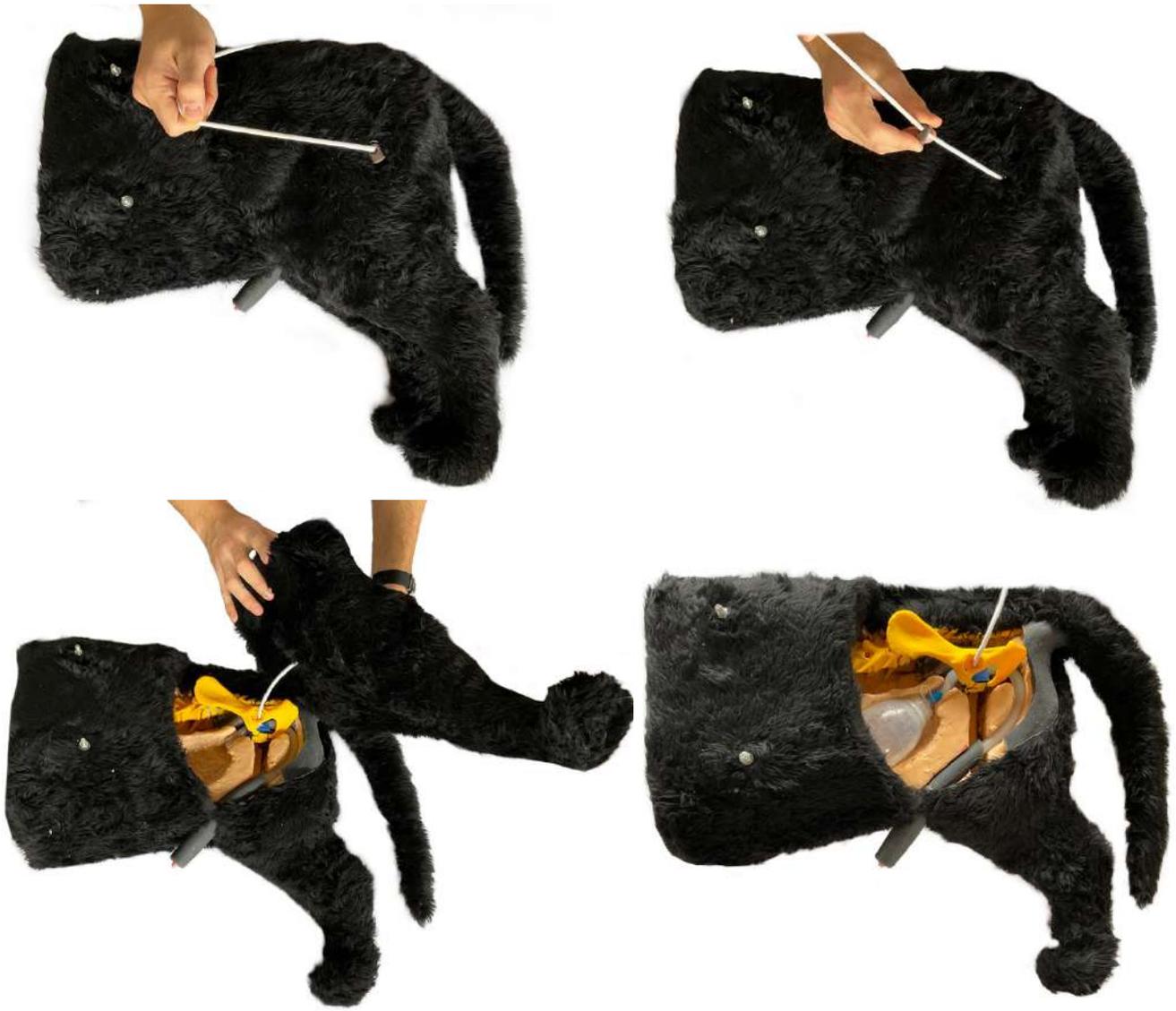


Figure 60 : Extériorisation du pénis (Photographies Audrey LUCAS, 2021).



Figure 61 : Étapes d'ouverture du mannequin et vue intérieure (Photographies Audrey LUCAS, 2021).

La conception du mannequin s'achève ici.

D'un point de vue extérieur :

Le modèle obtenu prend l'apparence d'un « **demi-chien** » de format moyen à grand, à poils courts à semi-longs noirs.

Il possède un **anus** prolongé par un **rectum palpable** ainsi qu'un **fourreau rétractable** contenant un **pénis mobilisable** (Figure 60).

Comme souhaité, le modèle présente une **mobilité de la hanche** du membre sus-jacent dont l'extension permet de dégager la zone du fourreau (Figure 59).

Le système stop cordon/cordon assure la **cohésion** des différents blocs mais il offre également la possibilité aux opérateurs de **visualiser l'anatomie intérieure** du mannequin (Figure 59).

D'un point de vue intérieur :

Le bas appareil urinaire est modélisé dans son entièreté. La **vessie**, en continuité avec l'urètre, peut accueillir un liquide mimant de l'**urine** et ne peut se vidanger seule.

L'**urètre** est modélisé par des matériaux mimant avec fidélité la réalité. Son **trajet** est guidé par la structure en polystyrène ainsi que les structures osseuses et respecte l'anatomie théorique.

5. Coût de la fabrication

Les coûts engendrés par la conception de ce modèle de simulation sont répertoriés dans le tableau suivant (tableau VII). Le **coût total** est estimé aux alentours de **155€**.

Tableau VII : Tableau récapitulatif des coûts de fabrication du mannequin de simulation

Matériel	Fournisseur	Coût unitaire (TTC)	Quantité	Coût Total (TTC)*
STRUCTURE				
Panneau polystyrène extrudé SOPREMA (125x60cm ep 100mm)	Castorama	22€	1	22 €
Lame de cutter	Castorama	2	3	6 €
Papier de verre (120mg)	Castorama	0,30	3	0,9 €
Polyuréthane (URECOAT)	Creation silicone	29€/L	0,2L	5,8 €
PIECES DETACHEES				
Matériel impression 3D (PLA)	Volumic	45€/kg	0,3kg	13,50€
Tubulure	Avantor	1,2€/m	1 mètre	1,2€
Grenade d'aspiration (200mL)	Alcyon	26,90 €	1	26,90 €
Quincaillerie diverse (tiges filetées, vis, boulons, rondelles)	Castorama	-	-	5 €
Silicone ECOFLEX	Silicone création	55€/L	0,41L	22,6 €
Additif peau SLAKER	Silicone création	76€/L	0,05 L	3,8 €
Additif SLIDE	Silicone création	68€/L	0,0015	0,1€
Pigments silicone	Silicone création	35€/100g	4x1g	1,4 €
HABILLAGE				
Fourrure noire poils longs	Fourrure Shop	15€ (+10€ de livraison)	1m50x1m	25€
Matériel de couture (aiguilles, fil, mètre de couture)	Auchan	-	-	20€

TOTAL**

154,20 €

*Les montants sont arrondis au dixième supérieur.

**La liste ci-dessus ne comprend pas le matériel de récupération dont le coût est nul. Ci-après une liste exhaustive des consommables récupérés pour la fabrication du mannequin : stop cordon, cordon élastique, mousse de rembourrage, fil de fer, chaussette orthopédique, scotch, alginate, pâte à modeler.

C. Descriptions des ateliers et fiches techniques

Ce mannequin regroupe **deux ateliers** différents qui ne peuvent être réalisés simultanément. Selon le choix d'atelier de l'opérateur, la disposition des constituants du mannequin doit être modifiée en amont de la manipulation. Des fiches techniques imagées décrivant en détail les deux protocoles à suivre sont laissées à disposition des opérateurs en salle de simulation (Annexes 4 et 5).

Ces deux ateliers peuvent être réalisés indifféremment « à l'aveugle » ou « en toute visibilité » selon le ressenti des opérateurs. L'intérêt de ces options est d'offrir aux apprenants une meilleure appréhension de l'anatomie du bas appareil urinaire du chien dans le but de perfectionner leur geste.

1. Le sondage urinaire

L'atelier proposé (Annexe 4) nécessite **un à deux opérateurs** et se découpe en **trois phases**.

Phase 1 : Il s'agit d'une phase de **préparation du matériel** durant laquelle l'étudiant est invité à rassembler, de manière ordonnée, l'intégralité du matériel nécessaire à la procédure.

Phase 2 : Il s'agit d'une phase de **préparation de l'animal et de l'opérateur** durant laquelle l'étudiant stérilise la zone cible au moyen de savonnages antiseptiques puis met des gants stériles.

Phase 3 : Il s'agit de la phase de **sondage urinaire** à proprement dite. Elle s'achève par la fixation de la sonde à l'animal ainsi que la mise en place du système de collecte des urines.

2. Le sondage urinaire avec rétro-hydropulsion d'un calcul urétral

L'atelier proposé (Annexe 5) nécessite deux opérateurs et se découpe en trois phases.

Phase 1 : Comme précédemment, il s'agit d'une phase de **préparation du matériel** durant laquelle les étudiants sont invités à rassembler, de manière ordonnée, l'intégralité du matériel nécessaire à la procédure.

Phase 2 : Comme précédemment, il s'agit d'une phase de **préparation de l'animal et des opérateurs** durant laquelle un des étudiants stérilise la zone cible au moyen de savonnages antiseptiques puis met des gants stériles.

Phase 3 : Il s'agit de la phase de **sondage urinaire et rétro-hydropulsion** à proprement dite. Elle s'achève par une vérification visuelle du passage du calcul dans la vessie.

D. Discussion

1. L'évaluation du mannequin

En raison du contexte sanitaire actuel, la phase d'évaluation du mannequin n'a pu être réalisée. Depuis Mars 2020, les différents confinements ont freiné l'élaboration du mannequin en limitant les possibilités de rencontre et de collaboration avec monsieur Roland Roume, assistant d'enseignement au sein de la salle de simulation ainsi qu'avec le Docteur Claude Carozzo, directeur de cette thèse, également représentant de la salle de simulation. De plus, la mise en place d'un système de cours à distance pour les étudiants de 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} année a drastiquement réduit la fréquentation de la salle de simulation (hors période d'examen) et il a ainsi été laborieux de solliciter leur intérêt pour les nouveaux modèles de simulation.

2. Les limites du modèle et les améliorations possibles

2.1 Anatomiques

La structure en polystyrène (bloc A) constituant la **zone périnéale** possède une épaisseur trop importante. En réalité il est normalement possible de sentir le passage de la sonde de l'urètre en regard du périnée en plaquant un doigt en dessous de l'anus du chien, à la verticale. Cette manipulation permet de guider la sonde et facilite le passage de la courbure pelvienne

Après habillage, le mannequin présente une **taille importante** qui s'éloigne de celle du chien « modèle » choisi au départ. Cette observation ne fait pas entrave aux objectifs fixés avant l'élaboration du mannequin, toutefois, d'un point de vue purement esthétique, elle compte parmi les améliorations possibles.

2.2 Fonctionnelles

Comme vu dans les prérequis, la **capacité de dilatation de l'urètre** n'est pas constante tout au long de son trajet. Pour simplifier l'élaboration du mannequin, une seule et même tubulure de diamètre et d'élasticité constants a été utilisée pour modéliser l'urètre.

De plus, la **vessie**, modélisée par une grenade d'aspiration, présente un système de valve anti-retour donc le diamètre d'entrée est restreint. De ce fait, les calculs ont été sous-dimensionnés de telle sorte à pouvoir circuler dans la tubulure et dans la vessie. Il s'avère ainsi que les forces de frottements engendrées ne soient pas aussi importantes qu'en réalité. Les sensations ressenties au passage de la sonde et à l'injection de fluide lors de rétro-hydropulsion ne miment avec exactitude pas la réalité.

En région scrotale, le **fourreau** du mannequin est vraisemblablement moins mobile et palpable qu'en réalité. De ce fait, la préhension et l'extériorisation du pénis est plus difficile qu'en réalité.

3. Pour aller plus loin

Le **sondage urinaire de la chienne** fait également partie des actes vétérinaires de base. Les particularités anatomiques qui différencient le bas appareil urinaire du chien mâle de celui de la femelle imposent l'apprentissage d'une technique différente. Compte tenu de la difficulté de cet acte, selon moi, cet apprentissage doit également se faire par le biais d'un mannequin de simulation à visée pédagogique qui viendra compléter l'atelier « sondage urinaire » de VetSkills.

De même, le **sondage urinaire du chat mâle** est un acte qui demande une certaine technicité et qui est fréquemment réalisé en clientèle dans le cadre des maladies du bas appareil urinaire félin. Cet atelier a donc également toute sa place en salle de simulation.

CONCLUSION

En médecine humaine, l'apprentissage par simulation s'est largement développé au cours du dernier siècle. Un progrès technologique exponentiel auquel s'ajoute un intérêt grandissant pour le bien-être et la sécurité des patients et des praticiens expliquent l'engouement actuel pour cette méthode d'enseignement.

En médecine vétérinaire, l'apprentissage par simulation connaît un développement tardif mais pourrait rapidement s'imposer comme un outil indispensable à la formation des étudiants. Étape supplémentaire jouxtant l'apprentissage théorique et sa mise en application, la simulation apporte confort, répétabilité, sécurité, réflexion, droit à l'erreur et efficacité aux apprenants.

Le sondage urinaire du chien mâle, et dans une moindre mesure la rétro-hydropulsion de calcul urétral, comme tous les autres actes vétérinaires de base, se doivent d'être vus et maîtrisés par l'ensemble des étudiants avant la fin de leur cursus. L'élaboration d'un modèle répondant à ces deux objectifs vient directement en appui aux connaissances théoriques et pratiques dispensées par l'enseignement vétérinaire et répond à un réel besoin de pratique supplémentaire manifesté par les étudiants.

Les prérequis anatomiques et pathologiques cités ont permis de mettre en avant les subtilités du bas appareil urinaire du chien mâle, de replacer ces deux actes dans leurs contextes précis.

L'étude de l'approche pratique de ces deux gestes ainsi qu'un questionnement rétrospectif destiné aux étudiants concernant la mise en pratique de ces actes a permis de légitimer l'élaboration d'un tel mannequin.

Par la suite, cette thèse décrit les étapes nécessaires au développement de ce mannequin, de son cahier des charges jusqu'à sa fabrication. Le mannequin obtenu se compose d'un train arrière de chien mâle couché en décubitus latéral offrant deux ateliers distincts, un de sondage urinaire, l'autre de rétro-hydropulsion de calcul urétral.

Le contexte sanitaire actuel ayant ralenti l'élaboration et la mise en fonction du mannequin, un travail d'évaluation et de validation du modèle devra être réalisé dans le prolongement de cette thèse.

Cette évaluation devra prendre en compte l'ergonomie ainsi que l'efficacité de ce mannequin. Il sera également pertinent d'évaluer la plus-value de cet outil de simulation, qui, en cas d'avis favorables, pourra s'ajouter à l'ensemble des ateliers indispensables à la formation et à l'évaluation des étudiants en amont de leur entrée en clinique.

Bibliographie

BARONE R. (2001) *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4. Splanchnologie*, Paris, Vigot, 896p

BISMUTH C (2016) *Chirurgie du bas appareil urinaire*. Le Point Vétérinaire, 47(Numéro spécial), pp. 146-151

BLOOR C, (2018) *Urinary catheters: indications for use and management*. The Veterinary Nurse, 9(2), pp. 102–107

BOOTHE H (2000) *Managing traumatic urethral injuries. Clinical Techniques*. Journal of Small Animal Practice, 15(1), pp. 35-39

BURGESS K, DEREGIS C (2019) *Urologic Oncology*. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice 49(2), pp. 311–323

BYEON Y, OHKYEONG K, LEE S, WAN-SEOP K (2009) *The diameter of maximum distended urethra in male dogs*. Journal of Veterinary Clinics, 26(4), pp. 331-335

COULSON A, LEWIS N. (2008) *An Atlas of Interpretative Radiographic Anatomy of the Dog and Cat*. 2nd Edition. Wiley-Blackwell, 664p

DIAZ ESPÍÑEIRA M, VIEHOFF F, NICKEL R (1998) *Idiopathic detrusor-urethral dyssynergia in dogs: a retrospective analysis of 22 cases*. Journal of small animal practice, 39(6), pp. 264-270

ERNE J, MC NICHOLAS W (2009) *What Is Your Diagnosis?* Journal of the American Veterinary Medical Association, 234(2), pp. 201-202

FEENEY D, JOHNSTON G, OSBORNE C, TOMLINSON M (1984) *Dimensions of the prostatic and membranous urethra in normal male dogs during maximum distension retrograde urethrocytography*. Veterinary Radiology & Ultrasound, 25(6), pp. 249-253

FONTBONNE A, LEVY X, FONTAINE E, GILSON C (2007) *Guide pratique de reproduction canine et féline*, Paris, Editions Med'com, 272p

FULKERSON C, KNAPP D (2015) *Management of transitional cell carcinoma of the urinary bladder in dogs: A review*. The Veterinary Journal, 205(2), pp. 217–225

GRAND J, BUREAU S, MONNET E (2013) *Effects of urinary bladder retroflexion and surgical technique on postoperative complication rates and long-term outcome in dogs with perineal hernia: 41 cases (2002–2009)*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 243(10), pp. 1442-1447

GRANT D, TROY G (2014) *Recurrent Urethral Fibroepithelial Polyps in a Golden Retriever*. Journal of the American Animal Hospital Association, 50(5), pp. 361-365

HAAGSMAN A, KUMMELING A, MOES M, MESU S, KIRPENSTEIJN J (2013) *Comparison of terazosin and prazosin for treatment of vesico-urethral reflex dyssynergia in dogs.* Veterinary Record, 173(2), pp. 41-41

HEDLUND S, HOSGOOD G (2014) *Urethral Disease and Obstructive Uropathy* In: Mechanisms of Disease in Small Animal Surgery, 3rd Edition. Bojrab M.J. and Monnet E. 788p

HESSE A. (2009) *A colour handbook of urinary stones in small animal medicine.* London, CRC Press, 176p

HOWARD E, DE LAHUNTA A (2012) *Miller's Anatomy of the Dog.* 4th Edition. Missouri, Saunders, 872p

KYUNGONG K, KYEONGA K, DONGHYUN O, JEONGWOO C, MINCHEOL C, JUNGHEE Y (2020) *Retrograde CT urethrography using a power injector quantitatively reveals effects of bladder distension on urethral size in healthy male Beagle dogs.* Veterinary Radiology & Ultrasound.61(3) pp. 302-311

KELLY S, CLARK W (1995) *Surgical repair of fracture of the os penis in a dog.* Journal of Small Animal Practice, 36(11), pp. 507-509

KNAPP D, RAMOS-VARA J, MOORE G, DHAWAN D, BONNEY P, YOUNG, K (2014) *Urinary Bladder Cancer in Dogs, a Naturally Occurring Model for Cancer Biology and Drug Development.* ILAR Journal, 55(1), pp. 100-118

LEVY X, MIMOUNI P (2009) *Hyperplasie bénigne de la prostate : actualités.* Le Point Vétérinaire n°293, pp. 39-43

MARTINEZ I, MATTOON J, EATON K, CHEW D, DIBARTOLA S (2003) *Polypoid Cystitis in 17 Dogs (1978-2001).* Journal of Veterinary Internal Medicine, 17(4), pp. 499-509

MAUREY-GUENEC C (2017) *Causes et conséquences d'une rétention vésicale chez le chat et le chien.* Le Nouveau Praticien, 15(67) p.6

MCCRACKEN T, KAINER R, CARLSON D (2008) *Color Atlas of Small Animal Anatomy : The Essentials,* Wiley-Blackwell, 160p

OSBORNE C (1995) *Canine and feline nephrology and urology.* 1st Edition. Baltimore, Williams & Wilkins Company, 950p

PATRICK D, FITZGERALD S, SESTERHENN I, DAVIS C, KIUPEL M (2006) *Classification of Canine Urinary Bladder Urothelial Tumours Based on the World Health Organization.* Journal of Comparative Pathology, 135(4), pp. 190-199

PENNINCK D, D'ANJOU M (2015) *Atlas of Small Animal Ultrasonography.* 2nd Edition. Wiley-Blackwell, 584p

POLZIN D, OSBORNE C, BARTGES J (1996) *Management of Postrenal Azotemia.* Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 26(3), pp. 507-513

ROBIN E, LE BOEDEC K (2017) *Endoscopie urinaire*. Le Nouveau Praticien, 15(67) p.57

SARRAU S (2011) *Trois cas de hernie périnéale récidivante traités par transposition du muscle semi-tendineux*. Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie, 46(3-4), pp. 107–113

SHAUGHNESSY M, MONNET E (2015) *Internal obturator muscle transposition for treatment of perineal hernia in dogs: 34 cases (1998–2012)*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 246(3), pp. 321-326

SMARICK S, HASKINS S, ALDRICH J, FOLEY J, KASS P, FUDGE M, LING G (2004) *Incidence of catheter-associated urinary tract infection among dogs in a small animal intensive care unit*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 224(12), pp. 1936-1940

SMITH J (2008) *Canine prostatic disease: a review of anatomy, pathology, diagnosis, and treatment*. Theriogenology, 70(3), pp.375-383

STULL J, WEESE J (2015) *Hospital-Associated Infections in Small Animal Practice*. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 45(2), pp. 217-33

THRALL D (2017) *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. 7th Edition. Missouri, Saunders, 1000p

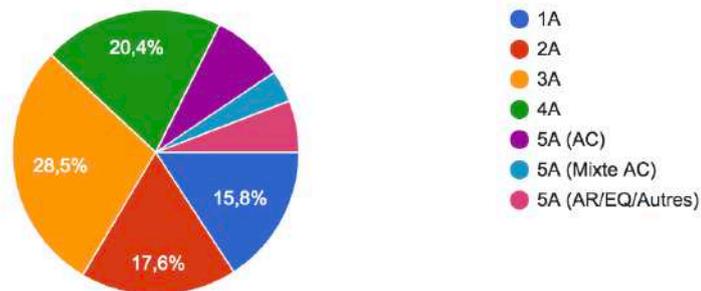
Annexes

	Image du calcul	Morphologie	Nature	Prédispositions	Facteurs de risque	Localisation	Diagnostic	Traitement
STRUVITE		Blanc à jaune Rond Gros cristaux en surface ou lisse Multiples ou non Large	Phosphate de magnésium et d'ammonium hexahydraté	Femelles > Mâles Moins d'un an Plus de 7 ans Pas de prédisposition raciale	ITU pH urinaire > 7 Alimentation sèche Alimentation riche en minéraux	Vessie Urètre	Radio-opaque Hyperéchogène	Fluidothérapie Dissolution médicale Retrait chirurgical Antibiothérapie ciblée
OXALATE		Jaune à marron Surface lisse ou irrégulière Petit Multiples	Oxalate de calcium dihydraté	Mâles > Femelles Plus de 8 ans Petites races Obésité	Hypercalcémie pH urinaire < 6 Alimentation riche en protéines Alimentation sèche	Vessie Urètre	Radio-opaque Hyperéchogène	Fluidothérapie Retrait chirurgical Traitement de l'hypercalcémie
URATE D'AMMONIUM		Jaune ou marron Petit Rond Surface lisse	Urate de mono-ammonium	Mâles > Femelles Moins d'un an Plus de 7 ans Hyperuricosurie (Dalmatiens, Bouledogues anglais) Shunt porto-systémique	6 < pH urinaire < 6,5 Alimentation sèche Alimentation riche en protéines et purines	Vessie (Urètre)	Cystographie à double contraste Radio-transparent Hyperéchogène	- Pas d'hépatopathie : dissolution médicale - Hépatopathie : retrait chirurgical + traitement de l'hépatopathie
CYSTINE		Jaune à marron rouge Sphérique Multiples concrétions ou solitaire		Mâles >> Femelles Entre 2 et 7 ans Cystinurie (Irish Terrier, Basset, Münsterland, Rottweiler, Teckel, Caniche, Bull Terrier, Schnauzer)	pH < 6,8 Affection rénale	Vessie Urètre	Cystographie à double contraste Radio-transparent Hyperéchogène	Fluidothérapie Dissolution médicale Retrait chirurgical

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des principales lithiases urinaires du chien

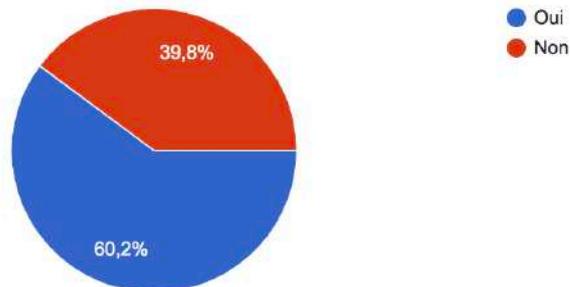
Je suis en :

221 réponses



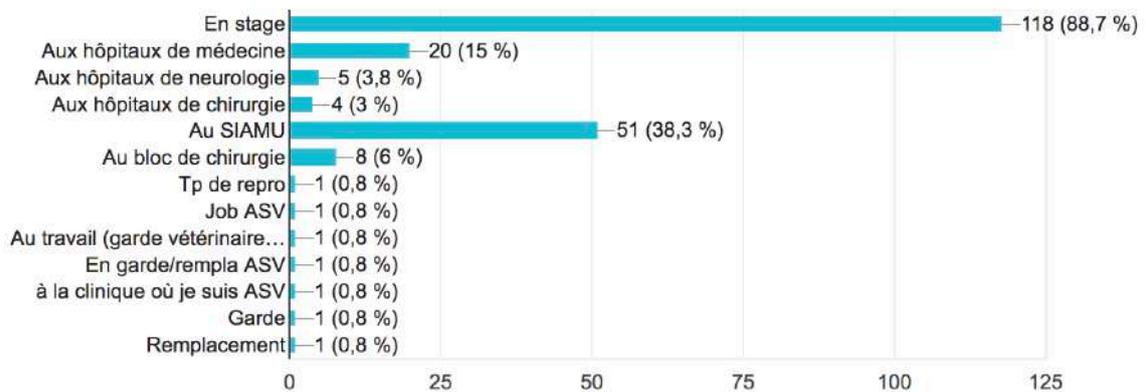
As tu déjà vu un sondage urinaire sur un chien mâle ?

221 réponses



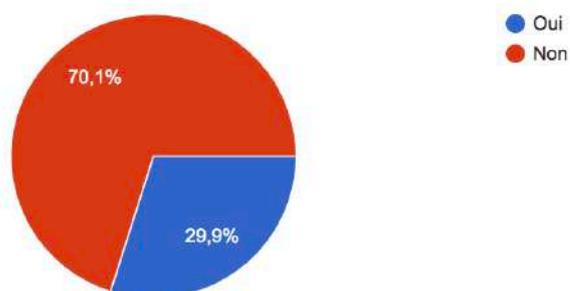
Si oui, où ?

133 réponses



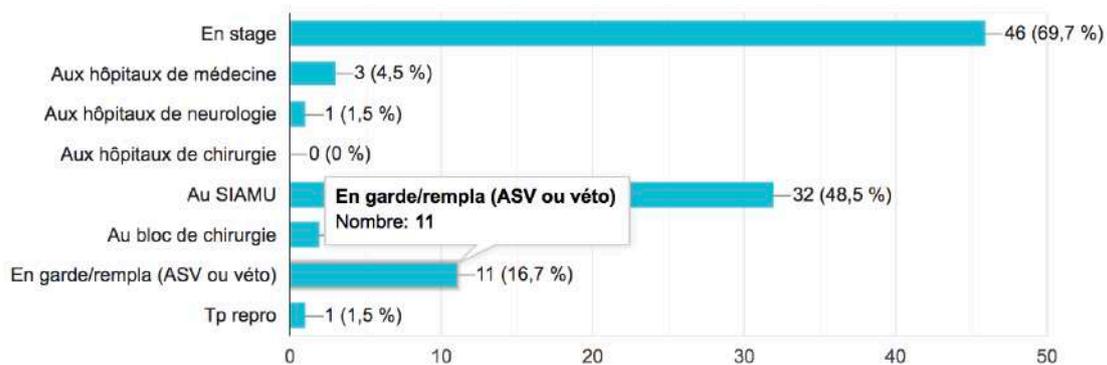
As-tu déjà réalisé toi même (partiellement ou entièrement) un sondage urinaire sur un chien mâle ?

221 réponses



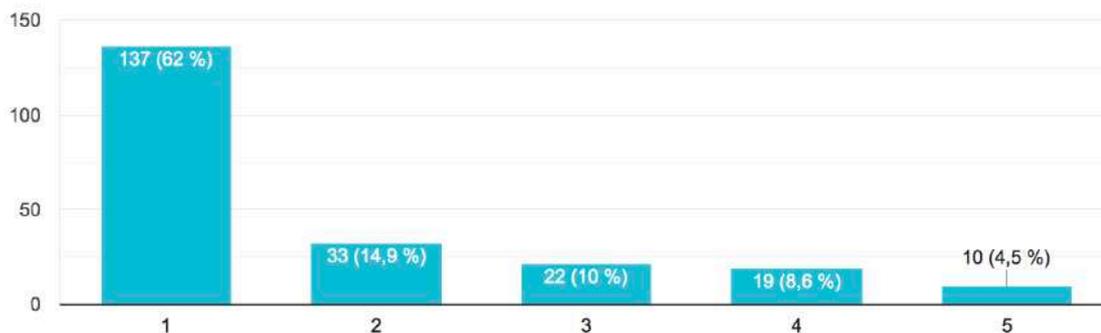
Si oui, où ?

66 réponses



Te sens-tu à l'aise avec ce geste ?

221 réponses



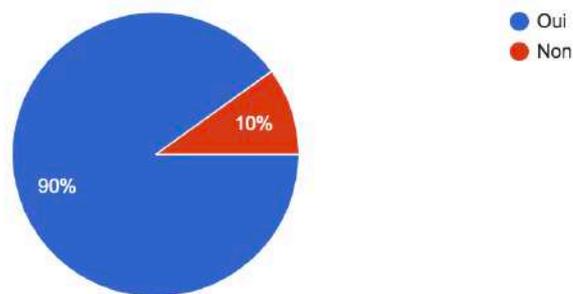
Vois-tu l'intérêt de l'ajout dans la salle de simulation d'un mannequin pédagogique permettant l'apprentissage du sondage urinaire sur un chien mâle ?

221 réponses



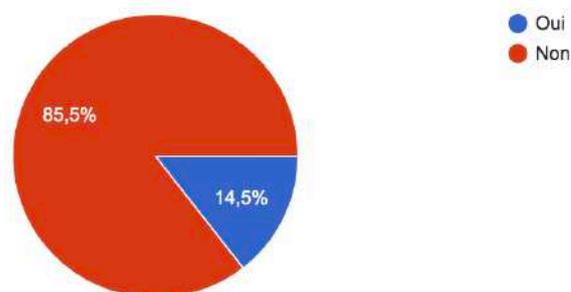
Serais-tu prêt(e) à te rendre volontaire en salle de simulation pour apprendre ce geste sur un mannequin pédagogique ?

221 réponses



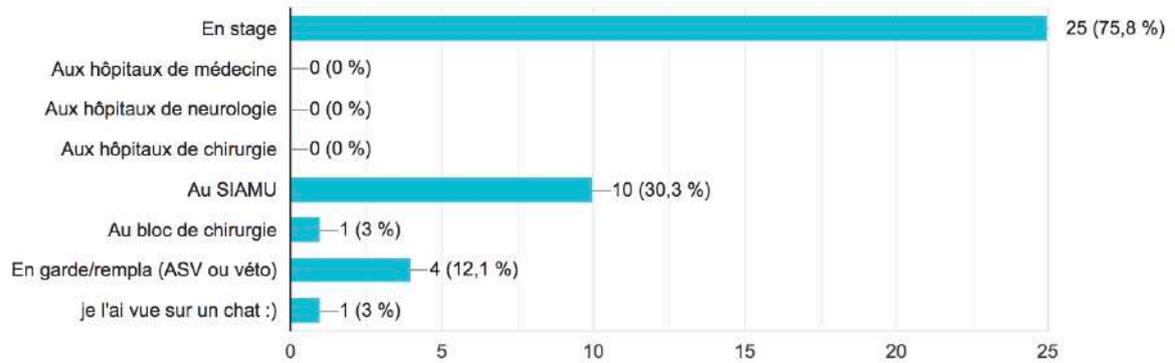
As-tu déjà vu une rétrohydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle ?

221 réponses



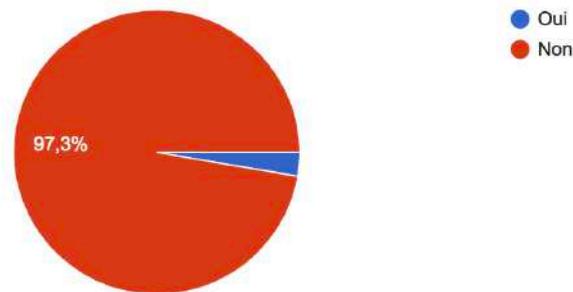
Si oui, où?

33 réponses



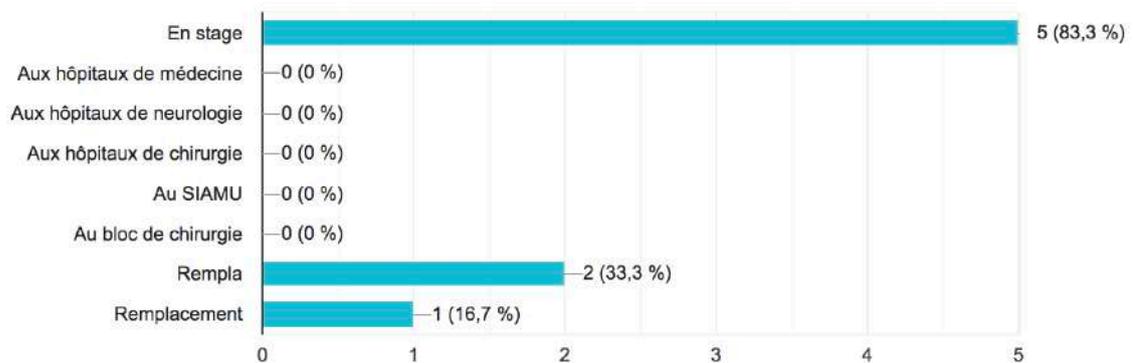
As-tu déjà réalisé (partiellement ou entièrement) une rétrohydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle ?

221 réponses



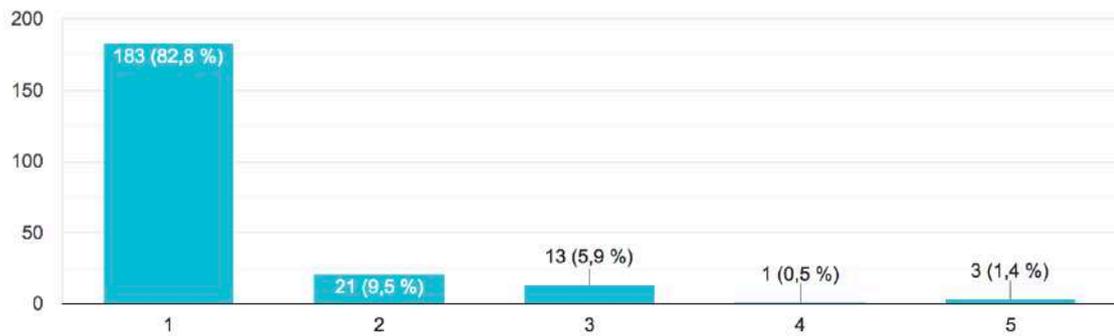
Si oui, où?

6 réponses



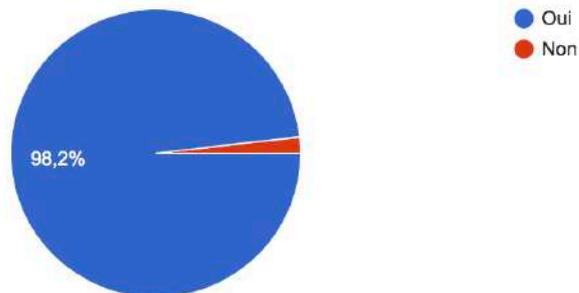
Es-tu à l'aise avec ce geste ?

221 réponses



Vois-tu l'intérêt de l'ajout dans la salle de simulation d'un mannequin pédagogique permettant l'apprentissage de la rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle ?

221 réponses



Vois-tu l'intérêt de l'ajout dans la salle de simulation d'un mannequin pédagogique permettant l'apprentissage de la rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle ?

221 réponses



Annexe 3 : Tableau récapitulatif des résultats de l'enquête auprès des étudiants

	TOUS REpondants CONFONDUS			1A			2A			3A			4A			5A			
	Taux	%	Moyenne	Taux	%	Moyenne	Taux	%	Moyenne	Taux	%	Moyenne	Taux	%	Moyenne	Taux	%	Moyenne	
ASSISTER À UN SONDAGE URINAIRE	133/221	60,2		11/35	31,4		16/39	47		30/63	47,6		40/45	88,8		36/39	92,3		
	En stage	120/133	90,2		11/11	100		16/16	100		30/30	100		35/40	87,5		28/36	77,7	
	A l'école	58/133	43,6		0/11	0		0/16	0		0/30	0		30/40	75		28/36	77,7	
REALISER UN SONDAGE URINAIRE	66/221	29,9		3/35	8,6		4/39	10,2		10/63	15,9		22/45	48,9		27/39	69,2		
	En stage	45/66	68,2		3/3	100		4/4	100		10/10	100		11/22	50		17/27	62,9	
	A l'école	35/66	53,0		0/3	0		0/4	0		0/10	0		14/22	63,6		22/27	81,5	
ECHELLE D'AISANCE POUR LE SONDAGE URINAIRE			1,8/5			1,1/5			1,23/5			1,39/5			2/5			3,31/5	
	Si déjà vu		2,22/5			1,18/5			1,5/5			1,6/5			2,12/5			3,47/5	
	Si déjà fait		3,18/5			1,67			2,75			2,4			2,82/5			4/5	
VOIR UN INTERET A L'AJOUT DU MANNEQUIN DE SONDAGE URINAIRE	216/221	97,7		35/35	100		39/39	100		62/63	98,4		45/45	100		35/39	89,7		
ETRE PRÊT A SE FORMER VOLONTAIRE À L'AIDE D'UN MANNEQUIN DE SONDAGE URINAIRE	199/221	90		33/35	94,3		38/39	97,4		59/63	93,7		42/45	93,3		27/39	69,2		
ASSISTER À UNE RÉTROHYDROPULSION	32/221	14,5		1/35	2,8		4/39	10,3		4/63	6,4		8/45	17,8		15/39	38,5		
	En stage	26/32	81,2		1/1	100		4/4	100		3/4	0,75		5/8	62,5		13/15	86	
	A l'école	13/32	40,6		0/1	0		0/4	0		1/4	0,25		3/8	37,5		9/15	60	
REALISER UNE RETROHYDROPULSION	6/221	2,7		0/35	0		0/39	0		0/63	0		1/45	2,2		5/39	12,8		
	En stage	6/6	100										1/1	100		5/5	100		
	A l'école	0/6	0										0/1	0		0/5	0		
ECHELLE D'AISANCE POUR LA RETROHYDROPULSION			1,3/5			1,06/5			1,03/5			1,11/5			1,24/5			2,05/5	
	Si déjà vu		2,09/5			1/5			1/5			1/5			1,75/5			2,93/5	
	Si déjà fait		3,83/5												2/5			4/5	
VOIR UN INTERET A L'AJOUT DU MANNEQUIN DE SONDAGE URINAIRE	217/221	98,2		35/35	100		39/39	100		62/63	98,4		44/45	97,8		37/39	94,9		
ETRE PRÊT A SE FORMER VOLONTAIRE À L'AIDE D'UN MANNEQUIN DE SONDAGE URINAIRE	204/221	92,3		33/35	94,3		38/39	97,4		59/63	93,7		42/45	93,3		32/39	82		



VetAgro Sup

Réalisation d'un sondage urinaire et mise en place d'un système de collecte des urines sur un chien mâle

Audrey Lucas, Claude Carozzo

Date de version 23/09/21 Numéro de version: 1.0

Justification du poste de travail

Le sondage urinaire fait partie des gestes techniques de base du vétérinaire. Ces objectifs se classent en trois grandes catégories :

- diagnostique (ex : prélèvement d'urine)
- thérapeutique (ex : perméabilisation de l'urètre)
- hygiénique (ex : mise en place d'un système de collection des urines)

Une dernière catégorie, moins importante, répond aux examens d'imagerie médicale qui nécessitent l'injection de produit de contraste par voie rétrograde.

Objectifs d'apprentissage

Être capable de réaliser un sondage urinaire sur un chien mâle en toute autonomie tout en respectant les conditions de stérilité.

Être capable de raccorder au sondage un système de collection des urines.

Méthodologie

→ Pré-requis : Cet atelier nécessite la maîtrise des ateliers « Mettre des gants stériles », « Réaliser un laçage chinois », « Réaliser un savonnage antiseptique ».

→ Cet atelier peut être réalisé en toute autonomie, toutefois la présence d'un assistant est fortement recommandée afin de respecter les règles de stérilité.

→ Cet atelier peut être réalisé à « l'aveugle » (condition réelle en clinique en ne visualisant que le méat urinaire) ou en toute visibilité (cette possibilité est offerte par le mannequin en visualisant l'arbre urinaire). Avant ou après votre premier essai, il est fortement conseillé d'ouvrir le mannequin afin de visualiser l'anatomie du bas appareil urinaire du chien.

PREPARATION DU MATERIEL

Étape 1 : Préparer la table en y disposant sur une alaise et de manière ordonnée le matériel suivant :

1- NETTOYAGE	<ul style="list-style-type: none"> - Une alaise - Un plateau de scrub contenant 3 compresses stériles imbibées de Chlorhexidine® savon + 3 compresses stériles imbibées de Chlorhexidine® solution - Une paire de gants non stériles 	2- SONDAGE	<ul style="list-style-type: none"> - Une sonde urinaire stérile de taille adaptée - Un gel lubrifiant et anesthésiant (Tronothane®) - Une seringue de 20 ml - Un haricot - Une bouteille de cristalloïde stérile (Versol®) - Une paire de gants stériles
3- FIXATION	<ul style="list-style-type: none"> - Fil de suture (monofilament irrésorbable décimale 3) - Un porte aiguille - Une paire de ciseau 	4- SYSTEME DE COLLECTE	<ul style="list-style-type: none"> - Un adaptateur universel - Une poche à urines - Un prolongateur



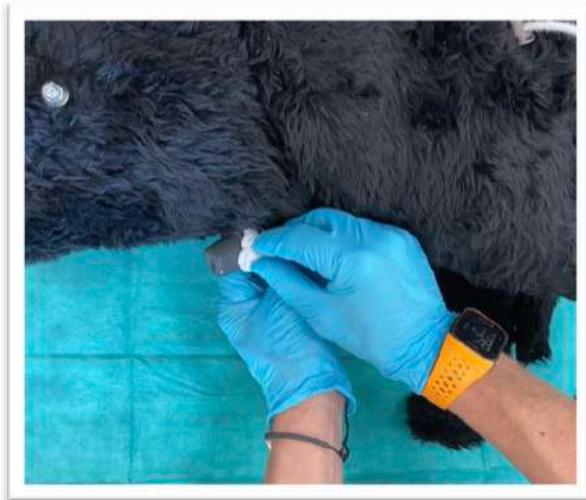
Rédaction
Audrey LUCAS

Révision
Pierre MOISSONNIER

PREPARATION DE L'ANIMAL

Une partie du fourreau ainsi que la zone entourant le prépuce doivent être tondues à blanc. Sur ce mannequin, la tonte est déjà réalisée.

Étape 2 : Dégager le fourreau en réalisant une légère extension de la hanche du membre sus-jacent. Mettre des gants non stériles et réaliser trois nettoyages successifs du fourreau ainsi que de la zone entourant le prépuce au moyen des compresses imbibées de Chlorhexidine® savon et solution (Savon → Solution → Savon → Solution → Savon → Solution).



PREPARATION DE L'OPERATEUR

Étape 3 : Mettre des gants stériles.

SONDAGE URINAIRE



Étape 4 : Sans que la sonde ne touche l'animal : mesurer la longueur de la sonde nécessaire en évaluant visuellement la distance séparant le méat urinaire de la vessie tout en prenant en compte le trajet de l'urètre. Les graduations présentes sur la sonde sont là pour repérer la longueur choisie.



Étape 5 : Ôter la protection stérile entourant la sonde sans toucher la sonde. Déposer une goutte de gel lubrifiant et anesthésiant et l'étendre sur les 10 premiers centimètres de la sonde.



Étape 6 : Avec l'autre main, extérioriser le pénis sur quelques centimètres en rétractant le prépuce. Une fois le pénis suffisamment extériorisé, le maintenir fermement afin d'éviter qu'il ne glisse à nouveau dans le fourreau.



Étape 7 : Tout en maintenant le pénis avec une main, insérer la sonde dans le méat avec l'autre main jusqu'au repère préalablement défini. Le glissement de la sonde doit s'effectuer de manière souple et délicate. Deux obstacles physiologiques peuvent induire une légère résistance au passage de la sonde : l'os pénien puis la courbure pelvienne. En cas de résistance, avancer délicatement le pénis puis faire progresser la sonde à nouveau.

Rédaction
Audrey LUCAS

Révision
Pierre MOISSONNIER



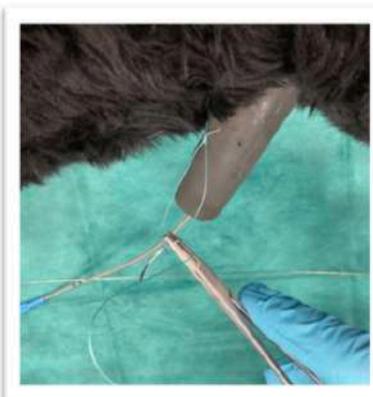
Étape 8 : Maintenir la sonde en place avec une main puis ôter le guide métallique avec l'autre main.



Étape 9 : Brancher la seringue au bout de la sonde et ponctionner. Si vous récoltez de l'urine, la sonde est bien positionnée, si non, la sonde n'est pas suffisamment enfoncée ou occluse (sable, calculs, protéines) ou dans une brèche de l'urètre, essayez à nouveau.

FIXATION DE LA SONDE

Étape 10 : Réaliser un laçage chinois en fixant votre premier point au point d'ancrage déjà présent sur l'extrémité du fourreau du mannequin.

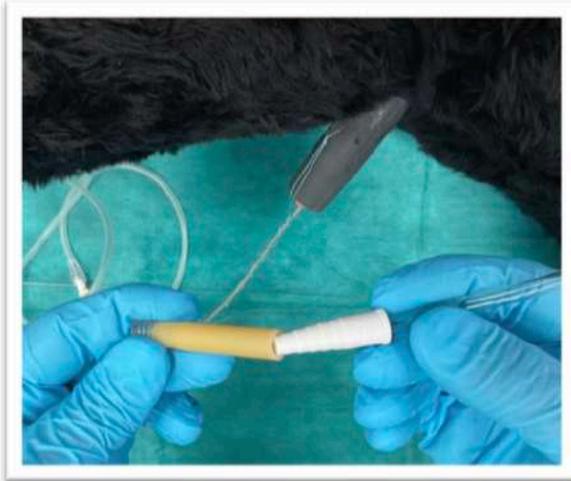
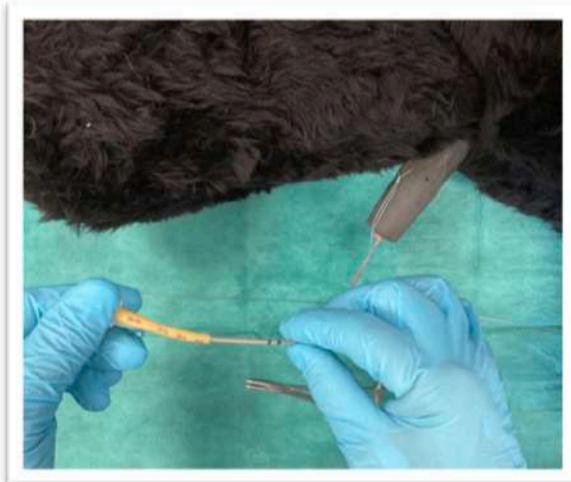


Rédaction
Audrey LUCAS

Révision
Pierre MOISSONNIER

MISE EN PLACE DU SYSTÈME DE COLLECTE DES URINES

Étape 11 : Brancher l'extrémité distale de la sonde à l'adaptateur universel, lui-même relié au prolongateur. Enfin raccorder le tout à la poche à urines puis positionner la de manière déclinée à l'animal. Noter toutes les informations cliniques pertinentes sur la poche de collection (date, heure, n° du dossier). Cela permet de connaître le volume de sécrétion du patient et calculer sa diurèse.



Rédaction
Audrey LUCAS

Révision
Pierre MOISSONNIER



CONSIGNES A RESPECTER APRES REALISATION DU SONDAGE

Remettre le mannequin dans son état initial : retrait du système de collecte, retrait du laçage, retrait de la sonde, nettoyage et rangement du poste.

Rédaction
Audrey LUCAS

Révision
Pierre MOISSONNIER



Réalisation d'une rétro-hydropulsion d'un calcul urétral sur un chien mâle (en binôme)

Audrey Lucas et Claude Carozzo

Date de version 23/09/21 Numéro de version: 1.0

Justification du poste de travail

Les lithiases urinaires sont des affections fréquentes chez le chien. Elles peuvent conduire à des obstructions des voies urinaires qui constituent des situations d'urgence. La rétro-hydropulsion de calcul urétral est une méthode de repermeabilisation des voies urinaires de première intention. Cette manipulation vise à repousser le calcul faisant obstruction jusqu'à la vessie avant de procéder au traitement définitif de l'affection (par exemple : extraction chirurgicale du calcul par cystotomie).

Objectif d'apprentissage

Être capable de réaliser une rétro-hydropulsion de calcul urétral sur un chien mâle (en binôme) tout en respectant les conditions de stérilité.

Méthodologie

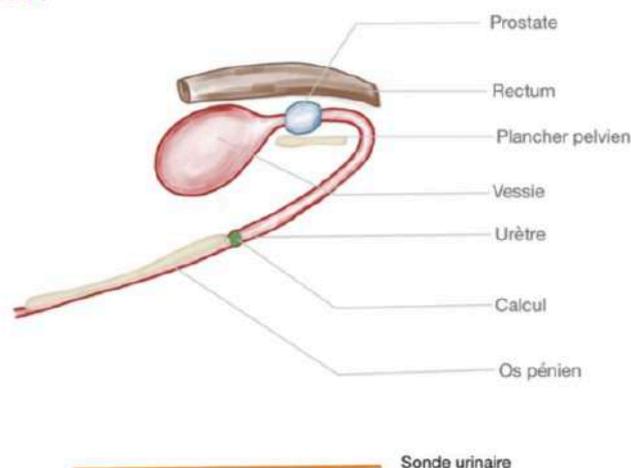
→ Pré-requis : Cet atelier nécessite la maîtrise des ateliers « Mettre des gants stériles », « Réalisation d'un sondage urinaire », « Réaliser un savonnage antiseptique ».

→ Cet atelier nécessite obligatoirement deux opérateurs.

→ Cet atelier peut être réalisé à « l'aveugle » (condition réelle en clinique en ne visualisant que le méat urinaire) ou en toute visibilité (cette possibilité est offerte par le mannequin en visualisant l'arbre urinaire). Avant ou après votre premier essai, il est fortement conseillé d'ouvrir le mannequin afin de visualiser l'anatomie du bas appareil urinaire du chien.

PRINCIPE DE LA MÉTHODE DE RETROHYDROPULSION :

En cas d'obstruction urétrale par un calcul urinaire et lorsque qu'un sondage urinaire simple ne suffit pas, la rétro-hydropulsion est une méthode permettant de faire migrer de façon rétrograde les calculs du site d'obstruction vers la vessie avant de procéder à leur dissolution médicale ou à leur retrait chirurgical. Bien qu'il soit possible de la réaliser sur animal vigile, afin d'induire une myorelaxation de l'urètre, de limiter la douleur et de faciliter la procédure, il est recommandé de placer l'animal sous anesthésie générale.



PREALABLES

→ Avant de procéder à une rétro-hydropulsion, il convient de dénombrer et localiser les calculs urétraux à l'aide de l'examen d'imagerie médicale approprié.

→ Il convient de vérifier l'état de réplétion de la vessie afin d'éviter tout risque de surpression vésicale.

Rédaction
Audrey LUCAS

Révision
Pierre MOISSONNIER

PRÉPARATION DU MATÉRIEL

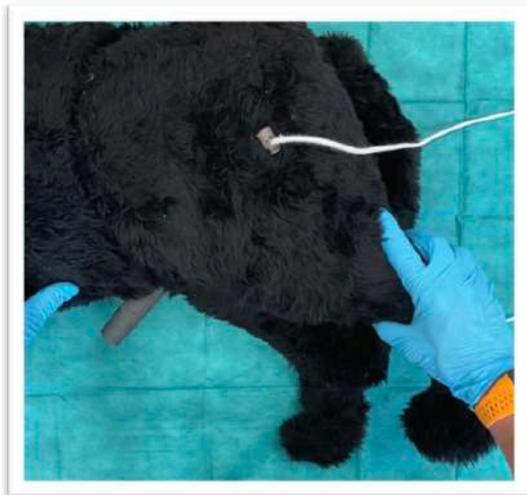
Étape 1 : Préparer la table en y disposant sur champ stérile et de manière ordonnée le matériel suivant :

1- NETTOYAGE	<ul style="list-style-type: none">- Une alaise- Un plateau de savonnage contenant 3 compresses stériles imbibées de Chlorhexidine® savon + 3 compresses stériles imbibées de Chlorhexidine® solution- Deux paires de gants non stériles	2- SONDAGE ET RÉTROHYDRO-PULSION	<ul style="list-style-type: none">- Une sonde urinaire stérile de taille adaptée- Un gel lubrifiant et anesthésiant (Tronothane®)- Une seringue de 20 ml- Un haricot- Une bouteille de soluté cristalloïde stérile (Versol®)- Une paire de gants stériles
---------------------	---	---	--

PREPARATION DE L'ANIMAL

Une partie du fourreau ainsi que la zone entourant le prépuce doivent être tondus à blanc. Sur ce mannequin, la tonte est déjà réalisée.

Étape 2 : Dégager le fourreau en réalisant une légère extension de la hanche du membre sus-jacent. Mettre des gants non stériles et réaliser trois nettoyages successifs du fourreau ainsi que de la zone entourant le prépuce au moyen des compresses imbibées de Chlorhexidine® savon et solution. (Savon → Solution → Savon → Solution → Savon → Solution)



PREPARATION DES OPERATEURS

Étape 3 :

Opérateur A : mettre des gants stériles.

Opérateur B : mettre des gants non stériles.

SONDAGE URINAIRE ET RÉTROHYDROPULSION



Étape 4 : (Opérateur A) Sans que la sonde ne touche l'animal : mesurer la longueur de la sonde nécessaire en évaluant visuellement la distance séparant le méat urinaire de la vessie tout en prenant en compte le trajet de l'urètre. Les graduations présentes sur la sonde sont là pour repérer la longueur choisie.

Étape 5 : Ôter la protection stérile entourant la sonde sans toucher la sonde. Déposer une goutte de gel lubrifiant et anesthésiant et l'étendre sur les 10 premiers centimètres de la sonde.



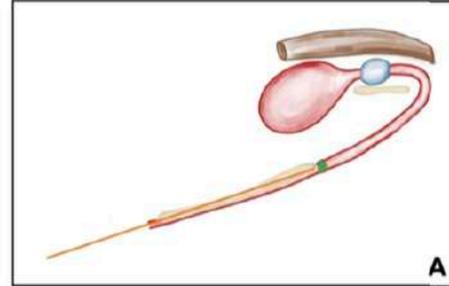
Étape 6 : (Opérateur A) Avec l'autre main, extérioriser le pénis sur quelques centimètres en rétractant le prépuce. Une fois le pénis suffisamment extériorisé, le maintenir fermement afin d'éviter qu'il ne glisse à nouveau dans le fourreau.

Rédaction
Audrey LUCAS

Révision
Pierre MOISSONNIER



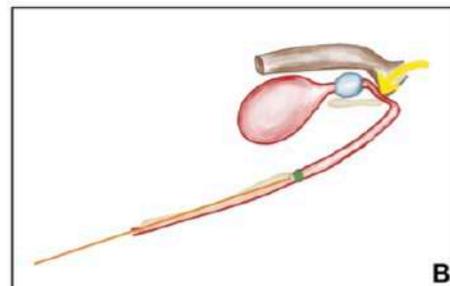
Étape 7 : (Opérateur A) Tout en maintenant le pénis avec une main, insérer la sonde dans le méat avec l'autre main jusqu'à buter sur le calcul.



Étape 8 : (Opérateur A) Ôter le guide métallique de la sonde et la faire progresser jusqu'au calcul (schéma A) puis brancher une seringue remplie de cristalloïde isotonique stérile à l'extrémité libre de la sonde urinaire. Faire l'étanchéité entre la sonde et l'urètre en pinçant l'extrémité du pénis.



Étape 9 : (Opérateur B) Par voie transrectale et gants lubrifié par de la vaseline, repérer le trajet de l'urètre en palpant la zone en regard du plancher pelvien puis comprimer l'urètre avec un doigt.

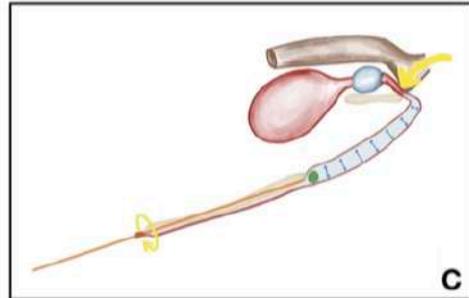


Rédaction
Audrey LUCAS

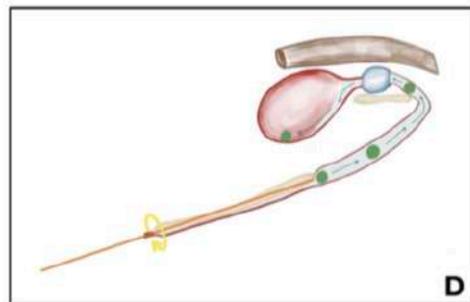
Révision
Pierre MOISSONNIER



Étape 10 : (Opérateur A) Injecter du liquide isotonique stérile sous pression jusqu'à son reflux malgré le pincement de l'urètre.



Étape 11 : (Opérateur B) Relâcher brusquement la compression afin de faire migrer les calculs sous pression vers la vessie (schéma D).



Il convient enfin de vérifier la localisation finale des calculs avec la même technique d'imagerie médicale utilisée précédemment.

CONSIGNES À RESPECTER APRES LE SONDAGE :

Remettre le mannequin dans son état initial : retrait de la sonde, nettoyage et rangement du poste.

Rédaction
Audrey LUCAS

Révision
Pierre MOISSONNIER

DEVELOPPEMENT D'UN MODELE DE SIMULATION A VISEE PEDAGOGIQUE D'UN SONDAGE URINAIRE AVEC POSSIBILITE DE RETRO-HYDROPULSION DE CALCULS URETRAUX CHEZ LE CHIEN MALE

Auteur

LUCAS Audrey

Résumé

En médecine vétérinaire, l'apprentissage par simulation est en plein développement. Cette méthodologie constitue un pont entre l'apprentissage théorique et sa mise en application, elle apporte confort, répétabilité, sécurité, réflexion, droit à l'erreur et efficacité aux apprenants.

Le sondage urinaire du chien mâle, et dans une moindre mesure la rétro-hydropulsion de calcul urétral, comme tous les autres actes vétérinaires de base, se doivent d'être vus et maîtrisés par l'ensemble des étudiants avant la fin de leur cursus. L'objectif de cette thèse est de démontrer l'intérêt de l'élaboration d'un support pédagogique permettant l'apprentissage de ces deux procédures avant d'en expliquer la conception.

Dans une première partie, des rappels anatomiques et pathologiques ont permis de mettre en avant les subtilités du bas appareil urinaire du chien mâle et de replacer ces deux actes dans leurs contextes précis. La deuxième partie justifie l'élaboration d'un tel mannequin en s'articulant autour d'une description pratique et théorique des procédures précédemment citées et d'une enquête réalisée auprès des étudiants de Vetagro Sup. La troisième partie de ce manuscrit relate les étapes de conception du modèle ainsi que ses modalités d'utilisation avant de discuter de ses limites et améliorations possibles.

Mots-clés

Cathétérisme urinaire, Lithiases urinaires, Chien, Apprentissage, Obstruction, Appareil urinaire

Jury

Président du jury	:	Pr	BRETON Pierre
Directeur de thèse	:	Dr	CAROZZO Claude
1 ^{ère} assesseur	:	Dr	POUZOT-NEVORET Céline
2 ^{ème} assesseur	:	Pr	VIGUIER Éric