



**HAL**  
open science

## Mesure du volume vésical résiduel chez le chien et le chat : validation du Portascan 3D

Claire Dominjon

► **To cite this version:**

Claire Dominjon. Mesure du volume vésical résiduel chez le chien et le chat : validation du Portascan 3D. Médecine vétérinaire et santé animale. 2023. dumas-04303133

**HAL Id: dumas-04303133**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04303133v1>

Submitted on 23 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Année 2023

# MESURE DU VOLUME RÉSIDUEL VÉSICAL CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT : VALIDATION DU PORTASCAN 3D®

## THÈSE

pour obtenir le diplôme d'État de

## DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

la Faculté de Médecine de Créteil (UPEC)

le 19 octobre 2023

par

**Claire, Marie DOMINJON**

sous la direction de

**Christelle MAUREY-GUÉNEC**

## JURY

<b>Président du jury :</b>	<b>M. Mathieu MANASSERO</b>	Professeur à l'EnvA
<b>Directrice de thèse :</b>	<b>Mme Christelle MAUREY-GUÉNEC</b>	Professeur à l'EnvA
<b>Examineur :</b>	<b>M. Jérémy MORTIER</b>	Maître de Conférences à l'EnvA



Liste des enseignants intervenant dans l'encadrement des thèses de Doctorat vétérinaire



Version juillet 2023

Liste des Professeurs et Maîtres de conférences titulaires de l'HDR

M	Adjou	Karim	Professeur	DPASP
M	Audigié	Fabrice	Professeur	DEPEC
M	Bellier	Sylvain	Professeur	DSBP
M	Blaga	Radu	Professeur	DSBP
M	Blot	Stéphane	Professeur	DEPEC
M	Boulouis	Henri-Jean	Professeur émérite	DSBP
Mme	Chahory	Sabine	Professeur	DEPEC
M	Chateau	Henry	Professeur	DSBP
Mme	Chetboul	Valerie	Professeur	DEPEC
Mme	Crevier-Denoix	Nathalie	Professeur	DSBP
M	Degueurce	Christophe	Professeur	DSBP
M	Denoix	Jean-Marie	Professeur	DEPEC
M	Desquilbet	Loïc	Professeur	DSBP
Mme	Dufour	Barbara	Professeur émérite	DPASP
M	Eloit	Marc	Professeur	DSBP
M	Fayolle	Pascal	Professeur émérite	DEPEC
M	Federighi	Michel	Professeur	DPASP
M	Fontbonne	Alain	Professeur	DEPEC
Mme	Gilbert	Caroline	Professeur	DSBP
M	Grandjean	Dominique	Professeur	DEPEC
Mme	Grimard-Ballif	Bénédicte	Professeur	DPASP
Mme	Haddad-Hoang Xuan	Nadia	Professeur	DPASP
M	Jouvion	Gregory	Professeur	DSBP
M	Kohlhauer	Matthias	Professeur	DSBP
Mme	Le Poder	Sophie	Professeur	DSBP
Mme	Le Roux	Delphine	Maître de conférences HDR	DSBP
M	Manassero	Mathieu	Professeur	DEPEC
Mme	Maurey-Guéneç	Christelle	Professeur	DEPEC
M	Millemann	Yves	Professeur	DPASP
Mme	Pilot-Storck	Fanny	Professeur	DSBP
M	Ponter	Andrew	Professeur	DPASP
Mme	Risco-Castillo	Véronica	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Rivière	Julie	Maître de conférences HDR	DPASP
Mme	Robert	Céline	Professeur	DSBP
M	Tiret	Laurent	Professeur	DSBP
M	Tissier	Renaud	Professeur	DSBP
M	Verwaerde	Patrick	Professeur	DEPEC
Mme	Viateau	Véronique	Professeur	DEPEC

Liste des Maîtres de conférences et Ingénieurs de recherche DMV

M	Amé	Pascal	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barassin	Isabelle	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barbarino	Alix	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Benckroun	Ghita	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Bertoni	Lelia	Maître de conférences	DEPEC
M	Bolnot	François	Maître de conférences	DPASP
Mme	Canonne-Guibert	Morgane	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Chevallier	Lucie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Cochet-Faivre	Noëlle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Cordonnier-Lefort	Nathalie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Coudry	Virginie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Crepeaux	Guillemette	Maître de conférences	DSBP
M	Crozet	Guillaume	Maître de conférences	DPASP
Mme	De Paula Reis	Alline	Maître de conférences	DPASP
M	Delsart	Maxime	Maître de conférences	DPASP
Mme	Denis	Marine	Ingénieur de recherche (DMV)	DPASP
M	Deshuillers	Pierre	Maître de conférences	DSBP
M	Gauthier	Michel	Maître de conférences associé	DPASP
Mme	Guérin	Virginie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Guétin-Poirier	Valentine	Maître de conférences	DPASP
Mme	Jacquet	Sandrine	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Kurtz	Maxime	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Lagrée	Anne-Claire	Maître de conférences	DSBP
Mme	Le Dudal	Marine	Ingénieur de recherche (DMV)	DSBP
Mme	Legrand	Chantal	Maître de conférences associé	DSBP
M	Mammeri	Mohamed	Maître de conférences	DSBP
Mme	Manguin	Estelle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Marignac	Genevieve	Maître de conférences	DSBP
Mme	Marotto	Stéphanie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Maurice	Emeline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Mespoules-Rivière	Céline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Mtimet	Narjès	Maître de conférences	DPASP
M	Mortier	Jérémy	Maître de conférences associé	DEPEC
M	Nudelmann	Nicolas	Maître de conférences	DEPEC
M	Pignon	Charly	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Polack	Bruno	Maître de conférences	DSBP
Mme	Quéré	Émilie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Ravary-Plumioën	Bérandère	Ingénieur de recherche (DMV)	DPASP
M	Reyes-Gomez	Edouard	Maître de conférences	DSBP
Mme	Rose	Hélène	Maître de conférences associé	DSBP
M	Tanquerel	Ludovic	Maître de conférences	DEPEC



# Remerciements

**Au Président du Jury de cette thèse, M. Mathieu MANASSERO, Professeur à l'EnvA,**  
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.  
Hommages respectueux.

**À Mme Christelle MAUREY, Professeur à l'EnvA,**  
Qui nous a fait l'honneur d'encadrer ce travail. Pour sa disponibilité, ses nombreux conseils  
et sa précieuse contribution à l'élaboration et à la précision de ce document.  
Sincères remerciements.

**À M. Jérémy MORTIER, Maître de conférences à l'EnvA,**  
Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse.  
Sincères remerciements.

**À M. Loïc DESQUILBET, Professeur à l'EnvA,**  
Pour ses précieux conseils et explications.  
Sincères remerciements.

**À Mme Diane PICHARD et M. Hugo KAUFFMAN, vétérinaires,**  
Pour leur aide dans la réalisation de ce travail.  
Merci.

**À ma famille et mes amis,**  
Merci.



# Table des matières

---

Liste des figures.....	5
Liste des tableaux .....	7
Liste des abréviations.....	9
Introduction .....	11
<b>Première partie : bibliographie.....</b>	<b>13</b>
1. Rappels sur l'anatomie et la physiologie du bas appareil urinaire chez le chien et le chat....	13
1.1. Anatomie et histologie du bas appareil urinaire chez le chien et le chat .....	13
1.1.1. La vessie .....	13
1.1.1.1. Topographie .....	13
1.1.1.2. Conformation externe et interne .....	13
□ Abouchement des uretères .....	13
□ Histologie .....	13
1.1.2. Urètre.....	15
1.1.2.1. Histologie .....	15
1.1.2.2. Chez la femelle .....	15
1.1.2.3. Chez le mâle .....	16
□ Dans l'espèce canine .....	16
□ Dans l'espèce féline .....	17
1.2. Vascularisation et innervation des structures .....	18
1.2.1. Vascularisation des structures.....	18
1.2.2. Innervation du bas appareil urinaire.....	19
1.2.2.1. Innervation végétative .....	19
□ Innervation sympathique .....	19
□ Innervation parasympathique .....	20
1.2.2.2. Innervation somatique .....	20
1.2.2.3. Innervation sensitive.....	21
1.2.2.4. Système nerveux central.....	22
1.3. Physiologie de la miction .....	23
1.3.1. Phase de remplissage ou de stockage .....	23
1.3.2. Phase de vidange .....	24
2. Intérêt de la mesure du volume vésical résiduel .....	25
2.1. Pathologie et dysfonction de la phase de vidange .....	26
2.1.1. Atonie du détrusor .....	26
2.1.1.1. Origine neurogénique : vessie de type motoneurone périphérique .....	26
2.1.1.2. Origine myogénique .....	26
2.1.2. Hypertonie sphinctérienne .....	27
2.1.2.1. Dyssynergie vésico-sphinctérienne.....	27
2.1.2.2. Vessie de type motoneurone central .....	27
2.1.3. Dysautonomie.....	27
2.1.4. Obstruction urétrale .....	28
2.1.4.1. Dans l'espèce canine .....	28
2.1.4.2. Dans l'espèce féline .....	28
2.1.5. Affection systémique et rétention urinaire.....	29
2.1.6. Facteurs de risques chez l'Homme.....	30
2.1.7. Conséquences d'une rétention urinaire .....	30
2.1.7.1. Fonction rénale .....	30
2.1.7.2. Hypotonie du détrusor .....	31
2.1.7.3. ITU .....	31
2.1.8. Prise en charge de la rétention urinaire chez le chien et le chat.....	31
2.2. Méthodes de mesure .....	32

2.2.1. Cathétérisme urétral .....	32
2.2.2. Radiographie abdominale .....	32
2.2.3. Echographie .....	33
2.2.3.1. Approche 2D .....	33
2.2.3.2. Approche 3D .....	34
2.3. <i>Place de l'échographie 3D chez l'Homme</i> .....	35
2.3.1. Stratégie et gestion de la rétention urinaire .....	35
<b>Deuxième partie : étude expérimentale</b> .....	<b>37</b>
1. Introduction .....	37
2. Matériels et méthodes .....	37
2.1. <i>Sélection</i> .....	37
2.1.1. Population d'étude .....	37
2.1.2. Protocole expérimental .....	37
2.1.2.1. Conditions de la prise de mesure par le Portascan 3D MD-6000® .....	37
2.1.2.2. Protocole .....	38
2.2. <i>Etude statistique</i> .....	39
3. Résultats .....	40
3.1. <i>Dans l'espèce canine</i> .....	40
3.1.1 Population animale étudiée .....	40
3.1.1.1. Affections motivant le cathétérisme urétral .....	40
3.1.1.2. Poids .....	41
3.1.1.3. Statut sexuel .....	42
3.1.1.4. Race .....	42
3.1.2. Concordance entre les deux méthodes .....	43
3.2. <i>Dans l'espèce féline</i> .....	45
3.2.1. Population animale étudiée .....	45
3.2.1.1. Affections motivant un cathétérisme urétral .....	45
3.2.1.2. Poids .....	46
3.2.1.3. Statut sexuel .....	46
3.2.1.4. Race .....	47
3.2.2. Concordance entre les deux méthodes .....	48
3.3. <i>Résultats obtenus après élimination des valeurs extrêmes</i> .....	50
3.3.1. Dans l'espèce canine .....	51
3.3.2. Dans l'espèce féline .....	51
4. Discussion .....	52
4.1. <i>Analyse des résultats</i> .....	52
4.1.1. Validité du Portascan 3D MD-6000® .....	52
4.1. ....	52
4.1.1.1. Dans l'espèce canine .....	52
4.1.1.2. Dans l'espèce féline .....	53
4.1.1.3. Résultats obtenus par élimination des valeurs extrêmes .....	53
4.1.1.4. Explication des mesures aberrantes .....	54
4.1.2. Représentativité de la population étudiée .....	54
4.1.2.1. Poids .....	54
□ Dans l'espèce canine .....	54
□ Dans l'espèce féline .....	54
4.1.2.2. Statut sexuel .....	54
□ Dans l'espèce canine .....	54
□ Dans l'espèce féline .....	54
4.1.2.3. Race .....	55
□ Dans l'espèce canine .....	55
□ Dans l'espèce féline .....	55
4.2. <i>Limites de notre travail</i> .....	55
4.2.1. Taille de vessie .....	55
4.2.2. Forme de vessie .....	55

4.2.3. Présence d'épanchement .....	56
4.2.4. Mise en place en pratique.....	56
4.3. <i>Perspectives</i> .....	56
<b>Conclusion</b> .....	<b>57</b>
<b>Liste des références bibliographiques</b> .....	<b>59</b>
<b>Annexe 1</b> .....	<b>63</b>
<b>Annexe 2</b> .....	<b>64</b>
<b>Annexe 3</b> .....	<b>69</b>
<b>Annexe 4</b> .....	<b>72</b>

---



# Liste des figures

---

Figure 1 : Schéma d'une vessie chez un chien mâle, vue ventrale (gauche), vue de la jonction urétéro-vésicale (droite) (Liebich et König, 2004) .....	15
Figure 2 : Schéma du bas appareil urinaire chez la femelle (Fletcher et Clarkson, 2011) .....	16
Figure 3 : Schéma du bas appareil urinaire chez un chien mâle (Johnston et Tobias, 2018) .....	17
Figure 4 : Coupe transversale de l'urètre prostatique chez un chien mâle (Cullen <i>et al.</i> , 1981) .....	17
Figure 5 : Coupe transversale de l'urètre prostatique chez un chat mâle (Cullen <i>et al.</i> , 1983) .....	18
Figure 6 : Vascularisation du bas appareil urinaire chez un chien mâle (A) et une femelle (B) (Johnston et Tobias, 2018) .....	19
Figure 7 : Voie efférente du bas appareil urinaire chez le chat mâle (Fletcher et Clarkson, 2011) .....	20
Figure 8 : Connexions neuronales entre le cerveau et la moelle épinière sacrée dans la régulation de la miction chez le chat (de Groat <i>et al.</i> , 2014) .....	23
Figure 9 : Phase de stockage de l'urine (de Groat <i>et al.</i> , 2014) .....	24
Figure 10 : Phase de vidange (de Groat <i>et al.</i> , 2014) .....	25
Figure 11 : Photographie de l'écran du Portascan 3D MD-6000 <sup>®</sup> surlignant le contour de la vessie en vert (source personnelle) .....	38
Figure 12 : Photographie de l'écran du Portascan 3D MD-6000 <sup>®</sup> avec modélisation de la vessie et calcul du volume correspondant (source personnelle) .....	39
Figure 13 : Représentation graphique de la proportion des affections rencontrées chez les chiens de la population d'étude .....	41
Figure 14 : Répartition du poids des chiens de la population d'étude .....	41
Figure 15 : Représentation graphique du nombre de chiens de la population d'étude en fonction de leur sexe et de leur statut sexuel .....	42
Figure 16 : Représentation graphique du nombre de chiens par race de la population d'étude .....	42
Figure 17 : Représentation graphique du coefficient de concordance de Lin sur les chiens de notre étude .....	44
Figure 18 : Représentation graphique de Bland et Altman pour des différences relatives sur les chiens de la population d'étude .....	45
Figure 19 : Représentation graphique des affections rencontrées sur les chats de la population d'étude .....	46
Figure 20 : Représentation graphique du poids des chats de la population d'étude .....	46

Figure 21 : Représentation graphique du nombre de chats de la population d'étude en fonction de leur sexe et de leur statut sexuel .....	47
Figure 22 : Représentation graphique du nombre de chats de la population d'étude par race .....	47
Figure 23 : Représentation graphique du coefficient de concordance de Lin sur les chats de la population d'étude .....	49
Figure 24 : Représentation graphique de Bland et Altman pour des différences relatives sur les chats de la population d'étude .....	50
Figure 25 : Représentation graphique de Bland et Altman pour des différences relatives sur les chiens de la population d'étude sans les valeurs extrêmes .....	51
Figure 26 : Représentation graphique de Bland et Altman pour des différences relatives sur les chats de la population d'étude sans les valeurs extrêmes .....	52

# Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Résumé du contingent périphérique de l'innervation du bas appareil urinaire (Byron, 2015).....	21
Tableau 2 : Types de fibres afférentes et leur fonction (Leroi et Le Normand, 2007) .....	22
Tableau 3 : Résumé des causes de rétention urinaire chez le chien et le chat (Lane, 2000) .....	29
Tableau 4 : Prise en charge d'une rétention urinaire chez les carnivores domestiques (Lane, 2000) .....	32
Tableau 5 : Estimations échographiques du volume vésical .....	34
Tableau 6 : Choix de la taille de l'échantillon .....	39
Tableau 7 : Volumes mesurés sur des chiens par cathétérisme urétral et le Portascan MD-6000® .....	43
Tableau 8 : Volumes mesurées sur les chats par différentes méthodes .....	48
Tableau 9 : Valeurs aberrantes de notre étude.....	50

---



# Liste des abréviations

---

RPM : résidu post-mictionnel

ITU : infection du tractus urinaire

PAG : substance grise périaqueducale

PMC : centre pontique de la miction

CCC : coefficient de concordance

MBAUF : maladie du bas appareil urinaire félin



# Introduction

---

Le volume vésical résiduel, ou résidu post-mictionnel (RPM), correspond à la quantité d'urine dans la vessie après vidange vésicale. Sa mesure, encore peu développée chez les carnivores domestiques, représente un intérêt clinique important afin d'appréhender l'intégrité de la vidange vésicale.

En médecine humaine, il a été prouvé qu'une persistance d'un RPM élevé est à l'origine d'hypotonie du détroisor ou encore favorise les infections du bas appareil urinaire. La mesure du RPM est notamment utilisée en contexte d'hospitalisation, afin de déterminer quel patient a réellement besoin d'un cathétérisme urétral. Cela permet ainsi de réduire les risques d'infection urinaire iatrogène secondaires au cathétérisme, responsable de 80% des infections urinaires en milieu hospitalier (Johansson *et al.*, 2013).

Actuellement la méthode de référence de mesure de RPM chez l'animal reste une technique invasive par cathétérisme urétral. Cette étude vise à valider un appareil de mesure non invasive, le PORTASCAN 3D MD-6000<sup>®</sup> de Laborie, *via* une sonde échographique à rotation axiale qui permet la réalisation de plusieurs coupes analysées par un algorithme et calculant un volume vésical précis. L'objectif de ce travail est de valider cet appareil de mesure, déjà utilisé chez l'homme, chez le chien et le chat.



# Première partie : bibliographie

---

## 1. Rappels sur l'anatomie et la physiologie du bas appareil urinaire chez le chien et le chat

Le bas appareil urinaire composé de la vessie, de l'urètre et du segment caudal de chaque uretère forme un complexe permettant le stockage et l'évacuation de l'urine. Présent en partie caudale de l'abdomen son bon fonctionnement dépend non seulement du système nerveux central et périphérique mais aussi du système neurovégétatif et somatique (de Groat *et al.*, 2014).

### 1.1. Anatomie et histologie du bas appareil urinaire chez le chien et le chat

#### 1.1.1. La vessie

La vessie est un organe musculo-membraneux creux assurant le stockage de l'urine avant son évacuation aussi appelée miction. L'urine y est amenée par les uretères puis s'évacue par l'urètre (Liebich et König, 2004).

##### 1.1.1.1. Topographie

Chez les carnivores, la vessie se situe dans l'abdomen mais son positionnement dépend de son remplissage. Elle peut ainsi reposer sur le pubis ou s'étendre jusqu'à l'ombilic. Elle est maintenue en place par le péritoine la recouvrant et formant trois ligaments : un ligament médian et deux ligaments latéraux. Ce sont dans ces derniers que les uretères cheminent (Fletcher et Clarkson, 2011).

##### 1.1.1.2. Conformation externe et interne

La vessie peut être divisée en 3 régions : l'apex, partie crâniale, le corps, partie intermédiaire, et le col, partie caudale en continuité avec l'urètre.

#### □ Abouchement des uretères

La partie caudale des uretères pénètrent obliquement dans la paroi de la vessie pour s'aboucher dans la région du col (Figure 1). Les uretères sont principalement composés de fibres musculaires circulaires sauf dans cette région où les fibres musculaires longitudinales sont majoritaires. Ces dernières vont se prolonger dans la paroi de la vessie. C'est ce passage oblique dans la musculature et la pression intra vésicale qui permet d'empêcher un reflux vésico-urétéral (Fletcher et Clarkson, 2011).

#### □ Histologie

En tant qu'organe creux la vessie est composée d'une lumière, d'une muqueuse, d'une sous-muqueuse, d'une musculature et d'une séreuse. La présence d'une musculo-muqueuse entre la *lamina propria* et la sous-muqueuse est inconstante. La paroi de la vessie est tapissée par un

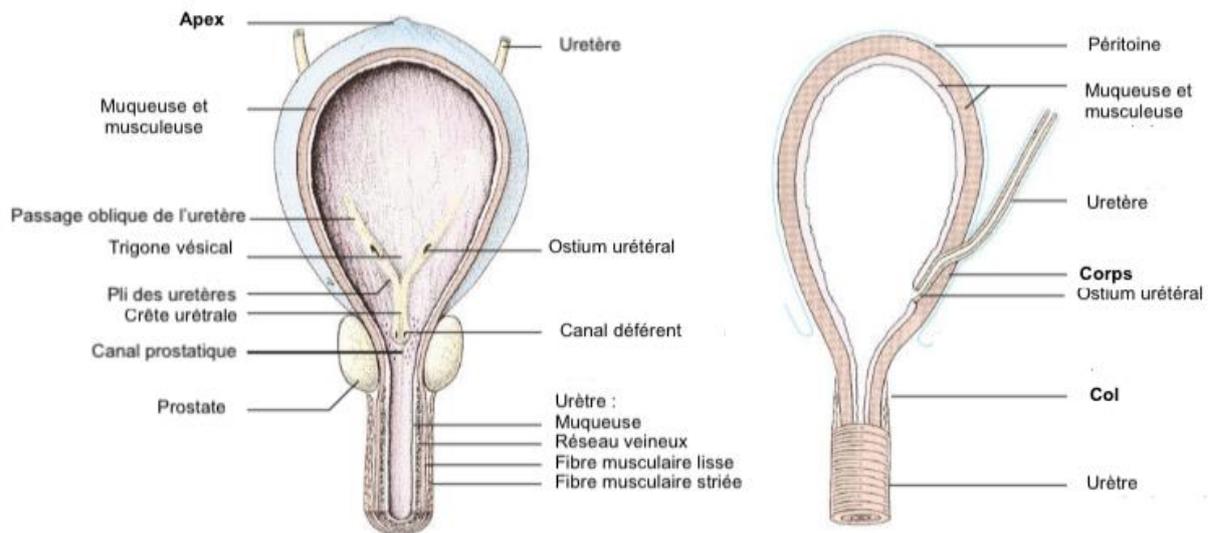
épithélium transitionnel qui possède la particularité d'être bactériostatique par la sécrétion de glycosaminoglycanes. Sous l'épithélium s'étend dans la *lamina propria* un vaste réseau capillaire. (Fletcher et Clarkson, 2011).

La muqueuse forme de nombreux plis qui disparaissent lorsque la vessie se distend à l'exception de deux plis composés de faisceaux musculaires longitudinaux. Ces derniers débutent à l'abouchement des uretères et cheminent jusqu'au col de la vessie où il se rejoignent pour former la crête urétrale se prolongeant dans l'urètre. Le triangle ainsi tracé porte le nom de trigone vésical (Figure 1) (Liebich et König, 2004). Macroscopiquement c'est un triangle lisse présent sur la face interne et dorsale de la vessie (Fletcher et Clarkson, 2011).

La musculature varie en fonction de la région de la vessie. Le muscle détrusor est un muscle lisse présent au niveau de l'apex et du corps de la vessie. Il permet l'expulsion de l'urine lors de sa contraction. Ses fibres sont arrangées de manière aléatoire mêlant des faisceaux longitudinaux et circulaires. Lors de la distension de la vessie, la paroi s'affine et ses fibres musculaires se réorganisent les unes par rapport aux autres de manière tangentielle. C'est pourquoi le muscle détrusor peut perdre son tonus potentiel en cas de distension majeure. Au niveau du col de la vessie et dans la partie proximale de l'urètre on retrouve le sphincter musculaire lisse aussi appelé sphincter interne de l'urètre. Sa sous-muqueuse est principalement composée de fibres élastiques. Sa musculature comporte à la fois des fibres musculaires longitudinales du trigone vésical et des fibres circulaires, ces dernières étant majoritaires. Quelques faisceaux musculaires du détrusor se prolongent néanmoins jusque dans cette région pour permettre l'ouverture du sphincter (Fletcher et Clarkson, 2011).

De manière similaire aux fibres du détrusor les nerfs présents dans la paroi de la vessie forment un réseau sinueux pour mieux s'adapter à la distension de celle-ci (Fletcher et Clarkson, 2011).

**Figure 1 : Schéma d'une vessie chez un chien mâle, vue ventrale (gauche), vue de la jonction urétéro-vésicale (droite) (Liebich et König, 2004)**



### 1.1.2. Urètre

L'urètre part du trigone vésical pour s'aboucher à l'orifice urinaire ou uro-génital.

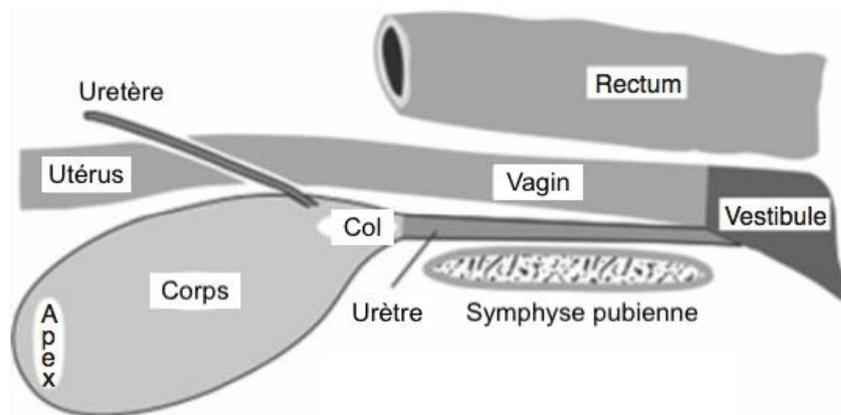
#### 1.1.2.1. Histologie

L'épithélium transitionnel est plus fin que celui de la vessie et transitionne tout d'abord vers un épithélium stratifié cubique au milieu de l'urètre puis vers un épithélium stratifié squameux au dernier tiers. Le réseau veineux suit ces transitions en se densifiant. La sous-muqueuse est quant à elle plus riche en fibre élastique que celle de la vessie. La musculature est composée de fibres lisses dans les deux tiers proximaux ainsi que de fibres striées dans le dernier tiers. C'est là que l'on va trouver le sphincter musculaire strié aussi appelé sphincter externe de l'urètre (Fletcher et Clarkson, 2011).

#### 1.1.2.2. Chez la femelle

Il n'existe pas de différence significative entre l'urètre d'une chienne ou d'une chatte contrairement au sexe opposé. Il mesure de 7 à 10 cm de longueur et 0.5 cm de diamètre chez la chienne. Les mesures chez la chatte sont proportionnelles à ces dernières (Johnston et Tobias, 2018). Chez la femelle, l'urètre s'abouche au niveau de l'ostium externe sur le plancher du vestibule du vagin dans un tubercule urétral chez la chienne et dans une rainure chez la chatte (Figure 2). Le muscle strié remplace entièrement le muscle lisse dans le dernier tiers de l'urètre jusqu'à encercler l'urètre et le vagin ensemble (Fletcher et Clarkson, 2011).

**Figure 2 : Schéma du bas appareil urinaire chez la femelle (Fletcher et Clarkson, 2011)**



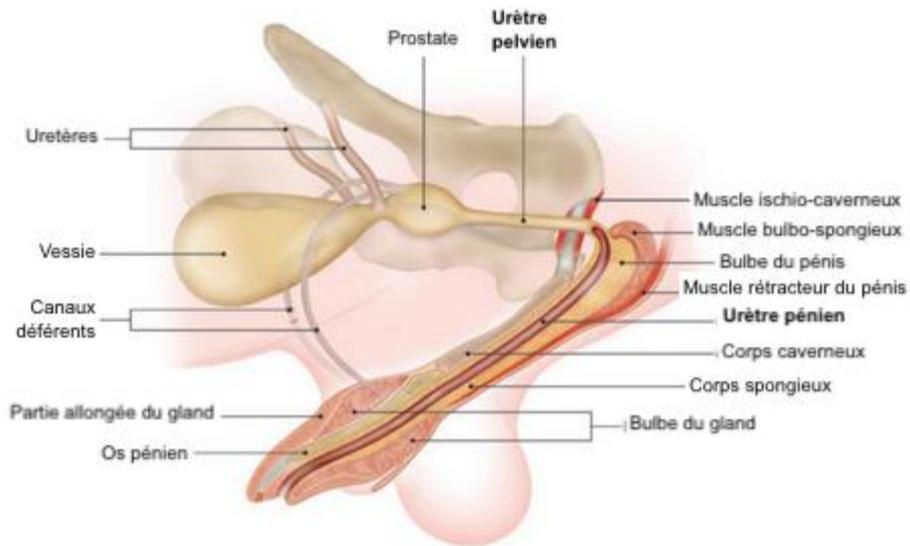
#### 1.1.2.3. Chez le mâle

Contrairement à la femelle l'urètre ne sert pas uniquement à évacuer l'urine mais permet aussi le transport de la semence et des sécrétions séminales. Il est divisé en deux régions : l'urètre pelvien et l'urètre pénien (Figure 3) (Liebich et König, 2004). Au milieu de l'urètre pelvien s'appose la prostate, cette région est alors subdivisée en urètre pré-prostatique, prostatique et post-prostatique chez le chat, et en urètre prostatique et post-prostatique chez le chien (Fletcher et Clarkson, 2011).

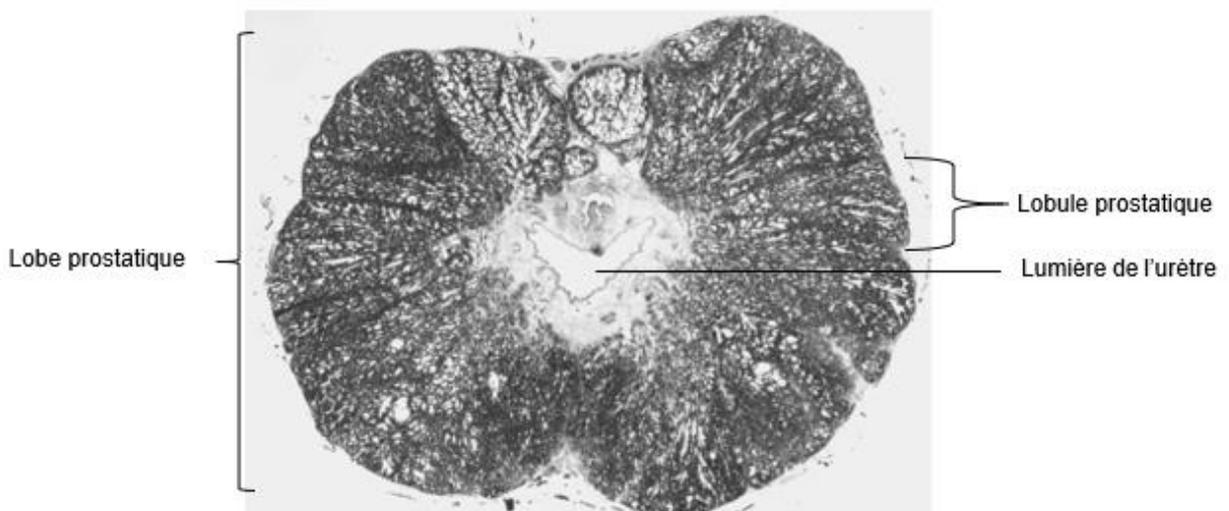
##### □ Dans l'espèce canine

L'urètre mesure environ 25 cm pour un chien de 10 kg et son diamètre peut varier en région pelvienne (Johnston et Tobias, 2018). La prostate encercle complètement l'urètre prostatique. Les fibres musculaires lisses sont principalement retrouvées dans les trabécules cloisonnant les lobules prostatiques (Figure 4). Elles n'ont pas un rôle de sphincter mais permettent la contraction des lobules prostatiques. Aussi le sphincter interne se limite au col de la vessie chez le chien mâle. On y retrouve dans la sous-muqueuse dorsale le colliculus séminal permettant l'évacuation des spermatozoïdes lors de l'éjaculation. La partie post-prostatique présente quant à elle une épaisse couche de fibre musculaire striée. Ces faisceaux recouvrent la partie caudale de la prostate et rejoignent les muscles bulbo-spongieux. On y retrouve aussi un large système vasculaire facilitant l'érection (Fletcher et Clarkson, 2011). L'urètre pénien est quant à lui entouré de corps spongieux sur toute sa longueur (Johnston et Tobias, 2018).

**Figure 3 : Schéma du bas appareil urinaire chez un chien mâle (Johnston et Tobias, 2018)**



**Figure 4 : Coupe transversale de l'urètre prostatique chez un chien mâle (Cullen *et al.*, 1981)**



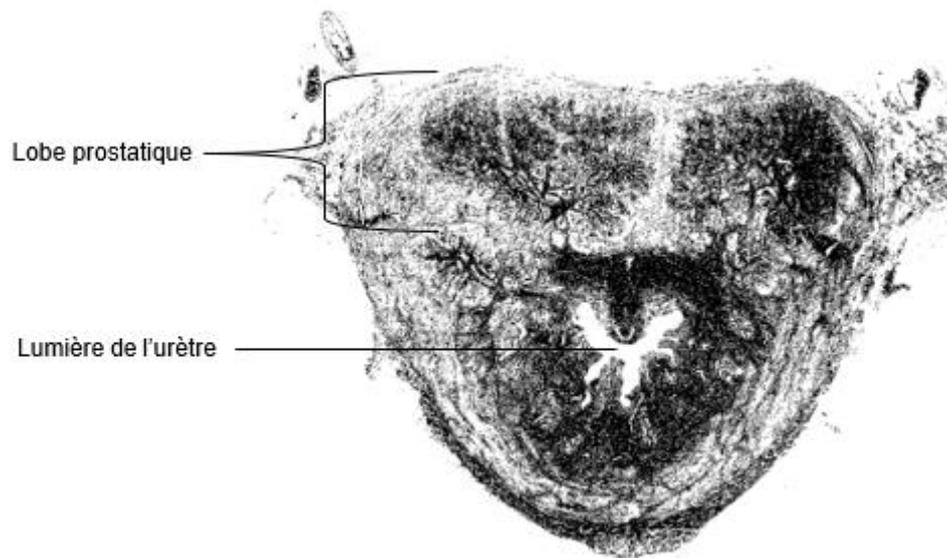
□ Dans l'espèce féline

L'urètre mesure de 8.5 à 10.5 cm de longueur avec un diamètre préprostatique et post-prostatique de 2 mm. Ce dernier diminue caudalement pour mesurer 1.3 mm au niveau des glandes bulbo-urétrales et seulement 0.7 mm au niveau de l'urètre pénien (Johnston et Tobias, 2018).

La prostate s'appose plus caudalement à la vessie et n'englobe pas l'urètre pelvien. L'urètre préprostatique est similaire à l'urètre féminin avec des fibres musculaires lisses circulaires et des fibres longitudinales du trigone vésical se prolongeant dorsalement. L'urètre prostatique se situe ventralement à la prostate. En région dorsale au niveau du *colliculus seminalis* vont déboucher les canaux déférents et les canaux prostatiques. De façon similaire à l'espèce canine les fibres musculaires lisses sont absentes de la sous-muqueuse, riche en fibre élastique, mais majoritaires

sur les trabécules. On trouve aussi des fibres musculaires striées en partie ventrale de l'urètre prostatique (Figure 5). La partie post-prostatique se termine à la base du pénis où des glandes bulbo-urétrales sont présentes chez le chat. Le muscle strié remplace alors complètement les fibres lisses. Cette région possède elle aussi un large système veineux (Fletcher et Clarkson, 2011).

**Figure 5 : Coupe transversale de l'urètre prostatique chez un chat mâle (Cullen *et al.*, 1983)**

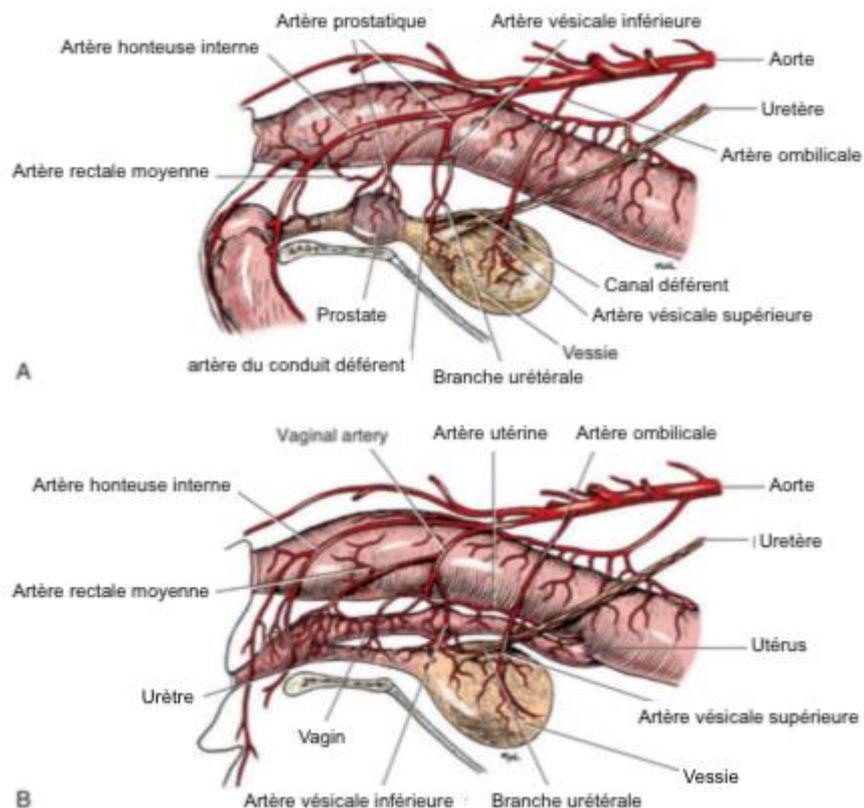


## 1.2. Vascularisation et innervation des structures

### 1.2.1. Vascularisation des structures

La vascularisation du bas appareil urinaire est assurée par les branches de l'artère iliaque interne. La première, l'artère ombilicale vascularise l'apex de la vessie par les artères vésicales supérieures. La seconde, l'artère honteuse interne va jusqu'au vestibule du vagin chez la femelle ou jusqu'au pénis chez le mâle. En chemin elle donne une branche vaginale ou prostatique en fonction du sexe de l'animal. Cette dernière se subdivise en artères vésicales inférieures qui permettent la vascularisation de la vessie mais aussi des uretères et de l'urètre (Figure 6) (Johnston et Tobias, 2018).

**Figure 6 : Vascularisation du bas appareil urinaire chez un chien mâle (A) et une femelle (B) (Johnston et Tobias, 2018)**



### 1.2.2. Innervation du bas appareil urinaire

L'urètre et la vessie sont innervés par la système sympathique et parasymphatique. Ces derniers émergent des plexus pelviens formant le plexus vésical en région caudale de la vessie (Fletcher et Clarkson, 2011).

#### 1.2.2.1. Innervation végétative

L'innervation végétative émerge du plexus hypogastrique composé à la fois de fibres sympathiques et parasymphatiques.

##### □ Innervation sympathique

L'innervation sympathique permet la contraction des fibres musculaires lisses du col de la vessie et de l'urètre. Elle inhibe par ailleurs le muscle détrusor. Cette innervation débute dans les noyaux de la moelle épinière lombaire entre les segments L2 à L4. Les axones cheminent alors jusqu'au ganglion mésentérique inférieur. Ils se divisent entre les nerfs hypogastriques et le plexus pelvien (Figure 7). La noradrénaline est le neuromédiateur impliqué et agit sur des récepteurs adrénergiques (Tableau 1) (Fletcher et Clarkson, 2011).

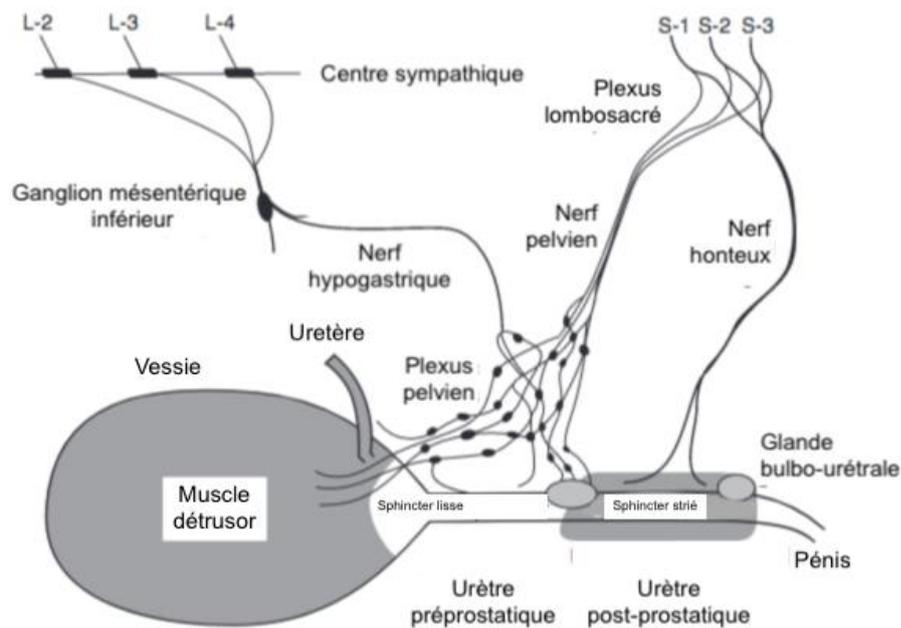
□ Innervation parasymphatique

L'innervation parasymphatique permet la contraction du détrusor. Les neurones préganglionnaires se situent dans la substance grise de la moelle épinière sacrée entre les segments S1 à S3. Le nerf pelvien émergent du plexus lombosacré permet aux axones de rejoindre le plexus pelvien (Figure 7). Les nerfs postganglionnaires se situent au sein des parois vésicales et urétrales dans des ganglions. Son fonctionnement est à médiation cholinergique (Tableau 1) (Fletcher et Clarkson, 2011).

1.2.2.2. *Innervation somatique*

L'innervation somatique émerge des noyaux de la corne ventrale de la moelle épinière sacrée entre les segments S2 et S4. Cette zone porte aussi le nom de noyau d'Onuf. Les nerfs cheminent alors du plexus lombosacré jusqu'au nerf honteux interne (Figure 7). Ce dernier forme à la fois la voie afférente et efférente de l'innervation somatique, ne se limitant pas à l'appareil urinaire mais comprenant aussi l'appareil génital, le rectum et la peau de cette région anatomique. L'acétylcholine est le neuromédiateur utilisé et permet la contraction des muscles urétraux, des muscles striés du rectum et de la base du pénis (Tableau 1) (Fletcher et Clarkson, 2011).

**Figure 7 : Voie efférente du bas appareil urinaire chez le chat mâle (Fletcher et Clarkson, 2011)**



**Tableau 1 : Résumé du contingent périphérique de l'innervation du bas appareil urinaire (Byron, 2015)**

Récepteurs	Localisation	Nerf	Stimulation	Inhibition	Réponse à une stimulation inappropriée	Réponse à une inhibition inappropriée
Muscarinique ( <i>innervation parasymphatique</i> )	Muscle détrusor	Pelvien (S1-S3)	Contraction du détrusor et miction	Relaxation du détrusor et remplissage de la vessie	Vessie hyperactive	Atonie vésicale, rétention urinaire
β3-adrénergique ( <i>innervation sympathique</i> )	Muscle détrusor	Hypogastrique (L1-L4)	Relaxation du détrusor et remplissage de la vessie	Contraction du détrusor et miction	Rétention urinaire	Diminution de la compliande vésicale et augmentation de la pression intra vésicale
α1-adrénergique ( <i>innervation sympathique</i> )	Col de la vessie et urètre	Hypogastrique (L1-L4)	Contraction et continence	Miction	Rétention urinaire	Incontinence
Nicotinique ( <i>innervation somatique</i> )	Urètre distal et plancher pelvien	Honteux interne (S1-S2)	Contraction consciente et continence	Miction	Rétention urinaire	Incontinence

### 1.2.2.3. Innervation sensitive

L'innervation sensitive provient de mécanorécepteurs situés dans la vessie et l'urètre à travers des axones C et Aδ (Tableau 2). Les terminaisons nerveuses de ces axones sont retrouvées dans l'épithélium ou à sa base, sur les vaisseaux sanguins et le long des fibres musculaires. Elles forment un réseau densifié dans la région du trigone vésical et au niveau du col vésical. Les axones Aδ, fibres peu myélinisées, sont activés à partir d'une pression comprise entre 5 et 15 cm d'eau. Ils informent de l'état de tension pariétale du muscle détrusor ainsi que sur le passage d'urine dans l'urètre. Les axones C, fibres amyéliniques, varient de rôles en fonction de leur localisation. Ils peuvent agir de façon similaire aux axones Aδ ou peuvent être dans un premier temps silencieux et insensibles à la tension vésicale jusqu'à l'apparition d'un stimuli nociceptif ou chimique comme le pH, la teneur en potassium ou encore l'osmolarité. L'information est véhiculée au sein des nerfs pelviens et hypogastriques pour la vessie ainsi que des nerfs honteux pour l'urètre. Ils cheminent jusqu'à la moelle épinière sacrée et à l'exception des nerfs hypogastriques qui se dirigent eux jusqu'à la moelle épinière thoraco-lombaire (Leroi et Le Normand, 2007).

L'information remonte ensuite jusqu'à l'hypothalamus et le thalamus. Ainsi la voie afférente sensitive est la même que la voie afférente somatique pouvant s'exprimer cliniquement par une douleur projetée (Fletcher et Clarkson, 2011).

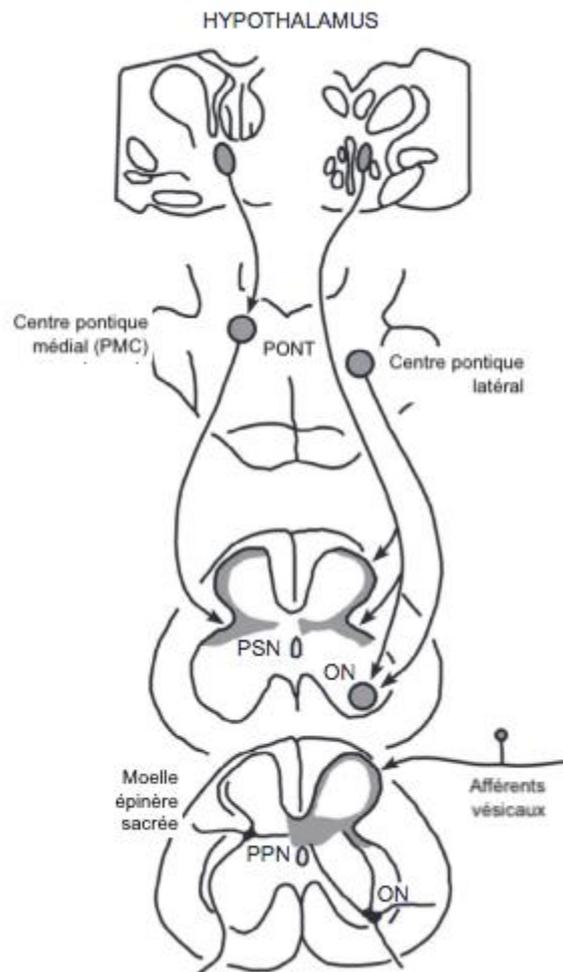
**Tableau 2 : Types de fibres afférentes et leur fonction (Leroi et Le Normand, 2007)**

Types de fibres	Localisation	Rôle physiologique	Effets de médiateurs de l'inflammation
A $\delta$	Muscle lisse	Répond à la tension musculaire	Augmente l'excitation à la distension et diminue le seuil de pression
C	Muqueuse  Muqueuse, muscle, séreuse ?	Répond à l'étirement musculaire  Insensible à la distension vésicale normale (fibre silencieuse)  Sensible à la distension exagérée	Idem  Afférent sensible à la distension pendant l'inflammation et pouvant ainsi devenir une nouvelle voie afférente  Sensible à quelques irritants ?

#### 1.2.2.4. *Système nerveux central*

Deux centres pontiques sont impliqués dans la régulation de la miction. Le premier, situé dans la partie médiale du pont, active l'innervation parasympathique et permet ainsi la miction. C'est le centre pontique de la miction (PMC) ou centre M. Le second situé latéralement active le sphincter urétral strié et permet alors la continence. On l'appelle le centre L (Figure 8). Le système limbique composé de l'hypothalamus, du septum, de l'amygdale et du cortex cingulaire est impliqué dans la miction par sa composante volontaire. C'est au niveau du cortex frontal que la décision de miction est finalement prise et est transmise aux centres pontiques par le mésencéphale (Fletcher et Clarkson, 2011).

**Figure 8 : Connexions neuronales entre le cerveau et la moelle épinière sacrée dans la régulation de la miction chez le chat (de Groat *et al.*, 2014).**



PSN : Noyau parasympathique, PPN : Neurone parasympathique préganglionnaire, ON : noyau d'Onuf

### 1.3. Physiologie de la miction

La miction est composée de deux phases : une phase de remplissage ou de stockage et une phase de vidange. Ce mécanisme repose sur l'innervation des fibres musculaires striées et lisses présentes dans les différentes structures anatomiques. La motricité vésico-sphinctérienne est ainsi basée sur une inhibition réciproque entre le système parasympathique d'une part, sympathique et somatique d'autre part (Leroi et Le Normand, 2007).

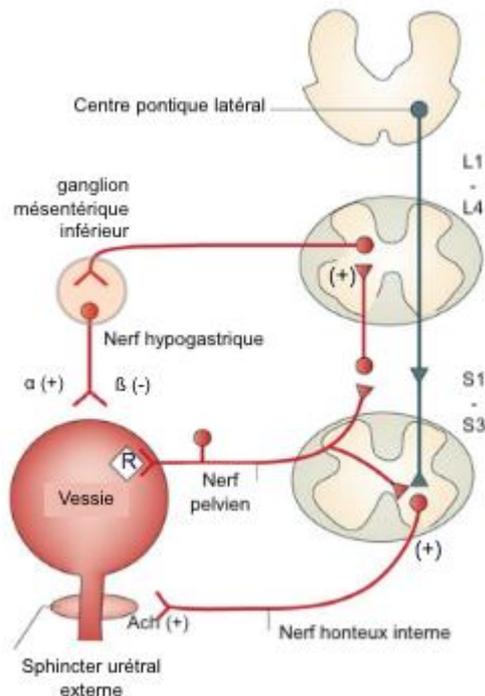
#### 1.3.1. Phase de remplissage ou de stockage

La phase de stockage se fait sous l'arc réflexe sympathique. Ce dernier augmente conjointement au remplissage vésical, monitoré par les récepteurs de tension du détrusor jusqu'à un certain seuil. L'information est intégrée au niveau du tronc cérébral et plus particulièrement par la substance grise péri-aqueducule (PAG). Cette boucle réflexe agit néanmoins sans intervention de centres supra-médullaires. Les afférents stimulent directement le centre sympathique qui par influx va au niveau de ses neurones post-ganglionnaires libérés la noradrénaline. Cette dernière active alors

les récepteurs  $\beta$  du détrusor permettant sa relaxation et les récepteurs  $\alpha_1$  de l'urètre permettant la contraction des fibres musculaires lisses (Leroi et Le Normand, 2007).

D'action concomitante, le réflexe somatique, à partir de ses afférents vésicaux, permet une augmentation du tonus du sphincter strié lors de cette phase de remplissage. Il est aussi sous contrôle supra-médullaire par activation du centre L (Leroi et Le Normand, 2007).

**Figure 9 : Phase de stockage de l'urine (de Groat *et al.*, 2014)**

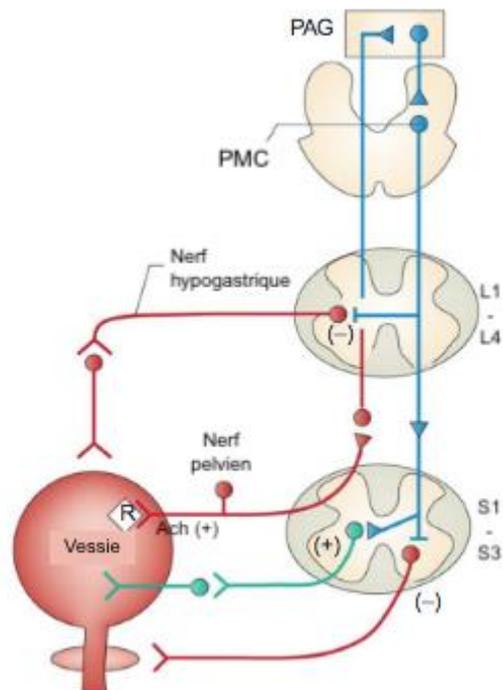


### 1.3.2. Phase de vidange

La phase de vidange peut être initiée involontairement ou volontairement. Le premier cas a lieu lorsque la tension vésicale atteint le seuil de miction, valeur variable selon les individus. Lorsque ce seuil est atteint l'activité du PAG va elle aussi augmenter ce qui va alors activer le PMC. Si couplé à cela l'environnement est favorable à la miction elle peut alors avoir lieu. Cette dernière information semble être communiquée au PMC par l'hypothalamus (de Groat *et al.*, 2014).

La voie parasympathique est activée d'une part tout en inhibant les voies sympathiques et somatiques d'autre part. La noradrénaline libérée va permettre la contraction du détrusor et l'inhibition de la voie sympathique va permettre la relaxation du sphincter urétral (de Groat *et al.*, 2014).

**Figure 10 : Phase de vidange (de Groat *et al.*, 2014)**



## 2. Intérêt de la mesure du volume vésical résiduel

Chez un chien sain, le volume vésical résiduel était précédemment défini dans un intervalle allant de 0,2 à 0,4 mL/kg soit moins de 10 mL au total (Lane, 2000). Une étude récente a permis d'établir pour la première fois qu'au bout de 5 minutes de marche, un chien sain vidangeait sa vessie et que le RPM était compris entre 0 et 0.47 mL/kg avec une moyenne de 0.21 mL/kg (Anderson *et al.*, 2023). D'après cette étude il n'existe pas de différence significative entre les chiens mâles et femelles. Une augmentation de ce volume traduit une rétention urinaire et donc un défaut de vidange (Lane, 2000). Il n'y a pas de normes rapportées chez le chat mais on peut les supposer du même ordre de grandeur.

Le flux continu d'urines venant des voies urinaires supérieures et la vidange complète de la vessie empêchent l'ascension et l'adhésion des bactéries au tractus urinaire. Aussi lors de l'atteinte d'un de ces mécanismes de défense notamment lors d'une miction vésicale incomplète et de rétention urinaire les animaux sont alors à risque de développer des infections du tractus urinaire (ITU) et doivent être surveillés (Byron, 2015 ; Hu *et al.*, 2016 ; Leoni et Ruz, 2003).

## 2.1. Pathologie et dysfonction de la phase de vidange

Les causes d'un défaut de vidange peuvent être d'origine fonctionnelle ou mécanique (Byron, 2015). Celles-ci sont résumées dans le Tableau 3.

### 2.1.1. Atonie du détrusor

La miction implique une relaxation complète du détrusor lors de la phase de stockage avec une augmentation progressive de la pression intra vésicale. C'est lorsque le seuil de miction est atteint qu'une contraction complète de ce muscle est attendu pour permettre la vidange (Byron, 2015).

#### 2.1.1.1. *Origine neurogénique : vessie de type motoneurone périphérique*

Lors de lésion de la moelle épinière sacrée, notamment au niveau du segment S1-S3, ou d'atteinte bilatérale des nerfs pelviens et honteux internes, toute motricité et sensibilité de la vessie et du sphincter externe sont perdus. On a alors une vessie de type motoneurone périphérique, c'est-à-dire, distendue et molle avec un taxis externe facilement réalisable (Byron, 2015). Dans de rares cas si l'innervation par le nerf hypogastrique est maintenue un certain tonus des fibres musculaires lisses permet de garder un sphincter interne fonctionnel (Lane, 2000) et peut ainsi expliquer une vidange manuelle difficile de la vessie.

Les principales causes retrouvées sont une hernie discale, une embolie fibro-cartilagineuse ou une anomalie vertébrale chez le chien, touchant préférentiellement les races chondrodystrophiques. Chez le chat la cause la plus commune est un polytraumatisme suite à une chute ou un accident de la voie publique entraînant fractures et lésions nerveuses notamment au niveau du bassin et de la queue (Lane, 2000). On parle alors plus communément de syndrome queue de cheval, affection regroupant toute atteinte des nerfs périphériques issues des racines lombaires notamment L4 jusqu'aux racines coccygiennes (Blot et Jeandel, 2017).

#### 2.1.1.2. *Origine myogénique*

L'atonie du détrusor peut être secondaire à une distension aiguë ou chronique de la vessie engendrant un étirement des fibres musculaires. Cette dernière est le plus souvent due à une obstruction urinaire mais peut aussi faire suite à un stress notamment lors d'une hospitalisation ou de la survenue de douleurs empêchant une miction complète (Lane, 2000). D'après une étude récente, jusqu'à 88 % des chiens hospitalisés sont amenés à développer une rétention urinaire (Vasquez *et al.*, 2021). Des affections généralisées entraînant une faiblesse musculaire notamment une hypocalcémie et une hypokaliémie sont aussi à prendre en compte. Enfin l'atonie peut également être due à des agents pharmacologiques comme les opioïdes, les agents parasympatholytiques, les inhibiteurs calciques et les antidépresseurs tricycliques (Lane, 2000).

Lors d'une distension anormale le détrusor perd l'arrangement aléatoire de ses fibres et ainsi sa capacité contractile. Lors d'une affection chronique, ces fibres musculaires sont peu à peu remplacées par du tissu inflammatoire ou de la fibrose. Ces séquelles peuvent être néanmoins réversibles si prises en charge rapidement. Dans un délai d'environ deux semaines un réarrangement des fibres musculaires est possible et le détrusor retrouve alors sa fonctionnalité (Byron, 2015).

## **2.1.2. Hypertonie sphinctérienne**

### *2.1.2.1. Dyssynergie vésico-sphinctérienne*

Une perte de synchronisme entre la relaxation urétrale et la contraction vésicale peut survenir dans différents cas de figure. On soupçonne une spasticité urétrale acquise suite à une inflammation, un œdème, une hémorragie ou d'autres atteintes de l'urètre (Lane, 2000).

Dans la plupart des cas la lésion n'est pas facilement identifiable. Elle peut venir du tractus réticulo-spinal, du noyau d'Onuf ou du ganglion mésentérique inférieur. On suppose qu'il y a alors une perte de l'inhibition des nerfs hypogastriques et du nerf honteux interne. Une atteinte locale des nerfs ou des jonctions neuro-musculaires ou une atteinte préférentielle du muscle lisse par rapport au muscle striée restent des possibilités non confirmées jusqu'à présent (Byron, 2015).

L'animal est présenté pour des mictions normales de premier abord puis atténuées ou stoppées rapidement. Il va présenter une pollakiurie voire une dysurie. La présentation clinique est similaire aux obstructions des voies urinaires. Cette affection touche préférentiellement les chiens mâles, d'âges moyen (moyenne à cinq ans) et de grande taille (Byron, 2015).

### *2.1.2.2. Vessie de type motoneurone central*

Dans le cas d'une atteinte du tronc cérébral ou de la moelle épinière supra-sacrée les voies sensibles et motrices de la miction sont atteintes. Il y a une perte d'inhibition du nerf hypogastrique empêchant la relaxation du sphincter lisse. Le terme de vessie de type motoneurone centrale, c'est-à-dire, distendue et ferme avec un taxis externe difficile est utilisé pour qualifier cette situation. Dans la plupart des cas ces animaux souffrent d'une parésie et d'une perte de la nociception concomitantes (Byron, 2015) avec un motoneurone central sur les membres postérieurs.

La récupération partielle ou complète d'une miction est possible une fois la cause traitée mais peut prendre plusieurs jours à plusieurs semaines. Lors de lésions irréversibles de rares cas de récupération d'une contractilité vésicale sont décrits. La miction reste tout de même involontaire et incomplète. On parle alors de « vessie réflexe » (Lane, 2000).

## **2.1.3. Dysautonomie**

Cette affection rare causée par un processus dégénératif entraîne un dysfonctionnement des fibres sympathiques et parasympathiques. L'origine est inconnue mais l'implication d'une neurotoxine est suspectée. Les anomalies du fonctionnement vésico-sphinctérien sont alors similaires à celles retrouvées lors d'un motoneurone périphérique. L'appareil urinaire est préférentiellement atteint mais cette affection peut aussi impliquer le tube digestif, les sphères oculaire et cardiaque. On retrouve alors un iléus ou de la constipation, une mydriase aréactive, une procidence des membranes nictitantes et un défaut de jection systolique du cœur (Byron, 2015).

### **2.1.4. Obstruction urétrale**

L'obstruction mécanique est la cause la plus fréquente d'obstruction urinaire chez le chien et le chat. Elle peut être d'origine lithiasique, néoplasique ou encore inflammatoire et peut impliquer les organes environnants (Lane, 2000).

#### *2.1.4.1. Dans l'espèce canine*

Les chiens mâles sont préférentiellement sujets aux calculs urinaires. Les calculs sont en majorité des struvites et des oxalates de calcium avec néanmoins une recrudescence des calculs de cystine ces dernières années (Kopečný *et al.*, 2021). De plus chez le chien mâle entier de plus de six ans les affections de la prostate sont fréquentes. Celles-ci sont diverses : hyperplasie bénigne, kyste, prostatite ou encore processus néoplasique. Les signes cliniques se ressemblent et peuvent affecter le bas appareil urinaire. On peut notamment observer une dysurie ou une hématurie (Smith, 2008).

Chez la femelle ce sont les causes néoplasiques et inflammatoires qui sont les plus souvent retrouvées. Le carcinome à cellules transitionnelles est l'affection néoplasique du tractus urinaire la plus commune chez le chien. Il est le plus souvent retrouvé chez les femelles et certaines races sont prédisposées comme le Scottish Terrier, le Beagle, le Berger des Shetland, le West Highland White Terrier ou le Fox Terrier à poil dur (Mutsaers *et al.*, 2003). Les chiennes sont aussi prédisposées aux urétrites prolifératives (Emanuel *et al.*, 2021).

#### *2.1.4.2. Dans l'espèce féline*

Les obstructions urétrales sont observées très préférentiellement chez le chat mâle (Segev *et al.*, 2011). Les principales causes identifiées sont des bouchons muqueux, des calculs et une obstruction fonctionnelle dite idiopathique (Cooper, 2015 ; Gerber *et al.*, 2008).

**Tableau 3 : Résumé des causes de rétention urinaire chez le chien et le chat (Lane, 2000)**

Dysfonctionnement de la vessie	Hypertonie sphinctérienne
<p><b>Neurogénique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lésion médullaire suprasacrée</li> <li>Lésion médullaire sacré</li> <li>Lésion du nerf pelvien ou du plexus pelvien</li> <li>Dysautonomie</li> <li>Neuropathie périphérique</li> </ul> <p><b>Myogénique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Distension</li> <li>Obstruction</li> <li>Douleur, inactivité</li> <li>Polyurie</li> <li>Post-opératoire</li> <li>Myopathie</li> <li>Agent pharmacologique                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Anticholinergiques</li> <li>Opioides</li> <li>Antidépresseurs</li> <li>Inhibiteurs calciques</li> </ul> </li> <li>Irradiation</li> <li>Age</li> <li>Idiopathique</li> </ul>	<p><b>Obstruction structurelle ou anatomique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Urolithiase</li> <li>Bouchon muqueux</li> <li>Néoplasie vésicale ou urétrale</li> <li>Polype vésicale</li> <li>Anomalie de l'urètre prostatique</li> <li>Abcès ou kyste prostatique</li> <li>Inflammation, oedème</li> <li>Rétrécissement urétral</li> <li>Compression extraluminale</li> <li>Prolapsus de la vessie, rétroflexion</li> <li>Caillot sanguin</li> <li>Coudage de l'urètre</li> </ul> <p><b>Obstruction fonctionnelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lésion médullaire sacré ou du tronc cérébral</li> <li>Dyssinergie vésico-sphinctérienne</li> <li>Spasme urétral                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Post-obstruction</li> <li>Inflammation</li> <li>Chirurgie urétrale ou péri-urétrale</li> <li>Agent alpha-agoniste</li> </ul> </li> </ul>

### **2.1.5. Affection systémique et rétention urinaire**

Chez l'Homme de nombreuses maladies systémiques ont un impact sur la miction comme par exemple le diabète, l'hypothyroïdie et tout autre neuropathie périphérique. On peut supposer qu'il en va de même chez le chien et le chat (Lane, 2000) bien qu'à ce jour il n'y ait pas de preuve.

Les mécanismes responsables d'une augmentation du RPM sont divers, par exemple le diabète sucré peut être à l'origine d'une neuropathie affectant les contractions vésicales. Certaines affections systémiques par la polyurie qu'elles engendrent pourraient aussi être impliquées dans une augmentation du RPM. Cela a été démontré chez l'homme par exemple lors d'insuffisance rénale. Cette augmentation du RPM était associée à une augmentation du risque de bactériurie (Brookman-May *et al.*, 2010 ; May *et al.*, 2009 ; Onder Camas *et al.*, 2023 ; Truzzi *et al.*, 2008 ; Yamasaki *et al.*, 2011).

Chez l'animal, il a été montré que de nombreuses maladies systémiques pouvaient prédisposer à des ITU comme l'hypercorticisme, le diabète sucré, l'hyperthyroïdie féline, la maladie rénale chronique. Ces affections peuvent favoriser l'apparition d'ITU selon différents mécanismes comme une chute de l'osmolarité urinaire, une baisse de la chimiotaxie des granulocytes neutrophiles et une réduction de la réponse inflammatoire. L'augmentation du RPM dans ces affections en lien avec la polyurie reste à démontrer. Le cas échéant, le lien entre une augmentation du risque de

bactériurie et l'augmentation d'un RPM pourrait être une piste d'investigation pour mieux comprendre et anticiper les bactériuries subcliniques dans ces affections (Bouzouraa, 2021 ; Forrester *et al.*, 1999).

### **2.1.6. Facteurs de risques chez l'Homme**

Une liste de facteurs de risque prédisposant à une rétention urinaire a été détaillée regroupant : un âge avancé, des troubles de fonctionnement prostatique, une incontinence ou des troubles de la miction, une ITU, un déficit cognitif, un diabète, une neuropathie liée à l'abus d'alcool, un trouble neurologique, un accident vasculaire cérébral ou ischémique, une constipation, une douleur abdominale, une immobilité, une douleur chronique, une détresse émotionnelle et l'utilisation de certaines molécules (opioïde ou anticholinergique) (Johansson *et al.*, 2013a). A cela peut s'ajouter les interventions chirurgicales mettant en jeu l'intégrité du système nerveux autonome notamment lors de la prise en charge chirurgicale d'un cancer du col de l'utérus par hystérectomie et lymphadénectomie (Bózsa *et al.*, 2011).

### **2.1.7. Conséquences d'une rétention urinaire**

La chronicité et le caractère partiel ou total de la rétention urinaire sont à prendre en compte pour discuter des conséquences sur l'animal. Dans le cas d'une rétention aiguë ce sont l'azotémie post-rénale, l'acidose métabolique et l'hyperkaliémie qui vont porter atteinte aux fonctions vitales. L'animal peut être présenté en hypothermie avec une tachypnée et une bradycardie dans un contexte de vomissements, d'anorexie ou encore d'état de choc (Segev *et al.*, 2011).

#### **2.1.7.1. Fonction rénale**

L'augmentation de la pression intra-vésicale peut se répercuter au niveau du haut appareil urinaire que ce soit sur les uretères ou dans la cavité pyélique impactant le débit de filtration glomérulaire, la vascularisation rénale et le fonctionnement du tubule rénal (Joseph *et al.*, 1996).

Dans le cas d'obstruction persistante il est possible d'observer une hydronéphrose, un hydro-uretère ou un reflux vésico-urétéral (Lane, 2000). Lors de pression intra-rénale élevée les reins vont être remaniés avec une perte progressive du parenchyme rénal. En effet, on va retrouver une infiltration cellulaire de leucocytes associés à une production de cytokines inflammatoires, une fibrose ou encore de possibles ischémies. La partie la plus touchée est le tubule (Joseph *et al.*, 1996).

L'insuffisance rénale va alors mener à un dysfonctionnement des mécanismes d'homéostasie, une acidose métabolique, une hyposthénurie et une azotémie. Les déséquilibres électrolytiques engendrés sont une hyperphosphatémie, une hypocalcémie, une hyperkaliémie et une hyponatrémie (Segev *et al.*, 2011). L'hyperkaliémie peut engendrer une faiblesse neuro-musculaire voir une paralysie flasque, des arythmies cardiaques ou encore une bradycardie pouvant aller jusqu'à l'arrêt cardiaque. En cas de persistance de ces troubles, l'insuffisance rénale peut mener à la mort de l'animal (Joseph *et al.*, 1996).

#### 2.1.7.2. Hypotonie du détrusor

Une atonie du détrusor et une fibrose secondaire à la distension vésicale excessive chronique engendrée sont attendues (Lane, 2000). En effet, une rétention urinaire peut entraîner un œdème, une inflammation ou une congestion de la paroi vésicale et urétrale. La paroi vésicale se fibrose diminuant son élasticité. De plus, la distension vésicale diminue l'apport sanguin entraînant une hypoxie et des dommages neuronaux. Les cellules de Schwann peuvent alors dégénérées ou être œdématiées. Cette atonie peut néanmoins être transitoire et dépendra du degré de rétention urinaire et de la durée de la distension secondaire (Joseph *et al.*, 1996).

#### 2.1.7.3. ITU

La rétention urinaire favorise les ITU qui dans le cas de reflux vésico-urétéral peuvent amener à une pyélonéphrite, une septicémie ou une discospondylite (Lane, 2000). On retrouve plus communément les bactéries suivantes : *Escherichia coli*, *Streptococcus*, *Enterococcus* et *Staphylococcus* (Clarke, 2018).

Les infections nosocomiales ne sont pas rares dans ce contexte, il est décrit que le cathétérisme urétral est à l'origine d'ITU dans 80% des cas (Johansson *et al.*, 2013).

### **2.1.8. Prise en charge de la rétention urinaire chez le chien et le chat**

Le suivi de la distension vésicale est critique de par ses conséquences. En plus de celles listées précédemment une incontinence par trop-plein peut entraîner une dermatite urinaire impliquant inconfort, douleur et ulcération de la peau (Byron, 2015).

La cause sera recherchée par un examen clinique et neurologique suivis d'une analyse urinaire et d'examen d'imagerie si nécessaire. Une fois la cause identifiée et traitée le paramètre permettant de confirmer une miction normale et complète reste la mesure du volume vésical résiduel.

Une prise en charge non exhaustive a été décrite dans le Tableau 4.

**Tableau 4 : Prise en charge d'une rétention urinaire chez les carnivores domestiques (Lane, 2000)**

<p><b>A court terme</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion des troubles neurologiques primaires, métabolique ou processus obstructif</li> <li>- Fluidothérapie pour pallier aux déséquilibres acido-basiques ou électrolytiques, à l'azotémie</li> <li>- Faciliter la vidange vésicale</li> <li>- Utilisation de molécules pour diminuer la résistance sphinctérienne et augmenter la contractilité de la vessie</li> </ul>
<p><b>A long terme</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintien d'une vessie de taille minimale par cathétérisation intermittente, taxis ou moyen pharmacologique</li> <li>- Suivre la diurèse et la taille de la vessie</li> <li>- Diminuer progressivement l'utilisation d'agent pharmacologique en cas d'amélioration</li> <li>- Mesure du volume vésical résiduel</li> <li>- Prévenir et traiter des infections du tractus urinaires</li> <li>- Suivi neurologique</li> </ul>

## 2.2. Méthodes de mesure

Les méthodes de mesure doivent être reproductibles et répétables pour permettre un suivi optimal.

### 2.2.1. Cathétérisme urétral

Le cathétérisme urétral est avant tout utilisé en cas d'obstruction urétrale pour permettre l'évacuation de l'urine. Il peut aussi avoir une visée diagnostique quant à la collecte d'urine pour une analyse. Enfin il représente le gold standard actuel de mesure du volume vésical résiduel.

Il présente néanmoins certains désavantages. En effet, comme décrit précédemment il peut être à l'origine d'un traumatisme sur l'urètre et d'ITU. Ces risques sont accentués par le statut clinique du patient notamment chez un chien présentant une affection prédisposant aux ITU (exemple : un syndrome de Cushing, un diabète, une maladie rénale chronique ou une maladie valvulaire cardiaque). De plus son utilisation implique une contention et peut nécessiter une sédation voire une anesthésie notamment dans l'espèce féline (Bartges et Polzin, 2011).

### 2.2.2. Radiographie abdominale

La radiographie abdominale peut renseigner sur la présence de masse, d'urolithe, d'atteinte vertébrale ou traumatique mais aussi sur l'aspect de la vessie et la présence d'un RPM (Lane, 2000).

Le volume vésical résiduel peut être calculé en mesurant la hauteur et largeur de la vessie d'une image radiographique. Cette méthode a été testée et validée dans une étude prospective sur 58 hommes par Timoney et al. (1989). Néanmoins les mesures n'étaient pas réalisables sur 8 d'entre eux dont le volume vésical s'est révélé être inférieur à 100 ml. La vessie n'étant alors peu ou pas visualisée sur les radiographies. Son utilisation en milieu vétérinaire peut donc être limitée par le poids des animaux et donc un volume vésical proportionnel moindre (Timoney *et al.*, 1989).

Il existe aussi des techniques radiographiques reposant sur l'utilisation d'un produit de contraste notamment l'urographie intraveineuse ou encore l'urétrocystographie. Elles permettent une meilleure visualisation de l'appareil urinaire et représentent un outil diagnostique. On ne les utilise ainsi pas communément pour la mesure du RPM (Lane, 2000 ; Timoney *et al.*, 1989).

Ces méthodes impliquent néanmoins de devoir déplacer l'animal et de réaliser une contention et exposent aux radiations.

### **2.2.3. Echographie**

#### *2.2.3.1. Approche 2D*

L'utilisation d'un échographe nécessite une certaine maîtrise particulièrement lorsque des mesures doivent être prises sur les images réalisées. Ainsi les mesures et le temps d'examen sont dépendantes de l'opérateur (DiFazio *et al.*, 2020).

Différentes formules peuvent être utilisées et sont résumées de manière non exhaustive dans le Tableau 5. La complexité de ces formules est variable et peut représenter un facteur limitant quant à leur utilisation.

**Tableau 5 : Estimations échographiques du volume vésical**

Auteur	Formule
(Kendall <i>et al.</i> , 2020a)	$V = \text{Longueur} \times \text{Largeur} \times \text{Hauteur} \times 0,52$
(Atalan <i>et al.</i> , 1999)	$V = \text{Longueur} \times \text{Largeur} \times \frac{(\text{Profondeur longitudinale} + \text{Profondeur transversale})}{2} \times 0.625$
(Lisciandro <i>et Fosgate</i> , 2017)	$V = \text{Longueur} \times \text{Largeur} \times \text{Hauteur} \times 0,2 \times \pi$
(Schnider <i>et al.</i> , 2000)	$V = \pi \int_a^b f^2(x) dx$

Une étude menée par Diciuo *et al.* (2005) a permis de comparer cinq méthodes d'estimation du volume vésical. Aucune différence significative n'en est ressortie. Toutes ces méthodes présentaient néanmoins une variation de plus ou moins 25% du volume recueilli par miction (Diciuo *et al.*, 2005).

D'autre part, pour permettre une estimation optimale du RPM par l'opérateur l'animal doit être positionné en décubitus dorsal (Atalan *et al.*, 1999).

#### 2.2.3.2. Approche 3D

Les échographes 3D visent à fournir une capacité de mesure rapide, précise et non invasive du volume vésical.

Le modèle BladderScan Prime Plus® de Verathon, utilisé en médecine humaine et vétérinaire, utilise un réseau neuronal convolutif formé sur une base de données de plus de 38 000 images cliniques humaines. Chacune a été examinée par un radiologue pour reconnaître les limites de la vessie et signaler le volume d'urine. Pour utiliser cet appareil l'utilisateur doit centrer la vessie dans le champ de la sonde. A l'écran une ligne superposée à l'image représente les limites de la vessie telles que perçues par l'appareil. Une fois que l'utilisateur est satisfait du positionnement, la sonde est maintenue stationnaire et l'appareil tourne mécaniquement pour acquérir des données à partir de douze plans orientés radialement qui divisent la vessie. L'appareil assemble alors les données en un modèle 3D, évalue le volume de la vessie de manière algorithmique et signale un résultat numérique à l'écran en quelques secondes (DiFazio *et al.*, 2020). Le fabricant assure une variabilité de seulement 7.5 % pour les volumes supérieurs à 100 mL et de 7.5 mL pour les volumes inférieurs à 100 mL. Ces données ont été vérifiées cliniquement en humaine avec selon les études une sous-estimation de 4 % du volume vésical par le BPP (Bózsa *et al.*, 2011). En médecine vétérinaire cet appareil présente une sous-estimation de 4.5 % du volume vésical

associé cependant à un écart-type de 34.9 % et une baisse de précision du volume calculé pour des chiens dont le poids est inférieur à 5 kg (DiFazio *et al.*, 2020).

D'autre part, en médecine vétérinaire aucune étude n'a été menée sur l'espèce féline.

La bonne utilisation d'un échographe tridimensionnel ne dépend pas de l'opérateur et ne nécessite donc pas la présence d'un imageur. Son temps d'utilisation est aussi plus court en supprimant notamment le temps de calcul. Tout comme un échographe bidimensionnel l'utilisation au chevet du patient est un atout majeur à la prise en charge d'animaux hospitalisés. De plus ce dernier ne nécessite aucune sédation et une contention minimale rendant son utilisation possible sur des animaux en soins intensifs (Kendall *et al.*, 2020).

D'autre part, les échographes les plus récents s'adaptent automatiquement à la taille de l'individu, la morphologie de la vessie et peut avoir une image complète de la vessie indépendante de la position de l'animal (Kendall *et al.*, 2020).

### 2.3. Place de l'échographie 3D chez l'Homme

La prise en charge d'une rétention urinaire passe avant tout par un cathétérisme urétral, qui en milieu hospitalier est responsable de 80% des ITU acquises. Minimiser l'usage de cathéters urétraux devient alors un enjeu majeur à la fois sanitaire et économique. L'utilisation de l'échographie 3D a déjà fait ses preuves en médecine humaine et aujourd'hui des recommandations existent. Elles permettent de réduire de 65% à 70% des ITU iatrogènes à un cathétérisme (Johansson *et al.*, 2013).

#### 2.3.1. Stratégie et gestion de la rétention urinaire

En médecine humaine l'utilisation d'échographie 3D est standardisée en milieu hospitalier depuis le début des années 2000. Leur utilisation a notamment permis de baser un RPM pathologique à 100 ml chez l'Homme permettant une utilisation raisonnée du cathétérisme urétrale (Schnider *et al.*, 2000). Minimiser l'usage de cathéters urétraux est un enjeu majeur à la fois sanitaire et économique. Ces directives permettent de réduire de 65% à 70% des ITU iatrogènes à un cathétérisme (Johansson *et al.*, 2013). De plus une rétention urinaire peut mener à diverses complications que ce soit sur la fonction rénale, la fonction détrusorienne ou encore d'un point de vue systémique.



# Deuxième partie : étude expérimentale

---

## 1. Introduction

Comme nous l'avons détaillé précédemment les chats et chiens sont eux aussi susceptibles de développer une rétention urinaire que ce soit secondaires à une affection ou à un stress. Or en médecine vétérinaire seul le modèle BladderScan Prime Plus® de Verathon a été récemment validé pour une utilisation fiable et non invasive chez le chien mâle et femelle par nos confrères américains (DiFazio *et al.*, 2020 ; Kendall *et al.*, 2020). Ces études excluent néanmoins l'espèce féline sujette elle aussi à de nombreuses affections du bas appareil urinaire pouvant mener à une rétention urinaire.

L'objectif de cette étude est donc :

- De valider l'utilisation du PORTASCAN 3D MD-6000® de Laborie comme une méthode de mesure du volume vésical, chez le chien et le chat.

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Sélection

#### 2.1.1. Population d'étude

Cette thèse est une étude prospective réalisée sur tout chien et chat, sans aucune discrimination épidémiologique ou anamnestique, se présentant au CHUVA entre mars 2022 et septembre 2022 nécessitant un cathétérisme urétral à visée diagnostique ou thérapeutique. Les critères d'exclusion étaient un cathétérisme urétral incomplet ou une vidange vésicale après cathétérisme incomplète ne permettant pas de mesurer le volume vésical.

Les informations concernant l'animal ont été obtenues à partir de son dossier sur le logiciel CLOVIS®. La race, l'âge, le statut sexuel et le poids de l'animal sont enregistrés ainsi que la pathologie motivant sa prise en charge, les traitements reçus et la durée depuis la dernière miction (Annexe 1).

#### 2.1.2. Protocole expérimental

Le protocole de cette étude a été validé par un comité d'éthique en recherche clinique et dont la saisine n°2022-22-03 suivie du consentement éclairé fourni au propriétaire sont présentés en Annexe 2 et 3.

##### 2.1.2.1. Conditions de la prise de mesure par le Portascan 3D MD-6000®

La prise de mesure a été standardisée. Lors de la procédure l'animal a été positionné en décubitus dorsal avec une tonte de 5 cm sur 5 cm préalable en région abdominale ventro-caudale. De plus,

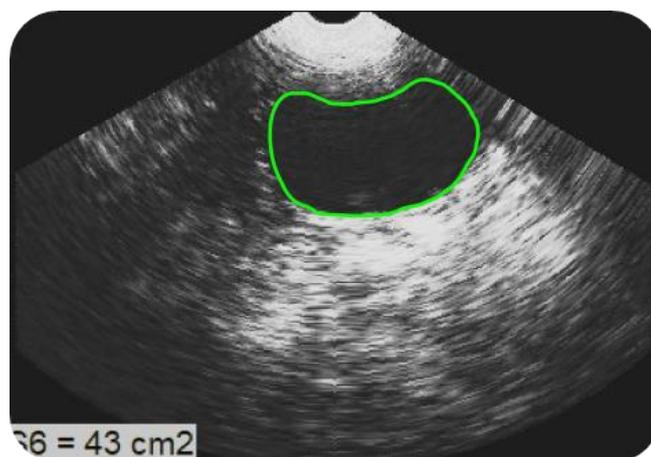
dans le cadre du cathétérisme urétral prévu l'animal a été sédaté ou anesthésié. Le protocole anesthésique utilisé était adapté à chaque individu mais n'a pas été répertorié.

#### 2.1.2.2. Protocole

- 1) Évaluation clinique par palpation abdominale de la réplétion vésicale.
- 2) Visualisation échographique de la dimension vésicale (Echographe Esaote), de la paroi vésicale et de la présence éventuelle d'anomalie intraluminaire (calcul, masse).
- 3) Mesure non invasive à l'aide du Portascan 3D MD-6000<sup>®</sup> de Laborie du volume vésical : 5 mesures sont réalisées. L'utilisation du Portascan 3D MD-6000<sup>®</sup> est faite selon les consignes du fabricant notamment avec un gain fixé à 30 dB. La vessie est pré-visualisée permettant à l'opérateur d'ajuster la position de la sonde afin de s'assurer que la vessie entière se trouve dans la zone d'acquisition sectorielle, marquée en vert sur l'interface LCD (Figure 11). Il affiche alors cinq mesures correspondant chacune à une image à l'écran de la vessie (Figure 12). L'opérateur choisit celle correspondant le mieux au contour de la vessie visualisée. La forme 3D de la vessie sur l'appareil doit être aussi sphérique que possible, affichant la vessie la plus grande et la plus centrale avec le volume numérisé le plus élevé.
- 4) Mesure de la quantité d'urine contenue dans la vessie via le cathétérisme urétral selon les procédures classiques recommandées (asepsie de la zone uro-génitale, utilisation d'une sonde stérile).
- 5) Vérification par échographe de la vidange complète de la vessie.

L'étape 1 à 3 et 4 à 5 sont réalisées par deux opérateurs différents avec un recueil du volume résiduel sans avoir connaissance de la mesure réalisée par l'opérateur n°1.

**Figure 11 : Photographie de l'écran du Portascan 3D MD-6000<sup>®</sup> surlignant le contour de la vessie en vert (source personnelle)**



**Figure 12 : Photographie de l'écran du Portascan 3D MD-6000® avec modélisation de la vessie et calcul du volume correspondant (source personnelle)**



## 2.2. Etude statistique

Pour valider l'utilisation du Portascan 3D MD-6000® de Laborie il a été choisi d'utiliser le coefficient de concordance de Lin ainsi que la méthode graphique de Bland et Altman. Ces dernières permettent de valider les mesures par comparaison à une méthode de référence choisie, ici le cathétérisme urétral.

En premier lieu, il a été nécessaire de définir la taille de notre échantillon. Ce calcul se fait selon la formule de Walter et al dont le résultat est donné dans le Tableau 6. Pour se faire les critères suivants sont à définir : le CCC de Lin minimal, le CCC de Lin attendu et la puissance statistique souhaitée. Il a été arbitrairement choisi une concordance attendue dite « plutôt bonne » selon le classement de Partik. Cela correspond à un CCC de Lin supérieur à 0,8. Toujours selon le même classement le minimum de CCC de Lin a été choisi par défaut à 0,6 de façon à avoir un résultat à minima « satisfaisant » (Partik *et al.*, 2002).

**Tableau 6 : Choix de la taille de l'échantillon**

CCC Lin mini (CCC0)	0,60
CCC Lin attendu (CCC1)	0,80
Puissance	0,80
Taille échantillon	39

Ainsi le Tableau 6 détermine un échantillon nécessaire de 39 individus pour chaque groupe étudié.

L'utilisation du graphique de Bland et Altman nécessite de fixer arbitrairement deux autres valeurs : un biais maximal et une zone d'agrément maximale. Il a été choisi d'utiliser le graphique de Bland et Altman par différences relatives. L'étude portant sur un volume variant énormément en fonction de la prise hydrique de l'animal, de sa taille et de la durée depuis sa dernière miction il a

été jugé plus pertinent d'exprimer les écarts et biais en pourcentage. De plus, le fabricant de l'échographe rapporte une variabilité de plus ou moins 15% du volume mesuré (Annexe 4). Les deux méthodes seront alors considérées concordantes si en moyenne, le Portascan 3D MD-6000® ne surestime ni ne sous-estime pas les valeurs mesurées par cathétérisme de plus de 15% et si la quasi-totalité des écarts en valeur absolue entre ces deux méthodes de mesures est inférieur à 40%.

Pour juger au mieux un CCC de Lin éloigné de la valeur attendue nous avons utilisé la notion de précision et d'exactitude. Il y a un manque de précision de la concordance lorsque les mesures observées s'éloignent de part et d'autre de la droite de régression estimée à partir des deux séries de mesures. Il y a un manque d'exactitude de la concordance si la droite de régression estimée à partir des deux séries de mesures est éloignée de la droite à 45° représentant la concordance parfaite.

Pour compléter l'analyse statistique il a été décidé de juger de la dispersion des mesures en calculant l'écart-type.

Les calculs ont été réalisés sur le logiciel Excel®.

### **3. Résultats**

L'étude a été réalisée sur 36 animaux dont 20 chiens et 16 chats. Les volumes mesurés sont répertoriés dans l'Annexe 1. Aucun animal n'a été exclu de cette étude.

Certaines données n'ont pas pu être exploitées notamment la durée depuis la dernière miction qui n'était soit pas renseignée par les propriétaires soit non estimée car l'animal avait une sonde à demeure.

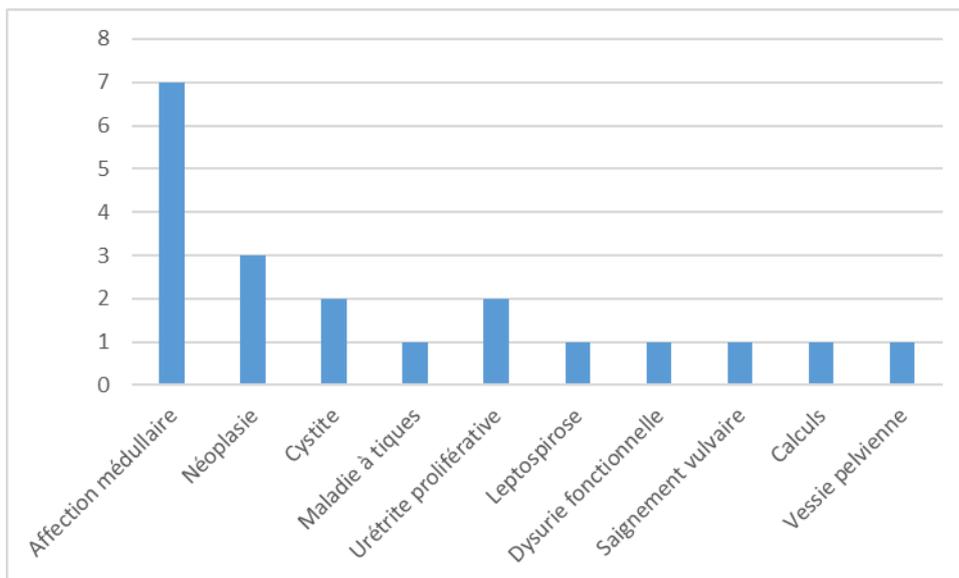
#### **3.1. Dans l'espèce canine**

##### ***3.1.1 Population animale étudiée***

###### *3.1.1.1. Affections motivant le cathétérisme urétral*

Répertoriées dans la Figure 13 les affections les plus représentées étaient d'origine médullaire suivies des affections néoplasiques comptant respectivement pour 35% et 15% de l'effectif.

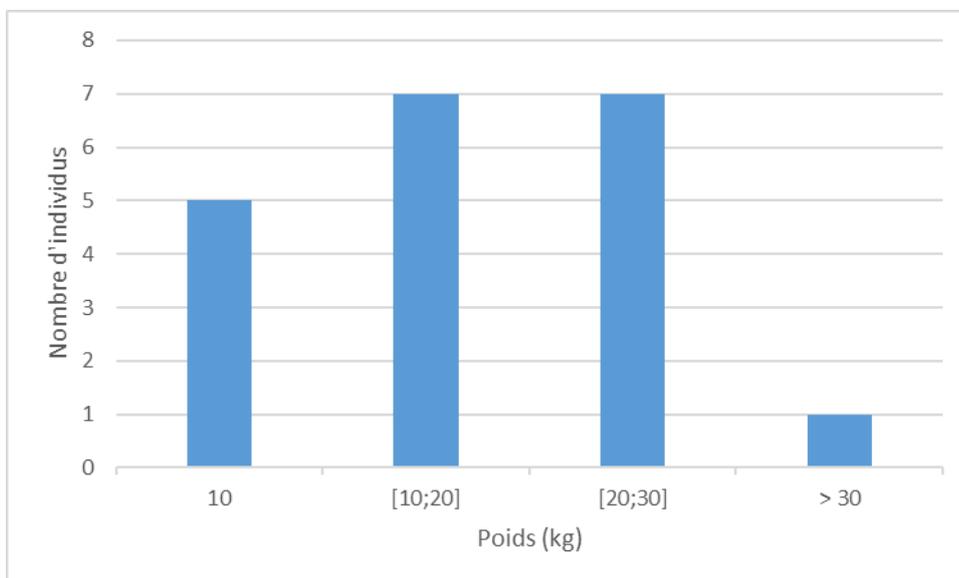
**Figure 13 : Représentation graphique de la proportion des affections rencontrées chez les chiens de la population d'étude**



### 3.1.1.2. Poids

Dans cet échantillon le poids varie de 6 à 43 kg. Le poids moyen des chiens est de 17,6 kg et le poids médian est de 14,9 kg. Les chiens de moyen et grand format sont les plus nombreux (Figure 14). 25% des chiens sont de petit format (jusqu'à 10 kg), 35% sont de moyen format (de 10 à 20 kg), 35% sont de grand format (de 20 à 30 kg) et 0,05% sont de très grand format (plus de 30 kg).

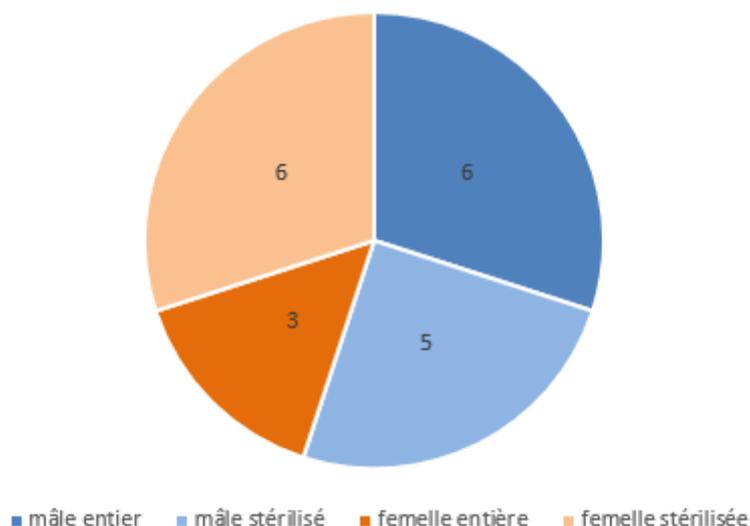
**Figure 14 : Répartition du poids des chiens de la population d'étude**



### 3.1.1.3. Statut sexuel

Dans notre échantillon il y a une légère majorité de mâles (11 soit 55 %) par rapport aux femelles. La part d'animaux stérilisés est plus grande chez les femelles (6 soit 66%) que chez les mâles (5 soit 45%) (Figure 15).

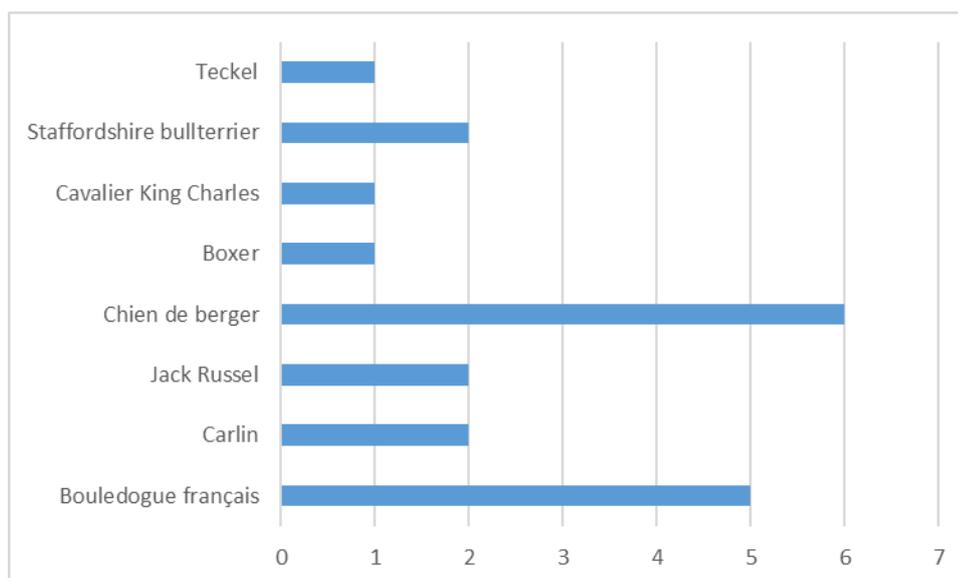
**Figure 15 : Représentation graphique du nombre de chiens de la population d'étude en fonction de leur sexe et de leur statut sexuel**



### 3.1.1.4. Race

On retrouve dans notre échantillon une majorité de chiens type chien de berger (6 soit 30%) et de bouledogue français (5 soit 25%).

**Figure 16 : Représentation graphique du nombre de chiens par race de la population d'étude**



### 3.1.2. Concordance entre les deux méthodes

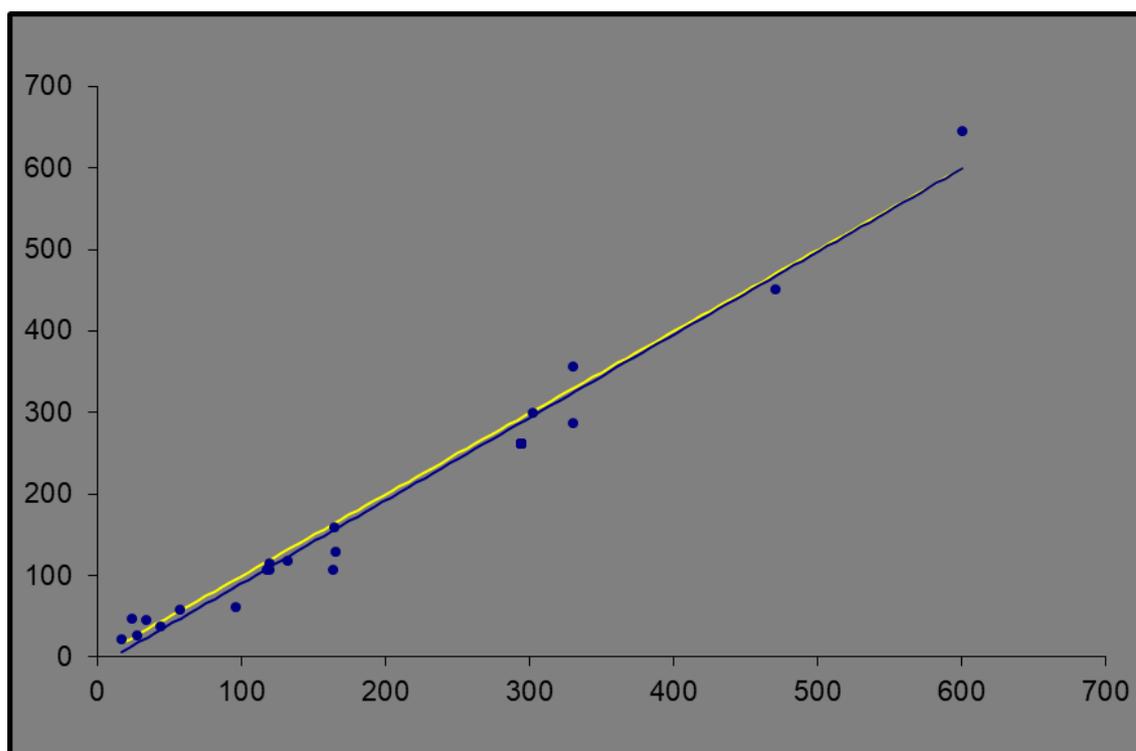
Les mesures réalisées sont consignées dans le Tableau 7.

**Tableau 7 : Volumes mesurés sur des chiens par cathétérisme urétral et le Portascan MD-6000®**

	Cathétérisme urétral (mL)	Portascan 3D MD-6000® (mL)	Moyenne (mL)	Différence relative par rapport à la moyenne (%)
Mâles	294	262	278	-11.5
	117	107	112	-8.9
	164	159	161,5	-3.1
	600	645	622,5	7.2
	330	281	305,5	-16
	470	452	461	-3.9
	24	48	36	66.7
	330	357	343,5	7.9
	132	118	125	-11.2
	34	46	40	30
	119	108	113,5	-9,7
Femelles	17	22	19,5	25.6
	119	116	117,5	-2.6
	44	38	41	-14.6
	96	61	78,5	-44.6
	163	108	135,5	-40.6
	302	300	301	-0.7
	27	27	27	0
	57	59	58	3.4
	165	129	147	-24,5

Le CCC de Lin calculé est de 0,99 avec un intervalle de confiance à 95% compris entre 0,96 et 1. Cette valeur est illustrée par la Figure 17, jugée subjectivement par la proximité entre la droite de régression linéaire et celle de concordance parfaite. Ces deux droites semblent plus éloignées pour les plus petits volumes notamment inférieurs à 100 mL. La borne inférieure de notre intervalle de confiance est supérieure au CCC de Lin minimal fixé soit 0,6. Aussi la concordance entre les mesures réalisées par cathétérisme urétral et par le Portascan 3D MD-6000® est significativement satisfaisante.

**Figure 17 : Représentation graphique du coefficient de concordance de Lin sur les chiens de notre étude**



Chaque point correspond à un individu de l'étude. La droite de régression linéaire calculée à partir des mesures faites est représentée en bleu. La droite à 45° représentant une concordance parfaite est en jaune.

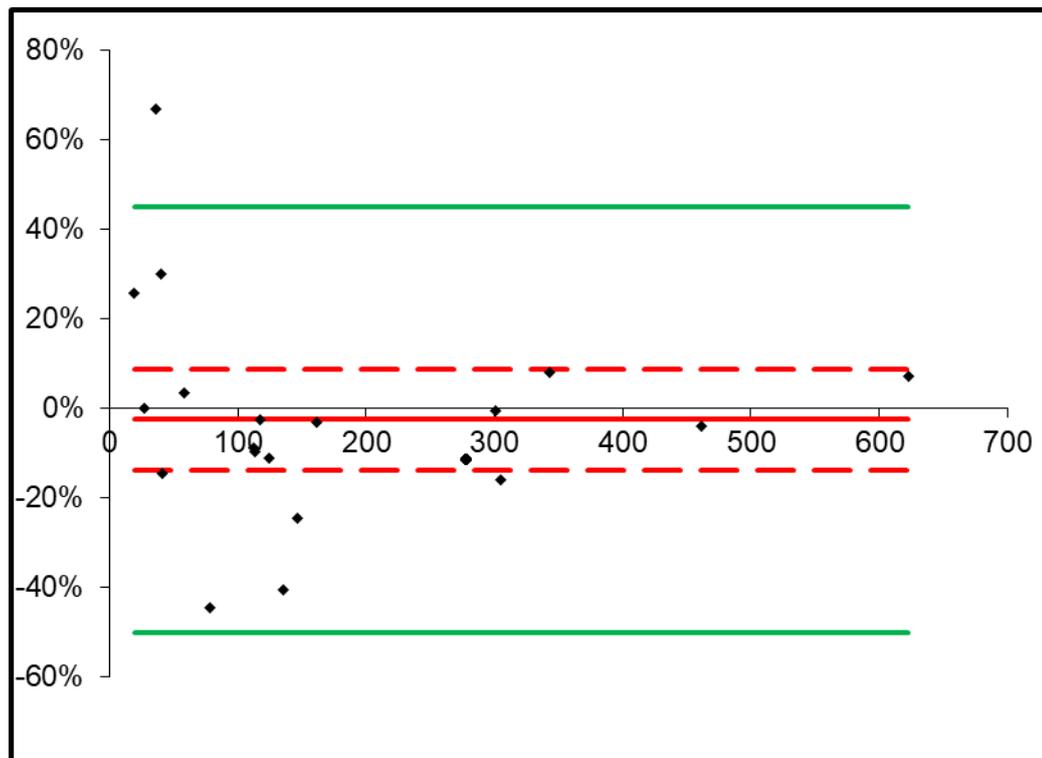
Le premier critère de Bland et Altman est celui du biais maximal fixé préalablement à 15%. En moyenne le Portascan 3D MD-6000® sous-estime le volume vésical de 2,6% par rapport au cathétérisme urétral (Figure 18). L'intervalle de confiance de ce biais varie de -13,9 % à 8,8%. Cette sous-estimation est donc non significative et le premier critère est vérifié.

Le second critère définit une zone d'agrément maximale comprise dans l'intervalle [- 40% ; 40%]. Cette méthode estime que 95% des 20 écarts de mesures entre le cathétérisme urétral et le Portascan 3D MD-6000® sont compris entre - 50,1% et 45% (Figure 18).

La concordance du cathétérisme urétral et du Portascan 3D MD-6000® ne valide pas les deux critères. Celle-ci n'est donc pas vérifiée.

On remarque sur le Figure 18 une répartition plus homogène des points autour de la droite de biais pour les volumes vésicaux plus importants soit supérieurs à 200 mL. Tous les volumes mesurés respectent alors une différence relative de moins de 15%. Pour tous volumes confondus 65% des chiens répondent à ce critère. L'écart-type est de 24,3%.

**Figure 18 : Représentation graphique de Bland et Altman pour des différences relatives sur les chiens de la population d'étude**



La droite centrale représente le biais soit la moyenne des écarts entre les deux séries de mesures. Les deux droites en pointillés représentent l'intervalle de confiance à 95% de ce biais. Les deux droites vertes à l'extérieures correspondent aux limites de la zone d'agrément.

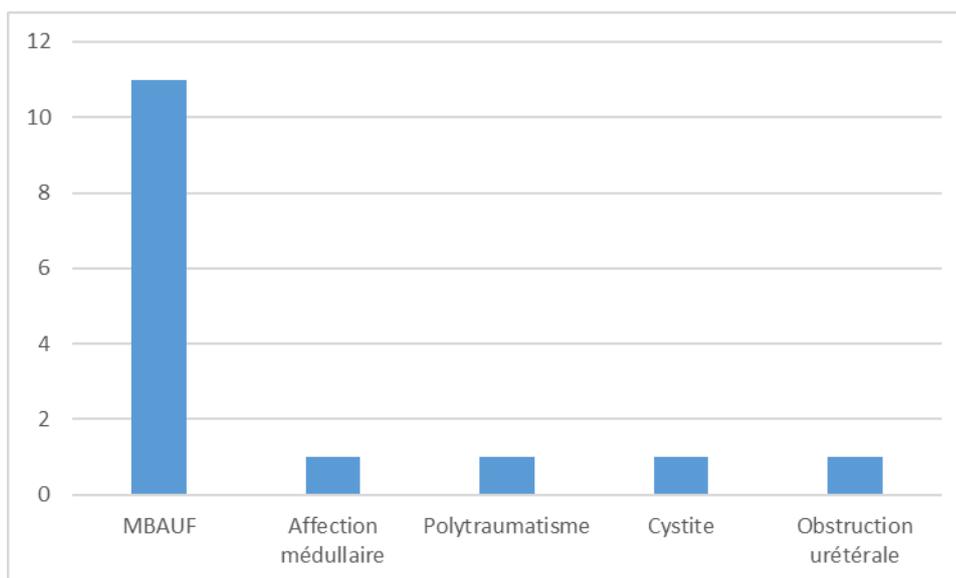
### 3.2. Dans l'espèce féline

#### 3.2.1. Population animale étudiée

##### 3.2.1.1. Affections motivant un cathétérisme urétral

Dans cette étude la maladie du bas appareil urinaire félin (MBAUF) représente 68% des causes de cathétérisme urétral (Figure 19). Elle comporte par ailleurs uniquement des chats mâles.

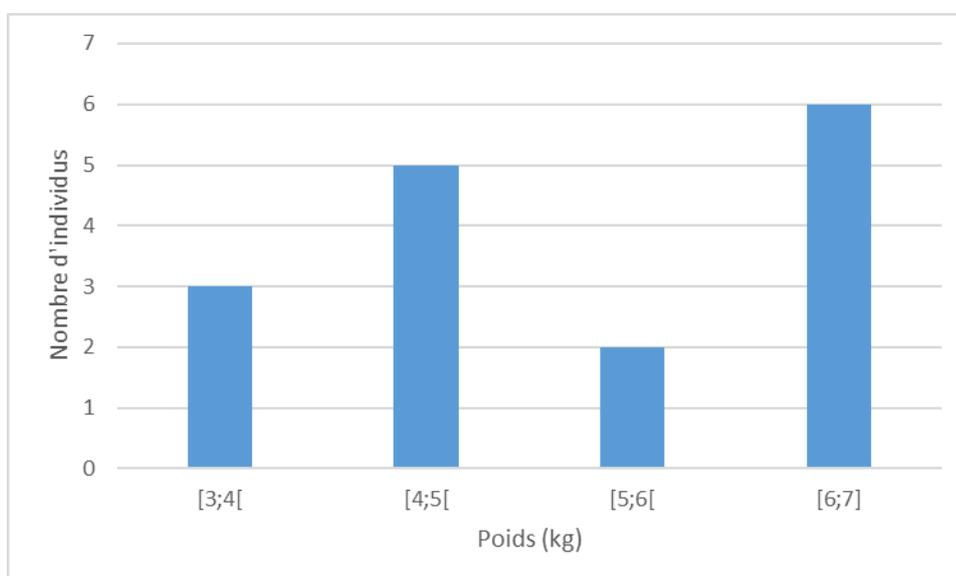
**Figure 19 : Représentation graphique des affections rencontrées sur les chats de la population d'étude**



### 3.2.1.2. Poids

Dans cet échantillon le poids varie seulement de 3,3 kg à 6,8 kg (Figure 20). Le poids moyen des chats est de 5.2 kg et le poids médian est de 5 kg.

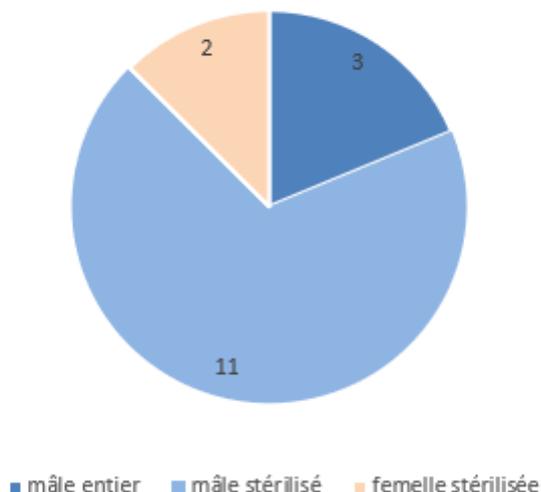
**Figure 20 : Représentation graphique du poids des chats de la population d'étude**



### 3.2.1.3. Statut sexuel

Dans notre échantillon il y a une majorité de mâles (14 soit 87%) par rapport aux femelles et une majorité de mâle stérilisé (11 soit 69%). De plus, il n'y a aucune femelle entière (Figure 21).

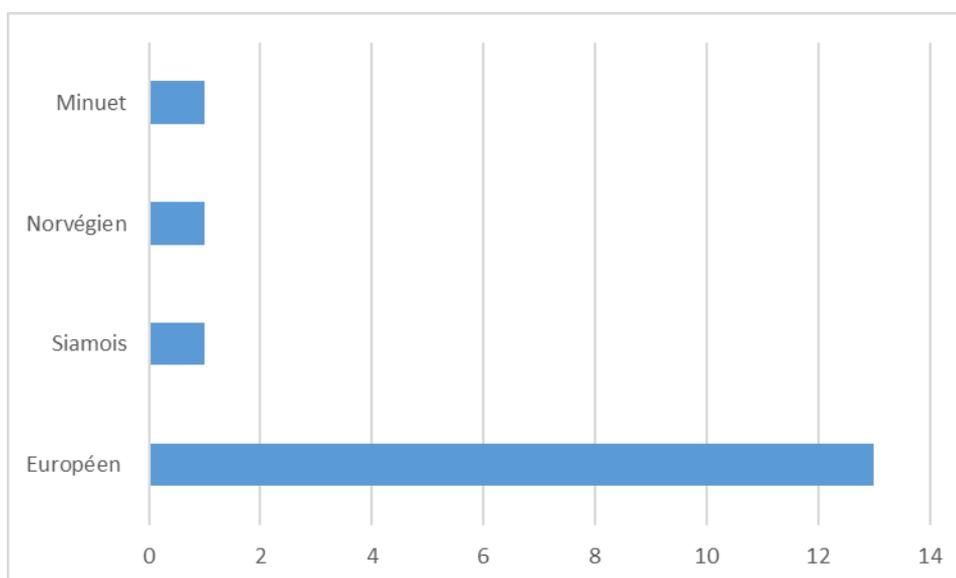
**Figure 21 : Représentation graphique du nombre de chats de la population d'étude en fonction de leur sexe et de leur statut sexuel**



#### 3.2.1.4. Race

On retrouve illustrée par la Figure 22 une majorité de chats européens (11 soit 69%).

**Figure 22 : Représentation graphique du nombre de chats de la population d'étude par race**



### 3.2.2. Concordance entre les deux méthodes

Les mesures réalisées sont consignées dans le Tableau 8.

**Tableau 8 : Volumes mesurés sur les chats par différentes méthodes**

	Cathétérisme urétral (mL)	Portascan 3D MD-6000® (mL)	Moyenne (mL)	Différence relative par rapport à la moyenne (%)
Mâles	49	50	49,5	2
	75	71	73	-5.5
	30	41	35,5	31
	104	83	93,5	-22.5
	79	89	84	11.9
	20	29	24,5	36.7
	91	107	99	16.2
	80	89	84,5	10.7
	48	74	61	42.6
	105	113	109	7.3
	81	86	83,5	6
	30	41	35,5	31
	38	45	41.5	16.9
	78	98	88	22.7
Femelles	54	52	53	-3.8
	33	76	54.5	78.9

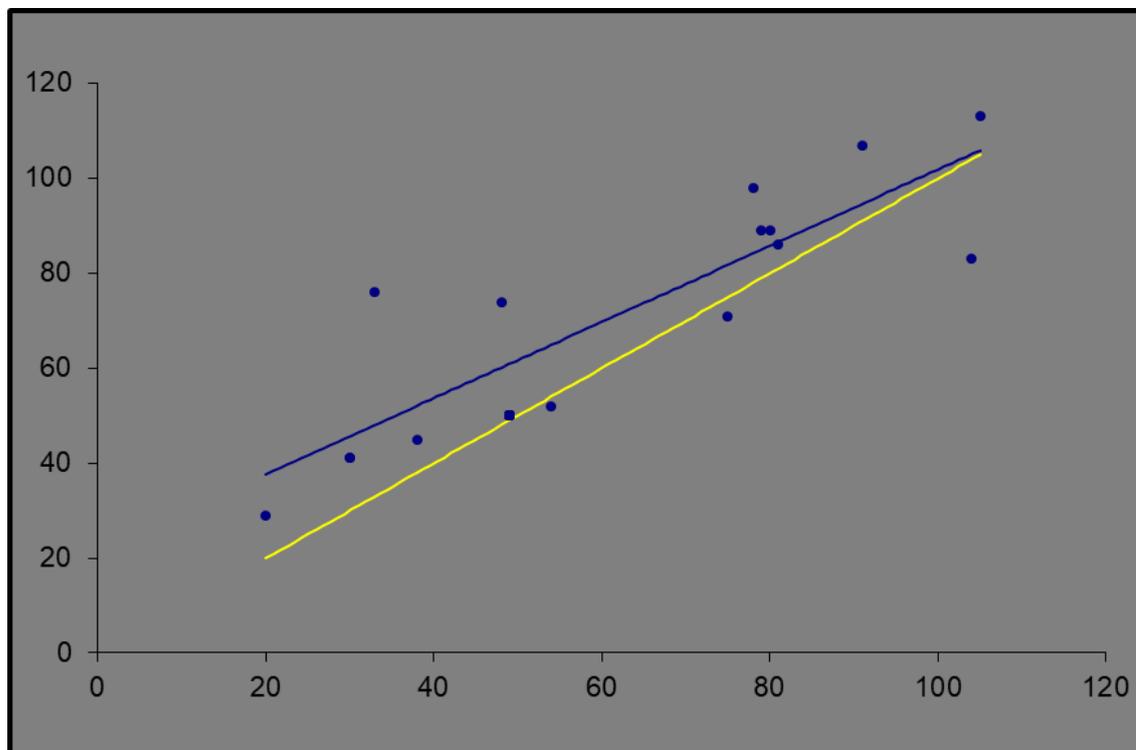
Le CCC de Lin calculé est de 0,81 avec un intervalle de confiance à 95% compris entre 0,51 et 0,94. La borne inférieure de notre intervalle de confiance est inférieure au CCC de Lin minimal fixé soit 0,6. Aussi la concordance entre les mesures réalisées par cathétérisme urétral et par le Portascan 3D MD-6000® n'est pas significativement satisfaisante.

La part de mauvaise concordance est expliquée en majorité par un manque de précision (70%) et en moindre mesure par un manque d'exactitude (30%).

Comme on peut le voir sur la Figure 23 l'écart entre la droite de régression linéaire et celle de concordance parfaite est d'autant plus élevé que le volume est faible. Aussi pour les faibles volumes le Portascan 3D MD-6000® semble surestimer le RPM. Les droites se rapprochent

ensuite pour des volumes supérieurs à 100 mL ce qui rejoint le cas de figure rencontré pour l'espèce canine.

**Figure 23 : Représentation graphique du coefficient de concordance de Lin sur les chats de la population d'étude**



Chaque point correspond à un individu de l'étude. La droite de régression linéaire calculée à partir des mesures faites est représentée en bleu. La droite à 45° représentant une concordance parfaite est en jaune.

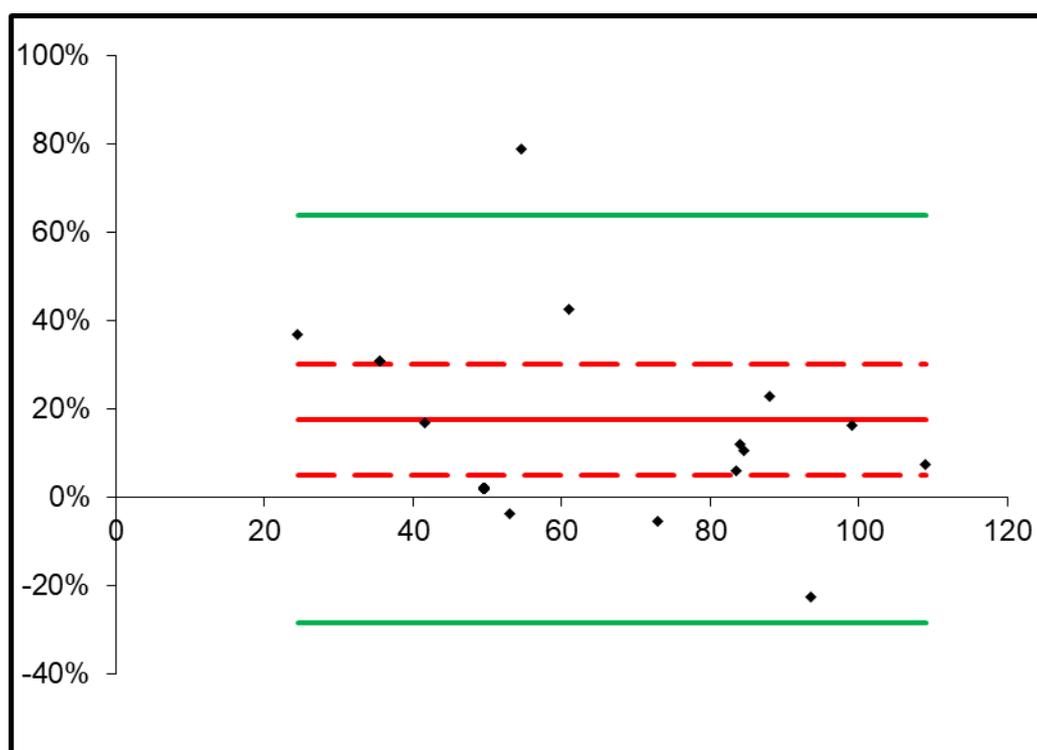
Le premier critère de Bland et Altman est celui du biais maximal fixé préalablement à 15%. En moyenne le Portascan 3D MD-6000® surestime le volume vésical de 17,6% par rapport au cathétérisme urétral (Figure 24). L'intervalle de confiance de ce biais varie de 5,1% à 30,2%. Cette surestimation est donc significative et le premier critère n'est pas vérifié.

Le second critère définit une zone d'agrément maximale comprise dans l'intervalle [- 40% ; 40%]. Cette méthode estime que 95% des 16 écarts de mesures entre le cathétérisme urétral et le Portascan 3D MD-6000® sont compris entre -28,5% et 63,7% (Figure 24).

Le protocole de concordance du cathétérisme urétral et du Portascan 3D MD-6000® ne valide aucun des deux critères. Celle-ci n'est donc pas vérifiée.

Néanmoins 44% des volumes mesurés de notre étude présentent une différence relative de moins de 15%. L'écart-type est de 23,5%.

**Figure 24 : Représentation graphique de Bland et Altman pour des différences relatives sur les chats de la population d'étude**



La droite centrale représente le biais soit la moyenne des écarts entre les deux séries de mesures. Les deux droites en pointillés représentent l'intervalle de confiance à 95% de ce biais. Les deux droites vertes à l'extérieures correspondent aux limites de la zone d'agrément.

### 3.3. Résultats obtenus après élimination des valeurs extrêmes

Comme vu précédemment la perte de concordance entre les deux méthodes de mesures utilisées repose avant tout sur un manque de précision. Il faut alors réduire les erreurs aléatoires. En effet certaines mesures semblent aberrantes car la valeur obtenue par le Portascan 3D MD-6000<sup>®</sup> est bien supérieure à celle obtenue par cathétérisme urétral. Elles sont au nombre de deux et répertoriées dans le Tableau 9.

**Tableau 9 : Valeurs aberrantes de notre étude**

	Cathétérisme urétral (mL)	Portascan 3D MD-6000 <sup>®</sup> (mL)	Moyenne (mL)	Différence relative par rapport à la moyenne (%)
Chien	24	48	36	66.7
Chat	33	76	54.5	78.9

Il serait intéressant de vérifier la concordance entre nos deux méthodes sans ces valeurs extrêmes.

### 3.3.1. Dans l'espèce canine

On obtient alors un CCC de Lin « excellent » selon Partik à 0,99 avec un intervalle de confiance à 95% compris entre 0,96 et 1. Ainsi la concordance est significativement satisfaisante (Partik *et al.*, 2002).

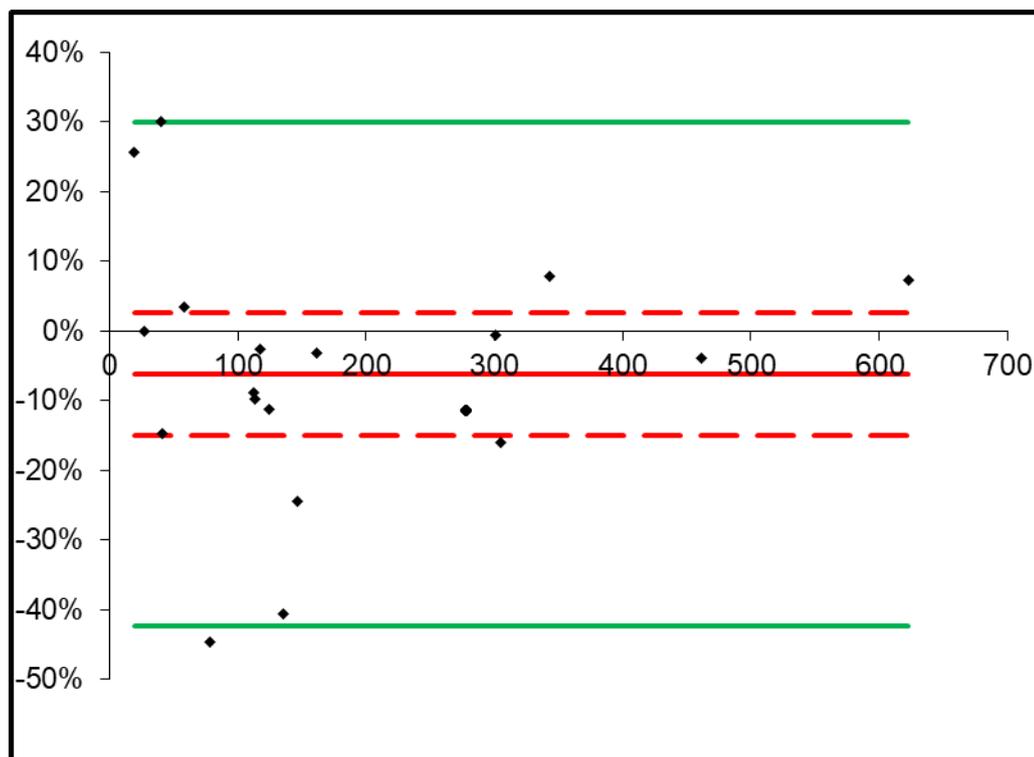
En moyenne le Portascan 3D MD-6000<sup>®</sup> sous-estime le volume vésical de 6,2% par rapport au cathétérisme urétral (Figure 25). L'intervalle de confiance de ce biais varie de -15,1% à 2,7%. Cette sous-estimation n'est donc pas significative. Le premier critère est vérifié.

Cette méthode estime que 95% des 19 écarts de mesures entre le cathétérisme urétral et le Portascan 3D MD-6000<sup>®</sup> sont compris entre - 42,3% et 30% (Figure 25).

Ainsi l'étude ne valide pas le second critère du graphique de Bland et Altman. Le Portascan 3D MD-6000<sup>®</sup> n'est donc pas concordant au cathétérisme urétral.

De plus 68% des volumes mesurés de notre étude présentent une différence relative de moins de 15%. L'écart-type est de 19,5%.

**Figure 25 : Représentation graphique de Bland et Altman pour des différences relatives sur les chiens de la population d'étude sans les valeurs extrêmes**



La droite centrale représente le biais soit la moyenne des écarts entre les deux séries de mesures. Les deux droites en pointillés représentent l'intervalle de confiance à 95% de ce biais. Les deux droites vertes à l'extérieures correspondent aux limites de la zone d'agrément.

### 3.3.2. Dans l'espèce féline

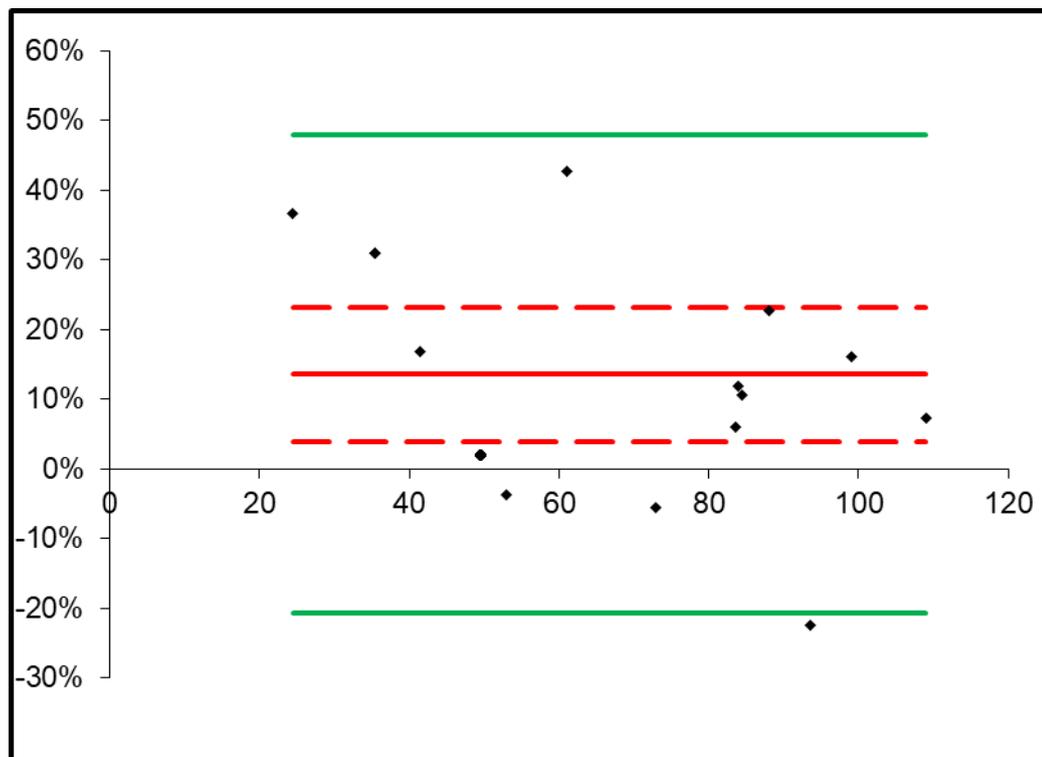
On obtient alors un CCC de Lin à 0.89 avec un intervalle de confiance à 95% compris entre 0,66 et 0,97. Ainsi la concordance est significativement satisfaisante.

En moyenne le Portascan 3D MD-6000® surestime le volume vésical de 13,6% par rapport au cathétérisme urétral (Figure 26). L'intervalle de confiance de ce biais varie de 3,9% à 23,2%. Cette surestimation est donc significative. Le premier critère n'est pas vérifié.

Cette méthode estime que 95% des 15 écarts de mesures entre le cathétérisme urétral et le Portascan 3D MD-6000® sont compris entre - 20,8% et 47,9% (Figure 26). Le second critère n'est donc pas vérifié. La concordance n'est pas vérifiée par le graphique de Bland et Altman.

Néanmoins 47% des volumes mesurés de notre étude présentent une différence relative de moins de 15%. L'écart-type est de 17,5%.

**Figure 26 : Représentation graphique de Bland et Altman pour des différences relatives sur les chats de la population d'étude sans les valeurs extrêmes**



La droite centrale représente le biais soit la moyenne des écarts entre les deux séries de mesures. Les deux droites en pointillés représentent l'intervalle de confiance à 95% de ce biais. Les deux droites vertes à l'extérieures correspondent aux limites de la zone d'agrément.

## 4. Discussion

### 4.1. Analyse des résultats

#### 4.1.1. Validité du Portascan 3D MD-6000®

##### 4.1.1.1. Dans l'espèce canine

Notre étude a permis de démontrer que le Portascan 3D MD-6000® de Laborie permettait de fournir une valeur fiable et concordante par approche statistique du volume vésical chez le chien. Il

existe néanmoins une limite à sa validation d'un point de vue clinique notamment pour les volumes inférieurs à 100 mL.

Ces résultats diffèrent de ceux rapportés sur le modèle BladderScan Prime Plus® de Verathon. Les études réalisées rapportent une sous-estimation de 4,5% de la mesure réalisée par rapport au volume vésical avec un écart-type de 34,9% et une sous-estimation de ce volume allant jusqu'à 7,5 mL chez les chiens de moins de 5 kg (DiFazio *et al.*, 2020 ; Kendall *et al.*, 2020). Cependant l'outil échographique validé par nos collègues américains n'utilise pas le même outil statistique. Lors de la validation d'une méthode de mesure il est important de vérifier sa répétabilité et sa reproductibilité. Dans ce cas précis on cherche à implémenter une nouvelle technique visant à remplacer une autre plus invasive ainsi il est nécessaire de vérifier la concordance des deux méthodes. Pour se faire on peut avoir recours à un outil numérique ou graphique. Ces deux méthodes offrent à la fois une validation statistique et clinique. C'est ce qu'on va retrouver dans l'utilisation du CCC de Lin et du graphique de Bland et Altman. Dans leurs études il a été décidé de se baser sur une comparaison des moyennes à l'aide d'un test de Student. En se basant sur ce test statistique ils acceptent une hypothèse avec un risque d'erreur inconnu car dépendant de la véritable différence de moyenne entre les deux techniques comparées. De plus deux séries de mesures peuvent avoir des moyennes égales tout en étant discordantes d'une technique à l'autre (Desquilbet, 2022). L'importance de combiner une analyse statistique et clinique prend tout son sens dans notre étude. En effet les résultats donnés par le CCC Lin et le graphique de Bland et Altman discordent. On peut l'expliquer par la différence d'échelle étudiée. En effet, les écarts de volumes jugés cliniquement importants sont minimisés par l'approche mathématique au regard de l'importance potentielle de la plage des volumes.

Aussi le Portascan 3D MD-6000® semble présenter une meilleure concordance associée à une plus petite dispersion des mesures dans l'espèce canine que le BladderScan Prime Plus®. S'il n'implique aucune sous-estimation, l'écart des mesures peut aller jusqu'à presque 50% pour les plus petits volumes.

#### 4.1.1.2. *Dans l'espèce féline*

Il a été montré que la concordance n'est pas significativement satisfaisante et qu'elle ne valide pas non plus les critères cliniques fixés préalablement. En effet, d'après notre étude le Portascan 3D MD-6000® a tendance à surestimer le volume vésical de 17,6% et présente un écart pouvant aller jusqu'à 63,7% par rapport au volume vésical. Aucune autre étude ne permet de comparer ces résultats à la littérature.

#### 4.1.1.3. *Résultats obtenus par élimination des valeurs extrêmes*

Dans l'espèce canine, l'élimination des valeurs extrêmes permet une concordance parfaite entre les deux méthodes par approche statistique. L'écart des mesures par rapport au volume vésical véritable diminue pour atteindre au maximum 42,3% et l'écart-type est de seulement 19,5%. Cette valeur est nettement inférieure à celle documentée par nos confrères américains (34,9 %) (DiFazio *et al.*, 2020).

Dans l'espèce féline l'élimination des valeurs extrêmes permet d'obtenir une concordance satisfaisante d'un point de vue statistique. Elle n'est cependant pas validée par nos critères

cliniques. En effet, l'écart maximal entre nos deux méthodes de mesure reste de 47,9 % malgré un écart-type de seulement 17,5% et une surestimation du volume vésical de 13,6%.

#### 4.1.1.4. *Explication des mesures aberrantes*

Ces erreurs aléatoires peuvent avoir diverses origines. Dans notre étude la difficulté principale a été une mauvaise détection des vessies par l'échographe lorsqu'il y avait un faible volume. Pour rappel, le volume doit être calculé sur une image de vessie sphérique, centrée et la plus grande possible à l'écran. La profondeur de champ n'étant pas réglable, une vessie peu remplie peut ne pas remplir ces trois critères. Cela peut expliquer la tendance mise en évidence d'une concordance aléatoire pour les volumes inférieurs à 100 mL.

### 4.1.2. **Représentativité de la population étudiée**

#### 4.1.2.1. *Poids*

##### □ Dans l'espèce canine

En France le poids moyen d'un chien est de 18,9 kg. En 2020, les chiens de petit format représentent 38,3% de la population canine, ceux de format moyen représentent 33,3%, ceux de grand format représentent 24,7% et les chiens de très grand format représentent seulement 3,7% de cette population (FACCO, 2021).

Ainsi nous avons une sous-représentation des chiens de petit format et de très grand format dans notre échantillon.

##### □ Dans l'espèce féline

En France, le poids moyen d'un chat de 4,5 kg (FACCO, 2021). Le poids moyen des chats de notre étude est supérieur à celui retrouvé dans la population française de chat.

Or l'embonpoint représente un facteur de risque de MBAUF et d'obstructions urinaires (Segev *et al.*, 2011).

#### 4.1.2.2. *Statut sexuel*

##### □ Dans l'espèce canine

En France 18% des chiens mâles sont castrés et 30% des femelles stérilisées (FACCO, 2021).

Ainsi les chiens stérilisés sont sur-représentés dans l'échantillon.

##### □ Dans l'espèce féline

En France, la population féline est quant à elle stérilisée à 85% avec 40% des mâles castrés et 45% des femelles stérilisées (FACCO, 2021).

Aussi les mâles et femelles stérilisées sont sur-représentées dans notre échantillon. On peut faire un parallèle à l'embonpoint retrouvé dans notre échantillon. En effet, la stérilisation diminuant

l'activité et les besoins énergiques des animaux il est important de prévenir la prise de poids éventuelle.

#### 4.1.2.3. Race

##### □ Dans l'espèce canine

En France, les races les plus représentées sont le labrador, le yorkshire terrier et enfin le jack russell terrier (FACCO, 2021). Nous avons une sur-représentation des chiens de berger et bouledogue français dans notre échantillon.

Dans une étude rétrospective 18,7% des bouledogues français étaient présentés en consultation pour des troubles neurologiques et parmi ces derniers 45,5% souffraient d'hernie discale (Mayousse *et al.*, 2017).

##### □ Dans l'espèce féline

D'après le recensement effectué en 2020 la population féline de France compte avant tout des chats de race ayant un pedigree. On retrouve dans les races les plus présentes le siamois, le sacré de Birmanie et le Chartreux (FACCO, 2021).

Aussi il y a une sur-représentation des chats européens dans notre échantillon.

Ainsi, les affections ayant motivé le cathétérisme urétral ont probablement engendré un biais de sélection dans la représentativité de notre échantillon.

## 4.2. Limites de notre travail

### **4.2.1. Taille de vessie**

Malgré des écarts parfois importants pour de plus grands volumes les mesures aberrantes se situent néanmoins préférentiellement sur les mesures inférieures à 100 mL. L'étude menée par DiFazio. a aussi mis en évidence un manque de précision pour les animaux dont le poids est inférieur à 5 kg (DiFazio *et al.*, 2020). Aussi il serait intéressant de refaire une étude sur des animaux de petits gabarits impliquant un volume vésical moindre afin d'affiner l'écart de mesure cliniquement acceptable.

### **4.2.2. Forme de vessie**

Nous avons vu que l'échographe peut présenter des difficultés à détecter la vessie que ce soit par sa taille ou par sa forme. Aussi on peut supposer que les affections modifiant l'anatomie de la vessie peuvent impacter la mesure du volume vésical. Par exemple, il sera important d'évaluer l'impact de la modification du contour vésical ou de la lumière vésicale (par exemple par un processus tumoral ou un volumineux calcul) sur les résultats obtenus. Si l'échographie 3D a été validée dans la mesure de néoplasie vésicale chez le chien il serait intéressant de valider son utilisation pour la mesure du volume vésical malgré ces lésions (Naughton *et al.*, 2012).

#### **4.2.3. Présence d'épanchement**

De plus, la présence d'épanchement pourrait fausser la mesure de l'appareil en rendant difficile la délimitation de la vessie par l'appareil. Ainsi, la validation de la mesure du volume vésical par l'appareil devra être étudiée en situation d'épanchement abdominal.

#### **4.2.4. Mise en place en pratique**

Dans cette étude, les animaux ont été sédatés ou anesthésiés pour la prise en charge diagnostique ou thérapeutique prévue. Il sera ainsi nécessaire de réitérer cette étude sur un animal vigile pour s'approcher des conditions cliniques dans lesquelles l'utilisation de cet appareil sera envisagée. Par ailleurs, les variations liées à la position de l'animal (décubitus dorsal *versus* animal debout par exemple) n'ont pas été étudiées. Il serait intéressant de vérifier que les différentes positions de l'animal n'influent pas sur la mesure du RPM réalisée par la machine.

Ainsi, nous avons cité un nombre de conditions importantes à tester avant de pouvoir généraliser l'utilisation du Portascan 3D MD-6000® à l'échelle d'une population générale.

### **4.3. Perspectives**

Il serait intéressant tout comme en médecine humaine de définir un seuil de RPM pathologique. Si cette mesure permet d'éviter un sondage inutile il serait aussi intéressant de pouvoir mesurer tout RPM anormale c'est à dire dépassant les limites évoquées précédemment soit 0,47 mL/kg (Anderson *et al.*, 2023). Cette connaissance permettra de rechercher l'impact pathologique d'une anomalie dans le RPM. Ainsi, la validation de cette mesure non invasive permettra d'étudier le volume résiduel post mictionnel et comprendre son impact possible dans l'occurrence d'affections telles que les infections bactériennes du tractus urinaire ou l'apparition d'une hypotonie du détrusor. Si l'hospitalisation a été identifiée comme un facteur de risque à une augmentation de ce RPM, l'impact de la polyurie reste encore à étudier (Vasquez *et al.*, 2021). De nombreuses affections systémiques responsables de polyurie sont associées à un risque de bactériurie subclinique, nous formulons l'hypothèse que cette polyurie pourrait être associée à un risque de bactériurie subclinique en lien avec un RPM élevé. Nous avons ainsi comme perspective d'évaluer le RPM après 5 minutes de balade chez des chiens présentant une polyurie et de déterminer si le volume du RPM est en lien avec le risque de bactériurie subclinique chez le chien.

# Conclusion

---

Ainsi l'utilisation du Portascan 3D MD-6000® peut être envisagée pour la mesure du volume vésical résiduel dans l'espèce canine. Cet appareil est un outil prometteur cependant peu précis pour des volumes vésicaux inférieurs à 100 mL et en particulier pour les animaux de petits gabarits incluant notamment l'espèce féline.

De plus, sa précision dépendant notamment de la taille et forme de la vessie, il sera nécessaire de tester les limites d'utilisation de cet appareil notamment dans des cas de modifications anatomiques de la vessie.

Même si dans notre étude son utilisation a été randomisée sur des animaux sédatisés voir anesthésiés et en décubitus dorsal, cet échographe 3D portable a pour vocation d'être utilisé en hospitalisation au chevet du patient. Il pourra devenir un outil dans la prise en charge des animaux sujets aux rétentions urinaires, mais il restera à définir une valeur de RPM prédisposant à des conséquences pathologiques.



# Liste des références bibliographiques

---

- ANDERSON, L.M., COLE, G., HAMMOND, L.J. (2023) Urine Residual Volume in Normal Dogs Determined by Direct Measurement and Comparison to Two-Dimensional Ultrasonographic Measurement. *Journal of the American Animal Hospital Association* vol. 59, n° 2, p. 69-73. [https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7285]
- ATALAN, G., HOLT, P.E., BARR, F.J. (1999) Effect of body position on ultrasonographic estimations of bladder volume. *Journal of Small Animal Practice* vol. 40, n° 4, p. 177-179. [https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1999.tb03786.x]
- BARTGES, J., POLZIN, D.J. (2011) Nephrology and urology of small animals. Ames, Wiley-Blackwell.
- BLOT, S., JEANDEL, A. (2017) Les maladies à l'origine d'un syndrome queue de cheval chez le chien. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire canine-féline* n° 58, p. 23-28.
- BOUZOURAA, T. (2021) Affections générales favorisant les infections du tractus urinaire. *Le Point Vétérinaire* n° 421, p. 49-53.
- BÓZSA, S., PÓTÓ, L., BÓDIS, J., *et al.* (2011) Assessment of Postoperative Postvoid Residual Bladder Volume Using Three-Dimensional Ultrasound Volumetry. *Ultrasound in Medicine & Biology* vol. 37, n° 4, p. 522-529. [https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2011.01.002]
- BROOKMAN-MAY, S., BURGER, M., HOSCHKE, B., *et al.* (2010) Association between residual urinary volume and urinary tract infection: prospective trial in 225 male patients. *Der Urologe. Ausg. A* vol. 49, n° 9, p. 1163-1168. [https://doi.org/10.1007/s00120-010-2364-y]
- BYRON, J.K. (2015) Micturition Disorders. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* vol. 45, n° 4, p. 769-782. [https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.02.006]
- CLARKE, D.L. (2018) Feline ureteral obstructions Part 1: medical management. *Journal of Small Animal Practice* vol. 59, n° 6, p. 324-333. [https://doi.org/10.1111/jsap.12844]
- COOPER, E.S. (2015) Controversies in the management of feline urethral obstruction. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* vol. 25, n° 1, p. 130-137. [https://doi.org/10.1111/vec.12278]
- CULLEN, W.C., FLETCHER, T.F., BRADLEY, W.E. (1981) Histology of the canine urethra II. Morphometry of the male pelvic urethra. *The Anatomical Record* vol. 199, n° 2, p. 187-195. [https://doi.org/10.1002/ar.1091990204]
- CULLEN, W.C., FLETCHER, T.F., BRADLEY, W.F. (1983) Morphometry of the Male Feline Pelvic Urethra. *Journal of Urology* vol. 129, n° 1, p. 186-189. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)51979-5]
- DE GROAT, W.C., GRIFFITHS, D., YOSHIMURA, N. (2014) Neural Control of the Lower Urinary Tract. *Comprehensive Physiology* p. 327-396. [https://doi.org/10.1002/cphy.c130056]
- DESQUILBET, L. (2022) Guide pratique de validation statistique de méthodes de mesure : répétabilité, reproductibilité, et concordance, n°13., Polycopié. Maisons-Alfort, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Département des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques.
- DICUIO, M., POMARA, G., MENCHINI FABRIS, F., *et al.* (2005) Measurements of urinary bladder volume: comparison of five ultrasound calculation methods in volunteers. *Archivio Italiano Di Urologia, Andrologia* vol. 77, n° 1, p. 60-62.
- DIFAZIO, M.R., THOMASON, J.D., CERNICCHIARO, N., *et al.* (2020) Evaluation of a 3-dimensional ultrasound device for noninvasive measurement of urinary bladder volume in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* vol. 34, n° 4, p. 1488-1495. [https://doi.org/10.1111/jvim.15811]
- EMANUEL, M., BERENT, A.C., WEISSE, C., *et al.* (2021) Retrospective study of proliferative urethritis in dogs: Clinical presentation and outcome using various treatment modalities in 11 dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* vol. 35, n° 1, p. 312-320. [https://doi.org/10.1111/jvim.16007]
- FACCO (2021) Parc des Animaux Familiers 2020. Présenté à Assemblée générale Kantar-FACCO, Paris. [http://www.facco.fr/wp-content/uploads/2021/06/Parc-des-Animaux-Familiers-2020-Assemble%CC%81e-ge%CC%81ne%CC%81rale-FACCO-10-06-21.pdf]
- FLETCHER, T.F., CLARKSON, C.E. (2011) Anatomy of the Lower Urogenital Tract. In Bartges, J., Polzin, D.J. (Éd.), *Nephrology and Urology of Small Animals*. Ames, Wiley-Blackwell, p. 18-22. [https://doi.org/10.1002/9781118785546.ch3]
- FORRESTER, S.D., TROY, G.C., DALTON, M.N., *et al.* (1999) Retrospective Evaluation of Urinary Tract Infection in 42 Dogs with Hyperadrenocorticism or Diabetes Mellitus or Both. *Journal of Veterinary Internal Medicine* vol. 13, n° 6, p. 557-560. [https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1999.tb02209.x]

- GERBER, B., EICHENBERGER, S., REUSCH, C.E. (2008) Guarded long-term prognosis in male cats with urethral obstruction. *Journal of Feline Medicine and Surgery* vol. 10, n° 1, p. 16-23. [https://doi.org/10.1016/j.jfms.2007.06.007]
- HU, H.Z., GRANGER, N., JEFFERY, N.D. (2016) Pathophysiology, Clinical Importance, and Management of Neurogenic Lower Urinary Tract Dysfunction Caused by Suprasacral Spinal Cord Injury. *Journal of Veterinary Internal Medicine* vol. 30, n° 5, p. 1575-1588. [https://doi.org/10.1111/jvim.14557]
- JOHANSSON, R.-M., MALMVALL, B.-E., ANDERSSON-GÅRE, B., *et al.* (2013) Guidelines for preventing urinary retention and bladder damage during hospital care. *Journal of Clinical Nursing* vol. 22, n° 3-4, p. 347-355. [https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2012.04229.x]
- JOHNSTON, S.A., TOBIAS, K.M. (2018) *Veterinary Surgery Small Animal*, 2<sup>nd</sup> Edition. St Louis, Elsevier.
- JOSEPH, W.B., DELMAR, R.F., DAVID, J.P., *et al.* (1996) Pathophysiology of Urethral Obstruction. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* vol. 26, n° 2, p. 255-264. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616(96)50206-8]
- KENDALL, A., KEENIHAN, E., KERN, Z.T., *et al.* (2020) Three-dimensional bladder ultrasound for estimation of urine volume in dogs compared with traditional 2-dimensional ultrasound methods. *Journal of Veterinary Internal Medicine* vol. 34, n° 6, p. 2460-2467. [https://doi.org/10.1111/jvim.15959]
- KOPECNY, L., PALM, C.A., SEGEV, G., *et al.* (2021) Urolithiasis in dogs: Evaluation of trends in urolith composition and risk factors (2006-2018). *Journal of Veterinary Internal Medicine* vol. 35, n° 3, p. 1406-1415. [https://doi.org/10.1111/jvim.16114]
- LANE, I.F. (2000) Diagnosis and Management of Urinary Retention. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* vol. 30, n° 1, p. 25-57. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616(00)50002-3]
- LEONI, M.E.G., RUZ, A.E.D. (2003) Management of urinary tract infection in patients with spinal cord injuries. *Clinical Microbiology and Infection* vol. 9, n° 8, p. 780-785. [https://doi.org/10.1046/j.1469-0691.2003.00643.x]
- LEROI, A.-M., LE NORMAND, L. (2007) Physiologie de l'appareil sphinctérien urinaire et anal pour la continence. *Progrès en Urologie* vol. 17, n° 3, p. 329. [https://doi.org/10.1016/S1166-7087(07)92325-8]
- LIEBICH, H.-G., KÖNIG, H.E. (2004) *Veterinary Anatomy of Domestic Mammals: Textbook and Colour Atlas*. Stuttgart, Schattauer.
- LISCIANDRO, G.R., FOSGATE, G.T. (2017) Use of urinary bladder measurements from a point-of-care cysto-colic ultrasonographic view to estimate urinary bladder volume in dogs and cats: Urinary bladder volume using point-of-care ultrasound. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* vol. 27, n° 6, p. 713-717. [https://doi.org/10.1111/vec.12670]
- MAY, M., BROOKMAN-AMISSAH, S., HOSCHKE, B., *et al.* (2009) Post-void residual urine as a predictor of urinary tract infection--is there a cutoff value in asymptomatic men? *The Journal of Urology* vol. 181, n° 6, p. 2540-2544. [https://doi.org/10.1016/j.juro.2009.01.103]
- MAYOUSSE, V., DESQUILBET, L., JEANDEL, A., *et al.* (2017) Prevalence of neurological disorders in French bulldog: a retrospective study of 343 cases (2002–2016). *BMC Veterinary Research* vol. 13, p. 212. [https://doi.org/10.1186/s12917-017-1132-2]
- MUTSAERS, A.J., WIDMER, W.R., KNAPP, D.W. (2003) Canine Transitional Cell Carcinoma. *Journal of Veterinary Internal Medicine* vol. 17, n° 2, p. 136-144. [https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2003.tb02424.x]
- NAUGHTON, J.F., WIDMER, W.R., CONSTABLE, P.D., *et al.* (2012) Accuracy of three-dimensional and two-dimensional ultrasonography for measurement of tumor volume in dogs with transitional cell carcinoma of the urinary bladder. *American Journal of Veterinary Research* vol. 73, n° 12, p. 1919-1924. [https://doi.org/10.2460/ajvr.73.12.1919]
- ONDER CAMAS, A., ÖZEL, Ş.K., KOCABEY SÜTÇÜ, Z., *et al.* (2023) Evaluation of bladder dysfunction in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus by uroflowmetry. *Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism* vol. 36, n° 1, p. 25-28. [https://doi.org/10.1515/jpem-2022-0503]
- PARTIK, B.L., STADLER, A., SCHAMP, S., *et al.* (2002) 3D Versus 2D Ultrasound: Accuracy of Volume Measurement in Human Cadaver Kidneys. *Investigative Radiology* vol. 37, n° 9, p. 489-495. [https://doi.org/10.1097/00004424-200209000-00003]
- SCHNIDER, P., BIRNER, P., GENDO, A., *et al.* (2000) Bladder volume determination: Portable 3-D versus stationary 2-D ultrasound device. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* vol. 81, n° 1, p. 18-21. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993(00)90215-6]
- SEGEV, G., LIVNE, H., RANEN, E., *et al.* (2011) Urethral obstruction in cats: predisposing factors, clinical, clinicopathological characteristics and prognosis. *Journal of Feline Medicine and Surgery* vol. 13, n° 2, p. 101-108. [https://doi.org/10.1016/j.jfms.2010.10.006]
- SMITH, J. (2008) Canine prostatic disease: A review of anatomy, pathology, diagnosis, and treatment. *Theriogenology* vol. 70, n° 3, p. 375-383. [https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.04.039]

- TIMONEY, A.G., PAYNE, S.R., DAVIES, L.A.L., *et al.* (1989) The "Plain Film" Bladder Shadow in Outflow Obstruction: as Accurate a Discriminant of Residual Urine as Ultrasound. *British Journal of Urology* vol. 63, n° 4, p. 363-366. [<https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.1989.tb05218.x>]
- TRUZZI, J.C.I., ALMEIDA, F.M.R., NUNES, E.C., *et al.* (2008) Residual urinary volume and urinary tract infection--when are they linked? *The Journal of Urology* vol. 180, n° 1, p. 182-185. [<https://doi.org/10.1016/j.juro.2008.03.044>]
- VASQUEZ, E.J., KENDALL, A., MUSULIN, S., *et al.* (2021) Three-dimensional bladder ultrasound to measure daily urinary bladder volume in hospitalized dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* vol. 35, n° 5, p. 2256-2262. [<https://doi.org/10.1111/jvim.16232>]
- YAMASAKI, T., NAGANUMA, T., IGUCHI, T., *et al.* (2011) Association between chronic kidney disease and small residual urine volumes in patients with benign prostatic hyperplasia. *Nephrology* vol. 16, n° 3, p. 335-339. [<https://doi.org/10.1111/j.1440-1797.2010.01430.x>]



# Annexe 1

N° dossier	Propriétaire	Espèce	Signallement			Pathologie // Groupe			Médicament	Durée depuis dernière	Sondé ou non	Dimension vésicale	Cintique	Dimension vésicale échographique	Étiopathologie 2D	Bédier scan	Sondage
			Race	Age	Sexe	Statut	Poids (kg)	Pathologie									
A21-18965	COLMAN	CN	Cavalier King Charles	7 ans	M	entier	12,8	ITU avec dysurie fonctionnelle (inconscience par défaut de vidange)	Amoxiclavine acide clavulanique, Doxycycline, Triméthoprime	3h	non	distendue	/	/	282	3	294 sondage
A22-118	FOINELS	CN	Bouledogue français	3 ans	M	entier	14	HD stade 5	Enimésine	NR	non	palpable	/	/	107	3	117 sondage
A22-378	GERVOIS	CN	Bouledogue français	7 ans	M	entier	15	HD stade 4	Méfloquine, Gabapentine	6h	non	distendue	distendue	RAS	159	3	164 sondage
A19-6161	COLAS	CN	Bouledogue français	6 ans	F	stérilisé	13	HD stade 4	Méfloquine, Fluothériphène, Dantrolène, Mergipril, Fluothériphène	h30 (bains)	non	palpable	palpable	RAS	22	3	17 sondage
A22-846	MONTEIRO	CN	Boxer croisé	6 ans	M	stérilisé	24	Lymphome	Méfloquine, Fluothériphène, Doxycycline, Ampicilline, Fluothériphène	7h	non	distendue	distendue	/	645	3	600 sondage
A22-1917	WAGNER	CN	Berger Croisé	6,5 ans	M	stérilisé	29,4	Myélopathie TL	Xaïri, Dantrolène, Gabapentine, Fluothériphène	10h	non	distendue	distendue	RAS	201	3	330 sondage
A22-1829	BOYER	CN	Berger Australien	7 ans	M	entier	29	Sténose urétrale et uréthrite modérée à marquée	Xaïri, Dantrolène, Gabapentine, Fluothériphène	12h	non	distendue	distendue	RAS	452	4	470 sondage
A22-2653	BESSIS	CN	Bouledogue français	10 ans	F	stérilisé	8,1	Myélopathie TL	Méfloquine, Fluothériphène, Acide tranexamique, Mergipril, Ampicilline-subactam	NR	oui	palpable	distendue	RAS	116	3	119 sondage
A22-1320	THOMAS	CN	Bouledogue français	7 ans	F	stérilisé	10,4	Cystite chronique	Aucun	6h	non	palpable	palpable	Cystite muqueuse	38	3	44 sondage
A21-11827	LIN	CN	Carlin	7 ans	M	stérilisé	9,5	Urolithiasis + myélopathie TL 2	Méfloquine, Amoxiclavine acide clavulanique, Spémoglycol	NR	oui	vidéonon palpable	vide	cystite marquée, paroi épaisse post-op cystite chronique	48	3	24 sondage
A22-4093	MELLE REVEL	CN	Berger Australien	1 an	F	entière	14,9	Suspi mastoïde à liques	Cimicozab	NR	non	palpable	palpable	RAS	61	3	96 sondage
A22-2758	LACROIX	CN	Beaucaron	10 ans	M	stérilisé	44,2	Tumeur polyype urétral	Dilatation par ballonnet	NR	non	distendue	/	RAS	357	3	330 endoscopie
A22-5951	LEDOUX	CN	Coley	5 ans	F	entier	23	Urétrite proliférative et masse au niveau du méat urinaire	Fluothériphène, Méfloquine, Spémoglycol	NR	non	distendue	/	/	108	3	163 endoscopie
A22-8604	BOUMIEZEL	CN	Carlin	7 ans	M	entier	12	Myélopathie	Gabapentine, Méfloquine, Dantrolène, Aliflozine	NR	non	distendue	distendue	RAS	118	3	132 sondage
A22-1377	MESSHOUD	CN	Staffordshire bullterrier	1 an	F	entier	23,5	IRA suspicion leptospirose	Fluothériphène, Buprénorphine, Mergipril	NR	non	distendue	distendue	RAS	300	3	302 sondage
A22-15548	WUNAROWSKI	CN	Jack Russell	8 ans	F	stérilisé	6	Cystites récidivantes, carcinome in situ suspecté	Antibiotique (nitrofurantone)	NR	non	palpable	palpable	RAS	27	3	27 endoscopie
A22-16315	JAMET	CN	Jack Russell	3 ans	M	stérilisé	5,6	Vessie pelvienne	Duphaic	NR	non	vidéonon palpable	/	/	46	3	34 sondage
A23-3763	CERIZIER	CN	Berger Australien	10 ans	F	stérilisé	24	Carcinome uréthral	Aucun	NR	non	palpable	/	Masse col vésical	59	3	57 sondage
A23-6799	SOLLYS	CN	Staffordshire bullterrier	5,5 ans	F	stérilisé	20,5	Saignement vulvaire	Aucun	NR	non	palpable	distendue	RAS	129	3	165 endoscopie
A23-11962	GARNIER	CN	Tecsel	5 ans	M	entier	5,1	Myélopathie TL	Méfloquine, Gabapentine, Mélocam, Mergipril, Xaïri, Dantrolène	NR	non	distendue	distendue	RAS	108	3	119 sondage
A22-342	BORDENIEVE	CT	Européen	8 ans	M	stérilisé	6,8	SUF	Méfloquine, Fluothériphène	NR	oui	palpable	/	/	50	3	49 sondage
A18-1278	FABUREL	CT	Européen	5 ans	M	stérilisé	4,7	SUF	Méfloquine, Fluothériphène	NR	oui	distendue	distendue	sabote vésicale	71	3	75 sondage
A12-16342	LECLERCQ	CT	Siamois	13 ans	M	stérilisé	6,5	Obstruction urétrale	Méthidine, Mergipril, Ampicilline, Meroxolone, Fluothériphène	7h	non	palpable	palpable	RAS	41	3	30 sondage
A19-1363	LAUTARD	CT	Européen	5 ans	M	entier	4,3	SUF	Méthidine, Mergipril, Fluothériphène	NR	oui	palpable	palpable	RAS	89	3	79 sondage
A22-1875	XU	CT	Minuet	4 ans	M	entier	3,6	SUF	Méthidine, Mergipril, ACP, Fluothériphène	NR	oui	distendue	distendue	Hémalome bactérielle	83	3	104 sondage
A21-16263	LHOTELLIER	CT	Européen	10 ans	M	stérilisé	5	SUF	Méthidine, Mergipril, ACP, Fluothériphène, Spémoglycol	2h	oui	distendue	distendue	RAS	29	3	20 sondage
A22-2363	MOUNIE	CT	Européen	10 ans	F	stérilisé	4,5	Cystite bactérienne incurable	Aucun	7h	non	palpable	palpable	RAS	76	3	33 sondage
A22-3378	BONNEVILLE	CT	Européen	5 ans	M	entier	4,8	SUF en globe	Aucun	NR	non	distendue	distendue	séreuse vésicale	89	3	80 sondage
A22-4631	PWARD	CT	Européen	7 ans	M	stérilisé	6,4	SUF	Fluothériphène, Buprénorphine, Gabapentine, ACP, Xaïri, Dantrolène, Mélocam, Mergipril, Butorphanol	NR	non	vidéonon palpable	/	/	74	3	48 sondage
A22-5511	BORDIGNA	CT	Norvégien	11 ans	M	stérilisé	4,35	Dysfonction respiratoire avec masse nasale	Fluothériphène, Mergipril, Butorphanol	NR	non	distendue	/	RAS	113	3	105 sondage
A19-12628	TITI	CT	Européen	10 ans	M	stérilisé	3,5	SUF	Méthidine, Xaïri, Dantrolène	4h	oui	distendue	distendue	crustallure	86	3	81 sondage
A21-702	KARASINSKI	CT	Européen	2 ans	F	stérilisé	3,3	Myélopathie TL	Méthidine, Xaïri, Dantrolène	8h	oui	distendue	distendue	RAS	52	3	54 sondage
A22-12868	GRAIZON	CT	Européen	3 ans	M	stérilisé	6,2	Chute 5ème étage, disjonction sacro iliaque	Méfloquine, Ampicilline-subactam, Fluothériphène, Acide tranexamique	NR	non	distendue	/	/	107	4	91 sondage
A23-8167	GUETARD	CT	Européen	2 ans	M	stérilisé	5,5	SUF	Méthidine, Mergipril, ACP, Fluothériphène	NR	oui	vidéonon palpable	/	/	41	3	30 sondage
A23-10890	VIDAL	CT	Européen	6 ans	M	stérilisé	7	SUF	Méthidine, Mergipril, ACP, Fluothériphène	NR	non	distendue	distendue	sabote vésicale	45	3	38 sondage
A21-4712	HERRIN	CT	Européen	6 ans	M	stérilisé	6,3	SUF	Méthidine, Mergipril, ACP, Fluothériphène	NR	non	distendue	distendue	RAS	98	3	78 sondage

# Annexe 2

---



## Document de saisine du Comité d'Ethique en Recherche Clinique

**Titre du projet : Validation du PORTASCAN 3D® pour mesurer le volume vésical chez le chien et le chat.**

**Promoteur(trice) :** Christelle MAUREY

**Investigateur(trice) principal(e) pour l'EnvA :**

Nom/Prénom : Christelle MAUREY

Service / Unité : CHUVA, service de médecine interne

Fonction : Enseignant-Chercheur à l'ENVA

Téléphone : 06 82 12 45 77

Adresse électronique : christelle.maurey@vet-alfort.fr

Rôle dans le projet : Coordinatrice et expérimentatrice

**Co-investigateur(trice) :**

Nom/Prénom : Loïc DESQUILBET

Service / Unité : Biostatistique et Epidémiologie Clinique

Fonction : Enseignant-Chercheur à l'ENVA

Téléphone : 01 43 96 72 56

Adresse électronique : loic.desquilbet@vet-alfort.fr

Rôle dans le projet : Coordinateur et référent pour les analyses statistiques

**Moniteurs :**

Claire DOMINJON, étudiante vétérinaire, Diane PICHARD, Assistant Hospitalier & Hugo KAUFMANN, Diplôme d'Ecole en médecine interne

Locaux susceptibles d'accueillir les animaux et propriétaires pour l'étude clinique au sein de l'EnvA :

- Site de l'EnvA : CHUVA

- Services / Unités : Unité de Médecine Interne

## **Description du projet :**

### **1. Introduction**

Justification

Le volume vésical résiduel, ou résidu post-mictionnel (RPM), correspond à la quantité d'urine dans la vessie après vidange vésicale. Sa mesure, encore peu développée chez les carnivores domestiques, représente un intérêt clinique important afin d'appréhender l'intégrité de la vidange vésicale.

En médecine humaine, il a été montré qu'une persistance d'un RPM élevé peut être à l'origine d'hypotonie du détroit ou encore favorise les infections du bas appareil urinaire. La mesure du RPM est notamment utilisée en contexte d'hospitalisation, afin de déterminer quel patient a réellement besoin d'un cathétérisme urétral. Cela permet ainsi de réduire les risques d'infections urinaires iatrogènes secondaires au cathétérisme, responsable de 80% des infections urinaires en milieu hospitalier (Johansson *et al.*, 2013b).

Actuellement, la méthode de référence de mesure de RPM chez l'animal repose sur des techniques invasives par cathétérisme urétral qui risque de traumatiser la muqueuse urétrale ou de favoriser la survenue d'infection du tractus urinaire. Cette étude vise à valider un appareil de mesure non invasif du RPM (PORTASCAN 3D® de Laborie), *via* une sonde échographique à rotation axiale permettant la réalisation de plusieurs coupes axiales qui, *via* un algorithme, permet de calculer un volume vésical précis. Une fois validée, cette mesure échographique, non invasive et non douloureuse, permettrait de se substituer aux sondages urétraux.

Chez l'animal, seul le BladderScan Prime Plus® de Verathon a été validé pour une utilisation fiable et non invasive chez le chien mâle et femelle (DiFazio *et al.*, 2020 ; Kendall *et al.*, 2020). La fiabilité du PORTASCAN 3D® de Laborie dans la mesure du volume vésical reste encore à démontrer, avant d'établir le RPM pathologique et d'étudier ses conséquences chez l'animal.

Objectif primaire :

- Valider l'utilisation du PORTASCAN 3D® de Laborie comme une méthode fiable de mesure du volume vésical, chez le chien et le chat, par étude de la concordance avec la technique de référence (mesure du volume vésical après cathétérisme urétral).

### **2. Matériel et méthodes**

Animaux étudiés (ex : espèce, nombre, critères d'inclusion, de non inclusion, exclusion)

Critères d'inclusion :

Chien et chat, sans discrimination épidémiologique (sexe, âge, race) ou anamnestique qui doit subir un cathétérisme urétral pour des raisons diagnostiques ou thérapeutiques.

Critères d'exclusion : cathétérisme urétral incomplet, vidange vésicale après cathétérisme incomplète ne permettant de mesurer le volume vésical

Nombre espéré : 50 animaux.

## **Protocole expérimental**

*Design de l'étude :*

Tout animal présenté au service de médecine interne du CHUVA nécessitant un cathétérisme urétral à visée diagnostique ou thérapeutique (obstruction urétrale, endoscopie vésicale ou réalisation d'un profil urodynamique).

Opérateurs : Diane PICHARD, Hugo KAUFMANN ou Christelle MAUREY.

Réalisation de 4 étapes, à réaliser juste avant (étapes 1, 2 et 3) et après (étape 4) le sondage urétral :

1. Évaluation clinique par palpation abdominale de la réplétion vésicale. *Temps estimé = 1 minute.*
2. Visualisation échographique de la dimension vésicale (Echographe Esaote), de la paroi vésicale et de la présence éventuelle d'anomalie intra-luminale (calcul, masse). *Temps estimé = 2 minutes.*
3. Mesure non invasive à l'aide du PORTASCAN 3D<sup>®</sup> de Laborie du volume vésical. L'animal est placé en décubitus dorsal, et est préalablement tondu sur 5 \* 5 cm en région abdominale ventro-caudale ; 3 mesures sont réalisées à 20 dB, 30 dB et 40 dB. *Temps estimé = 5 minutes.*
4. Mesure de la quantité d'urine contenue dans la vessie *via* le cathétérisme urétral selon les procédures classiques recommandées (asepsie de la zone uro génitale, utilisation d'une sonde stérile). *Temps estimé = 30 secondes (temps de sondage exclu).*

## **Justifications scientifiques précises dans les cas suivants :**

Possibilité de douleur ou stress pour l'animal : Aucune. La présence d'une sonde échographique ou la tonte n'entraînent pas de douleur sur l'animal et n'est pas invasif.

Préciser les modalités de prévention et de prise en charge, le cas échéant : L'animal est sédaté ou anesthésié dans le cadre de la procédure diagnostique ou thérapeutique prévue.

## **Calendrier de l'étude (ex : organisation des visites, gestion des perdus de vue)**

Période de recrutement : du 01/03/22 au 30/09/22.

Absence de perdus de vue : aucun suivi de l'animal n'est nécessaire pour l'étude.

### **Variables étudiées et méthodes d'évaluation :**

Variable étudiée : volume vésical (en mL).

Méthode d'évaluation : clinique, échographique 2D, PORTASCAN 3D<sup>®</sup> de Laborie, mesure par vidange vésicale complète (cathétérisme urétral).

Méthode statistique (justification du nombre d'animaux, hypothèses statistiques, tests statistiques envisagés) :

Étude observationnelle prospective.

Analyse de la concordance entre deux séries de mesure quantitatives (moyennes de volumes vésicaux obtenus par mesure échographique PORTASCAN 3 D<sup>®</sup> et par cathétérisme vésical) par calcul du coefficient de concordance de Lin et analyse graphique de Bland et Altman (Desquilbet L, 2019).

Nous souhaitons mettre en place une étude qui a 80% de chances de montrer que la concordance est significativement supérieure au seuil minimal fixé à 0,6. Nous nous attendons à observer un coefficient de concordance de Lin proche de 0,8. Ainsi, la taille de l'échantillon minimal nécessaire est de 39 individus.

### **3. Autres informations (si applicable/disponible)**

Gestion/archivage des données (data management) :

OneDrive partagé entre les coordinateurs de l'étude. Version papier des résultats en permanence associée au PORTASCAN 3D<sup>®</sup> de Laborie.

Etalonnage du PORTASCAN 3D<sup>®</sup> de Laborie

Nettoyage en profondeur régulier (1 fois par semaine) du PORTASCAN 3D<sup>®</sup> de Laborie.

Confidentialité de toutes les données : résultats confidentiels entre les coordinateurs de l'étude, résultats non communiqués au propriétaire.

Publications et communication des résultats : publication dans un journal international, courte communication en congrès international.

#### 4. Références

Desquilbet, L. 2019. Guide pratique de validation statistique de méthodes de mesure : répétabilité, reproductibilité, et concordance.

DiFazio, Matthew R., Justin D. Thomason, Natalia Cernicchiaro, David Biller, Sasha Thomason, et Paxton Harness. 2020. « Evaluation of a 3-Dimensional Ultrasound Device for Noninvasive Measurement of Urinary Bladder Volume in Dogs ». *Journal of Veterinary Internal Medicine* 34 (4): 1488-95.

Johansson, Rose-Marie, Bo-Eric Malmvall, Boel Andersson-Gäre, Bruno Larsson, Ingrid Erlandsson, Märta Sund-Levander, Gunhild Rensfelt, Sigvard Mölsted, et Lennart Christensson. 2013. « Guidelines for Preventing Urinary Retention and Bladder Damage during Hospital Care ». *Journal of Clinical Nursing* 22 (3-4): 347-55.

Kendall, Allison, Erin Keenihan, Zachary T. Kern, Crystal Lindaberry, Adam Birkenheuer, George E. Moore, et Shelly L. Vaden. 2020. « Three-Dimensional Bladder Ultrasound for Estimation of Urine Volume in Dogs Compared with Traditional 2-Dimensional Ultrasound Methods ». *Journal of Veterinary Internal Medicine* 34 (6): 2460-67.

Vasquez, Edward J., Allison Kendall, Sarah Musulin, et Shelly L. Vaden. 2021. « Three-Dimensional Bladder Ultrasound to Measure Daily Urinary Bladder Volume in Hospitalized Dogs ». *Journal of Veterinary Internal Medicine* 35 (5): 2256-62.

# Annexe 3

---



## **Formulaire de consentement éclairé pour la participation à une étude clinique**

**Titre de l'étude :** Validation de la mesure du volume vésical chez le chat et le chien avec le PORTASCAN 3D® de Laborie

**Promoteur de l'étude :** Dr Christelle MAUREY, Enseignant-Chercheur en médecine interne à l'ENVA

**Investigateurs :** Dr Diane PICHARD, assistant hospitalier en médecine interne à l'ENVA & Dr Hugo KAUFMANN, Diplôme d'Ecole en médecine interne à l'ENVA

Vous êtes invité à participer à une étude clinique destinée à valider la mesure du volume vésical chez le chat et le chien par une méthode échographique non invasive, le PORTASCAN 3D® de Laborie.

Avant que vous n'acceptiez de participer à cette étude, nous vous invitons à prendre connaissance de ce que cela implique en termes d'organisation, avantages et risques éventuels, afin que vous puissiez prendre une décision informée.

Cette étude est mise en œuvre après évaluation par le Comité Ethique pour la Recherche Clinique (ComErc) de l'ENVA.

Si vous avez besoin d'informations complémentaires, mais aussi en cas de problème ou d'inquiétude, vous pouvez contacter le Dr Diane PICHARD ou le Dr Hugo KAUFMANN aux adresses mails suivantes : [diane.pichard@vet-alfort.fr](mailto:diane.pichard@vet-alfort.fr) ; [hugo.kaufmann@vet-alfort.fr](mailto:hugo.kaufmann@vet-alfort.fr)

### **Description du protocole de l'étude**

- **But de l'étude**

La mesure du volume vésical, encore peu développée chez les carnivores domestiques, représente un intérêt clinique important afin d'appréhender l'intégrité de la vidange vésicale. En médecine humaine, il a été montré qu'une persistance d'un volume vésical résiduel peut être à l'origine d'hypotonie du détrusor ou encore favorise les infections du bas appareil urinaire. Cette

étude vise à valider un appareil de mesure non invasif du volume vésical (PORTASCAN 3D<sup>®</sup> de Laborie), via une sonde échographique à rotation axiale.

- **Protocole**

Les animaux incluent dans l'étude s'apprêtent à recevoir un examen complémentaire nécessitant un sondage urétral, examen complémentaire prévu dans une approche diagnostique et/ou thérapeutique.

L'examen complémentaire suivant ..... nécessite un sondage urétral sur votre animal.

Dans le cadre de cette étude, une échographie sera réalisée avec le PORTASCAN 3D<sup>®</sup> de Laborie, en plus de l'examen diagnostique ou thérapeutique prévu. Celle-ci est non invasive, n'entraîne aucune douleur et ne nécessite pas d'anesthésie. Seule une contention, avec un animal placé en décubitus dorsal, sera nécessaire, mais reste non invasive et non douloureuse. Une tonte minimale de l'abdomen caudal, d'environ 5\*5 cm pourra éventuellement être nécessaire si l'animal n'est pas encore tondu par ailleurs. Cet examen ne durera que quelques minutes (environ 8 minutes).

- **Bénéfices**

Grâce à vous et à votre animal, la validation de cet appareil permettra une amélioration des connaissances concernant la mesure du volume vésical et permettront à terme d'améliorer les prises en charge des animaux hospitalisés. Cet examen est gratuit.

- **Risques et inconvénients**

Il n'existe aucun risque relatif à la procédure ; en effet, aucune procédure supplémentaire n'est effectuée par rapport à la prise en charge classique.

- **Conditions**

La participation à cette étude est volontaire et entièrement gratuite. Vous pouvez à tout moment décider de retirer votre animal de l'étude en contactant une des personnes indiquées ci-dessus.

Votre décision de participer ou non à l'étude n'affectera pas vos relations présentes ou futures avec l'ENVA ou les autres organismes impliqués.

- **Confidentialité**

Toute utilisation des mesures de votre animal dans cette étude restera anonyme. Leur utilisation est uniquement à visée scientifique et non lucrative. Les résultats de votre animal ne vous seront pas communiqués et resteront à l'entière discrétion des investigateurs et promoteurs de l'étude.

### **Consentement éclairé**

Je soussigné(e), Madame, Monsieur :

Propriétaire de l'animal :

Accepte que mon animal soit inclus dans l'étude sur " Validation de la mesure du volume vésical chez le chat et le chien avec le PORTASCAN 3D<sup>®</sup> de Laborie " et qu'une échographie non invasive de mesure du volume vésical soit réalisée.

J'ai bien été informé(e) que les examens s'effectuent dans le cadre classique de la prise en charge et je reconnais l'absence de risque relatif à la procédure.

*Fait à ....., le .....*

Signature

# Annexe 4



## Professional Ultrasound

### FEATURES



#### Miniaturized

Hand-held, light and easy to carry  
Specially designed for point of care



#### Easy-Operating

Ergonomical design and convenient work flow  
Three steps for quick scanning



#### Durable

Excellent mechanical design  
Massive capacity lithium battery  
Mature probe technology for long lifetime



#### Accurate

±15% accuracy  
Contour auto/manual tracing for accuracy improving

### USER-FRIENDLY INTERFACE



Bladder Volume Auto Calculation



Patient Information Management



Section Image Review

# MESURE DU VOLUME RÉSIDUEL VÉSICAL CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT : VALIDATION DU PORTASCAN 3D®

---

**AUTEUR : Claire DOMINJON**

## **RÉSUMÉ :**

Le volume vésical résiduel, ou résidu post-mictionnel (RPM), correspond à la quantité d'urine dans la vessie après vidange vésicale. Sa mesure, encore peu développée chez les carnivores domestiques, représente un intérêt clinique important afin d'appréhender l'intégrité de la vidange vésicale. En médecine humaine, il a été prouvé qu'une persistance d'un RPM élevé est à l'origine d'hypotonie du détrusor ou encore favorise les infections du bas appareil urinaire et peut amener à des conséquences systémiques et une insuffisance rénale parfois mortelle.

L'utilisation d'échographie 3D est standardisée en milieu hospitalier depuis le début des années 2000. Leur utilisation a notamment permis de définir un RPM pathologique à 100 mL chez l'Homme permettant une utilisation raisonnée du cathétérisme urétrale (Schnider et al., 2000). Minimiser l'usage de cathéters urétraux est un enjeu majeur à la fois sanitaire et économique. Cela permet ainsi de réduire les risques d'infection urinaire iatrogène secondaires au cathétérisme, responsable de 80% des infections urinaires en milieu hospitalier (Johansson et al., 2013). Actuellement la méthode de référence de mesure de RPM chez l'animal reste une technique invasive par cathétérisme urétral.

Notre étude a permis de démontrer que l'utilisation du Portascan 3D MD-6000® peut être envisagée pour la mesure du volume vésical résiduel dans l'espèce canine sans différence relative significative. La précision de cet appareil semble cependant plus faible pour les volumes inférieurs à 100 mL avec notamment un écart entre nos deux méthodes de mesure pouvant aller jusqu'à 42,3%. Son utilisation dans l'espèce féline n'a pas été validée par nos travaux.

## **MOTS CLÉS :**

VOLUME VÉSICAL RÉSIDUEL, RÉSIDU POST MICTIONNEL, PORTASCAN, BLADDERSCAN, ÉCHOGRAPHIE 3D.

## **JURY :**

Président : Pr Mathieu Manassero

Directrice de thèse : Pr Christelle Maurey-Guéneq

Examineur : Dr Jérémy Mortier

# MEASUREMENT OF POST MICTURITION RESIDUE IN DOGS AND CATS: VALIDATION OF THE PORTASCAN 3D®

---

**AUTHOR:** Claire DOMINJON

## **SUMMARY:**

The residual bladder volume, or post-mictional residue (RPM), is the amount of urine in the bladder after bladder emptying. Its measurement, still little developed in domestic carnivores, represents an important clinical interest to understand the integrity of bladder emptying. In human medicine, it has been proven that a persistence of high RPM causes detrusor hypotonia or promotes infections of the lower urinary tract and can lead to systemic consequences and sometimes fatal renal failure.

The use of 3D ultrasound has been standardized in hospitals since the early 2000s. In particular, their use has made it possible to base a 100 mL pathological RPM in humans, enabling a reasoned use of urethral catheterization (Schnider et al., 2000). Minimizing the use of urethral catheters is a major health and economic issue. This reduces the risk of urinary tract infection secondary to catheterization, which is responsible for 80% of urinary tract infections in hospitals (Johansson et al., 2013). Currently, the reference method for measuring RPM in animals remains an invasive technique using urethral catheterization.

Our study demonstrated that the use of Portascan 3D MD-6000® can be considered for the measurement of residual bladder volume in the canine species without significant relative difference. However, the accuracy of this device seems lower for volumes less than 100 mL, with a difference between our two measurement methods going up to 42,3%. Its use in the feline species was not validated by our study.

## **KEYWORDS:**

RESIDUAL BLADDER VOLUME, POST-MICTIONAL RESIDUE, PORTASCAN, BLADDERSCAN, 3D ULTRASOUND.

## **JURY:**

Chairperson: Pr Mathieu Manassero

Thesis Director: Pr Christelle Maurey-Guéneq

Reviewer: Dr Jérémy Mortier