



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

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

This is an author-deposited version published in : [http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints ID : 17963](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints/17963)

To cite this version :

Lapere, Charlotte. *Comparaison des mesures d'urolithiases en radiographie versus échographie chez les carnivores domestiques*.
Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2017, 64 p.

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

COMPARAISON DES MESURES D'UROLITHES EN RADIOGRAPHIE VERSUS ECHOGRAPHIE CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

LAPERRE, Charlotte
Née, le 22/10/1992 à TROYES (10)

Directeur de thèse : M. Fabrice CONCHOU

JURY

PRESIDENT :
M. Isabelle BERRY

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
M. Fabrice CONCHOU
M. Giovanni MOGICATO

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt
ECOLE NATIONALE VÉTÉRAIRE DE TOULOUSE**

Directrice : **Madame Isabelle CHMITELIN**

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

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

PROFESSEURS 1° CLASSE

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

PROFESSEURS 2° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

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

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

Mme **COSTES Laura**, *Hygiène et industrie des aliments*
Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
Mme **SABY-CHABAN Claire**, *Gestion de la santé des troupeaux bovins*

Remerciements

A Madame le Professeur Isabelle BERRY

Professeur des Universités

Université Paul Sabatier de Toulouse

Biophysique

Qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de thèse.

Nos hommages respectueux.

A Monsieur le Docteur Fabrice CONCHOU,

Maître de Conférences

Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Imagerie médicale

Pour m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse et pour m'avoir épaulée tout au long
de ce travail.

Sincères remerciements.

A Monsieur le Docteur Giovanni MOGICATO

Maître de Conférences

Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anatomie, Imagerie Médicale

Qui a accepté de participer à ce jury de thèse.

Sincères remerciements.

Table des matières

LISTE DES FIGURES.....	8
LISTE DES TABLEAUX	9
LISTE DES ABREVIATIONS.....	10
INTRODUCTION.....	11
<u>PREMIERE PARTIE : RAPPELS ET DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	13
1. IMPORTANCE DES UROLITHES EN MEDECINE VETERINAIRE.....	14
1.1. Etiologie.....	14
1.2. Différents types d'urolithes	15
1.2.1. Les struvites ou phosphates ammoniaco-magnésiens (PAM).....	15
1.2.2. Les oxalates de calcium.....	17
1.2.3. Les urolithes puriques.....	18
1.3. Démarche diagnostique	19
1.3.1. Présentation clinique.....	19
1.3.2. Examens complémentaires	20
a. Analyse d'urine.....	20
b. Radiographie.....	20
c. Echographie.....	21
2. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LA MESURE DES UROLITHES	22
2.1. Choix des urolithes	22
2.2. Matériel utilisé.....	23
2.3. Acquisition et analyses des résultats	24
2.4. Résultats	25
2.5. Discussion	26
<u>DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET PROTOCOLE</u>	29
1. MATERIEL.....	30
1.1. Animaux	30
1.2. Opérateurs.....	30
1.3. Matériel d'imagerie.....	30
1.3.1. Appareil de radiographie	30
1.3.2. Echographe	31
2. PROTOCOLE	31
2.1. Mesure réelle de l'urolithe	31
2.2. Recueil des dossiers des animaux	32
2.3. Recueil des images.....	32
2.4. Mesure de l'urolithe.....	32
2.5. Synthèse des données obtenues	35
<u>TROISIEME PARTIE : RESULTATS</u>	36
1. DONNEES.....	37
1.1. Macroscopiques.....	37

1.2. Radiographiques.....	37
1.3. Echographiques.....	37
2. METHODE STATISTIQUE.....	38
3. COMPARAISON DES MESURES.....	38
3.1. Tout urolithes confondus.....	38
3.2. En prenant en compte l'espèce.....	39
3.3. En prenant en compte la catégorie de taille.....	40
3.4. En prenant en compte la composition.....	42
3.5. En prenant en compte la localisation.....	43
QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION.....	45
1. INTERPRETATION DES RESULTATS.....	46
1.1. Tous urolithes confondus.....	46
1.2. En prenant en compte l'espèce.....	46
1.3. En prenant en compte la catégorie de taille.....	47
1.4. En prenant en compte la composition.....	49
1.5. En prenant en compte la localisation.....	50
2. BIAIS DANS L'ETUDE.....	51
2.1. Liés à la méthode d'analyse des données.....	51
2.2. Liés aux conditions expérimentales.....	52
2.3. Inhérent à l'imagerie médicale.....	53
CONCLUSION.....	57
BIBLIOGRAPHIE.....	59
Annexe 1: Tableaux de recueil des données (A) et de calcul des différences absolues et relatives (B).....	61
Annexe 2 : Table utilisée pour l'analyse statistique.....	62
Annexe 3 : Feuille d'analyse de composition du Minnesota.....	63

Liste des figures

Figure 1 : Evolution de la prévalence des urolithes de struvite et d'oxalate de calcium chez le chat entre 1981 et 2007, d'après Osborne et al. 2009.....	15
Figure 2 : Evolution de la prévalence des urolithes de struvite et d'oxalate de calcium chez le chien entre 1981 et 2007, d'après Osborne et al. 2009.....	16
Figure 3 : Cristal de struvite.....	16
Figure 4 : Calcul de struvite.....	16
Figure 5 : Cristaux d'oxalate de calcium dihydratés d'après Hernandez 2010	18
Figure 6 : Calcul d'oxalate de calcium	18
Figure 7 : Cristaux d'urate, d'après Nephrovet 2014	18
Figure 8 : Calculs d'urate	18
Figure 9 : Maquette permettant la mesure d'un cystolithe d'après Byl et al. 2010.....	23
Figure 10 : Images obtenues avec plusieurs techniques d'imagerie médicale ; A. scanner ; B. échographie ; C. radiographie ; D. cystographie double contraste ; d'après Byl et al. 2010.....	24
Figure 11 : Mesure « réelle » des 3 urolithes A, B et C d'un chien Shitzu femelle stérilisée de 11 ans.....	32
Figure 12 : Mesure de l'urolithe A sur l'image radiographique	33
Figure 13 : Mesure de l'urolithe B sur l'image radiographique	33
Figure 14 : Mesure de l'urolithe C sur l'image radiographique.....	34
Figure 15 : Mesure des urolithes A, B et C sur l'image échographique.....	34
Figure 16 : Pourcentage de différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques en fonction de l'espèce de provenance.....	39
Figure 17 : Pourcentage de différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques en fonction de la catégorie de taille.....	41
Figure 18 : Pourcentage de différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques en fonction de la composition	42
Figure 19 : Pourcentage de différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques en fonction de la localisation.....	44
Figure 20 : Etude de l'interaction entre technique d'imagerie et espèce	47
Figure 21 : Etude de l'interaction entre technique d'imagerie et catégorie de taille	48
Figure 22 : Etude de l'interaction entre technique d'imagerie et composition des urolithes	49
Figure 23 : Etude de l'effet simple de la localisation sur la précision des mesures (radiographie et échographie confondues)	50
Figure 24 : Cône d'ombre sous un cystolithe.....	53
Figure 25 : Limite de la résolution latérale lors de la mesure de deux urétrolithes	54
Figure 26 : Contours flous de deux cystolithes.....	54

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Différence entre taille réelle et taille estimée de 30 cystolithes imagés dans une vessie artificielle par radiographie, cystographie double contraste, échographie et scanner, d'après Byl et al. 2010</i>	26
<i>Tableau 2 : Différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques des urolithes de l'étude, en tenant compte de l'espèce de provenance</i>	40
<i>Tableau 3 : Différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques des urolithes de l'étude, en tenant compte de la catégorie de taille</i>	41
<i>Tableau 4 : Différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques des urolithes de l'étude, en tenant compte de leur composition.</i>	43
<i>Tableau 5 : Différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques des urolithes de l'étude, en tenant compte de la localisation dans le tractus urinaire</i>	44

Liste des abréviations

CHUV : Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire

ENVT : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

PAM : Phosphate Ammoniac-Magnésien

Introduction

Les lithiases urinaires sont une affection d'importance non négligeable en médecine vétérinaire. Leur incidence générale est estimée entre 0,4 et 3,3% chez le chien (Hesse 1990) et à 1% chez le chat (Jackson 1971). Elles représentent la première cause d'affections du bas appareil urinaire chez le chien et la deuxième chez le chat, après la cystite idiopathique féline (Gerber et al. 2005).

Les urolithes ont pour origine la cristallisation et l'agrégation de substances ioniques présentes, de manière physiologique ou pathologique, dans l'urine. Ils peuvent se former dans tout le système urinaire, qu'il s'agisse des reins (ils sont alors nommées néphrolithes), des uretères (urétérolithes), de la vessie (cystolithes) ou encore de l'urètre (urétrolithes), dans ses différentes sections, pelvienne et pénienne.

Pour détecter ces pathologies, l'imagerie médicale fait partie des examens complémentaires de choix.

Le principe de la radiographie repose sur la formation de l'image d'un objet, rendue visible sur un support (film radiographique en radiographie conventionnelle ou écran de visualisation/images imprimées en radiographie numérique) après traversée de cet objet par un faisceau de rayons X qui a été atténué.

Le principe de l'échographie quant à lui repose sur la formation d'images en niveaux de gris à partir d'ultrasons incidents qui permettent de différencier des tissus d'impédances acoustiques distinctes.

Ces deux techniques permettent de mesurer la taille des urolithes, une information capitale pour le choix de la méthode d'extraction. En effet, la chirurgie, quasiment exclusivement utilisée jusqu'aujourd'hui laisse maintenant place à des techniques micro-invasives comme l'endoscopie, le laser et les ondes de choc intra-corporelles. L'utilisation de telles méthodes est fortement dépendante de la taille des urolithes (Lulich et al. 2016). A notre connaissance, aucune étude visant à démontrer la fiabilité de ces mesures n'a été effectuée *in vivo*.

Le but de cette étude est de comparer les mesures macroscopiques, radiographiques et échographiques des urolithes chez le chien et le chat afin d'établir le degré de fiabilité des techniques d'imagerie dans cette situation. Cela permettrait de choisir avec pertinence quelle technique, de la radiographie et de l'échographie, devrait être utilisée pour mesurer les urolithes situés dans le tractus urinaire. La

composition chimique, la localisation et la taille de chaque urolithe seront également prises en compte dans cette étude.

Dans une première partie, nous rappellerons sommairement l'importance des affections impliquant des urolithes en médecine vétérinaire et nous présenterons les travaux déjà réalisés dans ce domaine en médecine vétérinaire. Dans un second temps, nous décrirons le protocole de l'étude rétrospective, puis nous présenterons les résultats et en discuterons.

Première partie : rappels et données bibliographiques

1. IMPORTANCE DES UROLITHES EN MEDECINE VETERINAIRE

1.1. Etiologie

Les urolithes sont des concrétions organisées, rencontrées dans le tractus urinaire, et composées principalement d'ions issus du métabolisme (produits physiologiques ou pathologiques). Ces ions sont de nature variée (environ une douzaine au total) et dérivent de solutés ingérés via l'alimentation puis filtrés et/ou excrétés par les reins.

Lorsque la concentration en ces substances dans l'urine devient supérieure à leur produit de solubilité, l'urine devient sursaturée en ions. A la faveur de certains facteurs favorisants comme un pH acide (pour les cristaux d'oxalate de calcium, de cystine ou de purine) ou alcalin (pour les cristaux de struvite), ces derniers peuvent précipiter et former des cristaux dans l'urine. Cependant, la présence d'une cristallurie n'est pas toujours associée à la présence d'urolithes. Elle peut être physiologique chez certains individus.

La cristallisation est également favorisée par toute aspérité présente dans le tractus urinaire et pouvant servir de support. Toute lésion vésicale (néoplasie, inflammatoire, infectieuse, traumatique ou iatrogène) facilite la genèse de cristaux. Toute rétention urinaire supérieure à 12 heures (comportementale ou pathologique) favorise également la cristallisation en augmentant la concentration des urines en ions.

Enfin, des facteurs génétiques entrent en jeu pour chaque type d'urolithes. Ils seront détaillés ultérieurement.

1.2. Différents types d'urolithes

1.2.1. Les struvites ou phosphates ammoniaco-magnésiens (PAM)

Les urolithes de struvite ont une importance historique majeure, puisqu'ils représentaient jusque dans les années 2000 l'urolithe le plus fréquemment rencontré chez le chat (Figure 1 ; Figure 2) et le chien. Depuis, leur prévalence a diminué au profit des urolithes d'oxalate de calcium. Ce changement s'explique par l'utilisation grandissante d'alimentation calculolytique, la mise en place de régimes alimentaires prévenant l'apparition d'urolithes de struvite et la progression de la médecine dans le suivi (analyse d'urine, radiographies). Depuis 2005, la tendance est à l'équilibration du ratio entre ces 2 types d'urolithes, pour des raisons similaires de progrès dans le traitement des urolithes d'oxalate de calcium. La légère augmentation du nombre d'urolithes de struvite est un effet rebond, puisque certaines conditions défavorables aux cristaux d'oxalate de calcium sont favorables aux cristaux de struvites (Osborne et al. 2009).

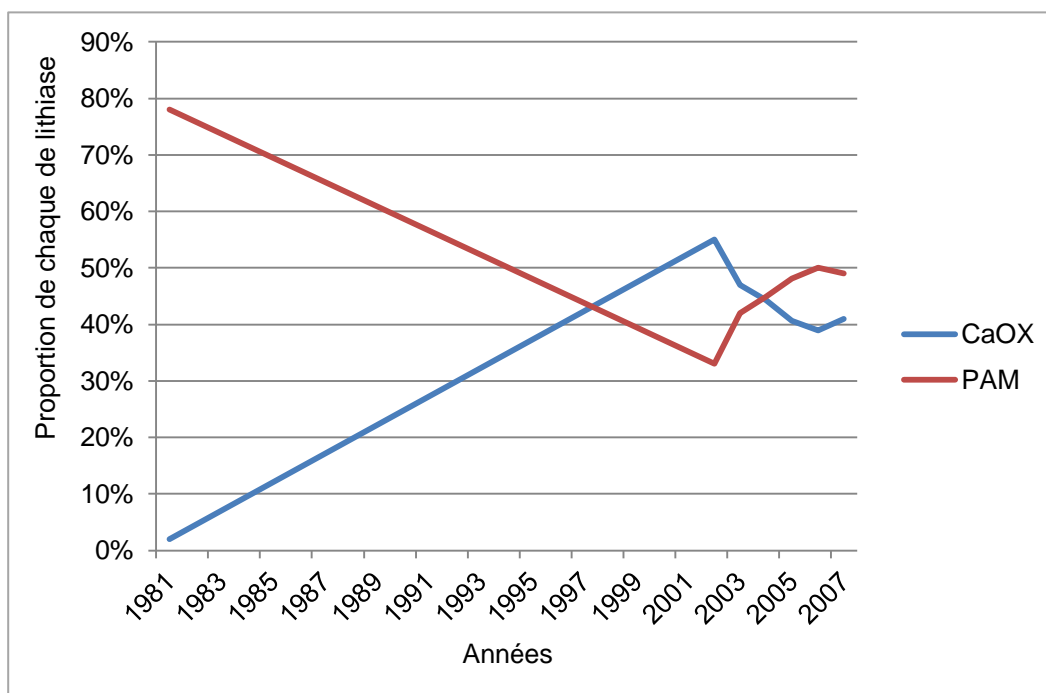


Figure 1 : Evolution de la prévalence des urolithes de struvite et d'oxalate de calcium chez le chat entre 1981 et 2007, d'après Osborne et al. 2009

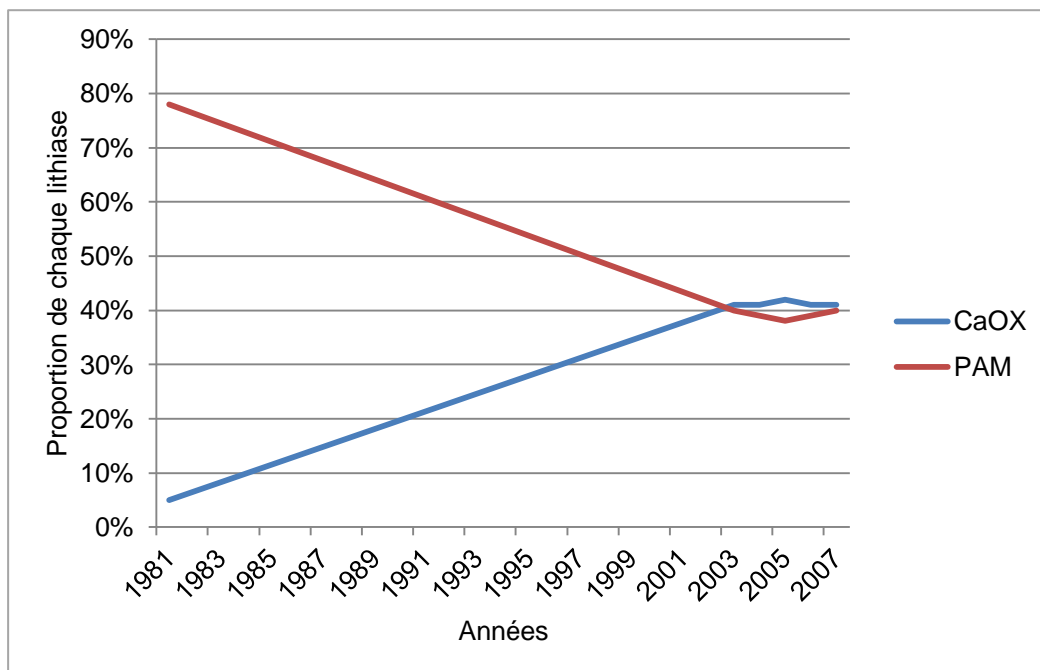


Figure 2 : Evolution de la prévalence des urolithes de struvite et d'oxalate de calcium chez le chien entre 1981 et 2007, d'après Osborne et al. 2009

Les cristaux de struvite (Figure 3) sont présents de manière physiologique dans l'urine. Les urolithes (Figure 4) se forment à la faveur d'une alcalinisation des urines (due à l'alimentation) et de lésions urothéliales provoquant une diminution de la synthèse de glycosaminoglycanes et donc une sensibilité accrue de l'urothélium.

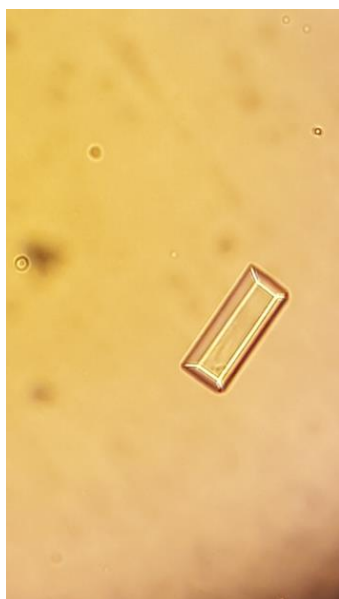


Figure 3 : Cristal de struvite



Figure 4 : Calcul de struvite

Chez le chien, les femelles sont plus à risque que les mâles et les animaux de moins de 7 ans sont les plus touchés. Les chiens de race Bichon frisé, Schnauzer nain, Shi tzu et Pékinois ont plus de chance de développer des urolithes de struvite que les chiens croisés (Low et al. 2010). Dans cette espèce, la formation d'urolithes de struvite est très fréquemment secondaire à une infection du tractus urinaire par des bactéries produisant de l'uréase, une enzyme capable de dégrader l'urée en ammonium, et provoquant ainsi une augmentation du pH (Palma et al. 2013).

Chez le chat, les mâles sont plus touchés que les femelles, et ceux en surcharge pondérale et vivants uniquement à l'intérieur ont encore plus de chance de développer des urolithes de struvite. Les animaux touchés sont adultes (entre 3 et 9 ans). Les chats de race Manx et Siamois risquent plus de développer des urolithes de struvite que les chats « européens » (Cannon et al. 2007). Dans cette espèce, la formation des urolithes est principalement liée à l'alimentation, l'environnement et à la génétique de l'animal. Les infections du tractus urinaire sont plutôt secondaires.

1.2.2. Les oxalates de calcium

Les urolithes d'oxalate de calcium ont gagné en importance ces dernières années, comme nous avons pu le voir dans le paragraphe précédent.

Les cristaux d'oxalate de calcium (Figure 5) sont également présents de manière physiologique dans l'urine (Hernandez 2010). Ces urolithes (Figure 6) se forment à la faveur d'une acidification de l'urine (le plus souvent d'origine alimentaire) et lorsque ses constituants sont en quantité anormalement élevée, par exemple lors d'hypercalciurie (due à une hypercalcémie idiopathique ou néoplasique, ou à une diminution de la réabsorption rénale du calcium), une hyperoxalurie (alimentaire ou génétique) ou d'une diminution des substances organiques protectrices (glycosaminoglycanes).



Figure 5 : Cristaux d'oxalate de calcium dihydratés d'après Hernandez 2010



Figure 6 : Calcul d'oxalate de calcium

Chez le chien, les mâles sont plus touchés que les femelles. Les chiens de race Bichon frisé, Schnauzer nain, Shi tzu, Lhasa apso, Poméranien, Cairn terrier, Yorkshire terrier, Bichon maltais et Spitz loup ont plus de chance de développer des urolithes d'oxalate de calcium que les chiens croisés (Low et al. 2010).

Chez le chat, les mâles castrés sont plus touchés que les mâles entiers, eux-mêmes plus touchés que les femelles. Les chats de race Persan et Sacré de Birmanie sont plus à risque que les chats « européens » (Cannon et al. 2007).

1.2.3. Les urolithes puriques

Les cristaux d'urate (Figure 7) proviennent d'un défaut de dégradation des bases puriques. La présence de ce type de cristaux dans l'urine est toujours pathologique (Nephrovet 2014).

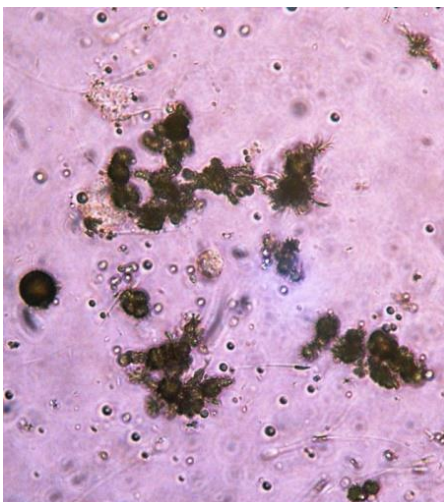


Figure 7 : Cristaux d'urate, d'après Nephrovet 2014



Figure 8 : Calculs d'urate

La prévalence de ce type d'urolithes (Figure 8) est bien moindre que les 2 précédents : en moyenne 6,4% chez le chien et 5% chez le chat entre 1981 et 2007 (Osborne et al. 2009).

Chez le chien, les mâles de moins de 3 ans sont les plus touchés. Les chiens de race Schnauzer nain, Bichon frisé, Pékinois et Scottish terrier et en particulier de race Dalmatien ou Bouledogue anglais sont particulièrement touchés (Low et al. 2010). Chez ces derniers, la présence d'urates purs s'explique par un déficit génétique en uricase. Chez les autres races, la présence d'urates d'ammonium est due à un déficit en uricase secondaire à une hépatopathie.

Chez le chat, il n'existe pas de prédisposition de sexe. Les chats de race Siamois ont plus de chance de développer ce type d'urolithes que les chats « européens » (Cannon et al. 2007). La plupart du temps, l'origine demeure inconnue. Les hépatopathies et défauts génétiques sont à l'origine de quelques cas.

Il existe d'autres types d'urolithes qui ne seront pas évoquées dans ce manuscrit.

1.3. Démarche diagnostique

1.3.1. Présentation clinique

Les animaux souffrant de lithiase urinaire présentent des signes non spécifiques d'atteinte du bas appareil urinaire.

Les propriétaires peuvent décrire de la pollakiurie (mictions très nombreuses et peu productives ou « goutte à goutte »), de la strangurie (miction douloureuse), de la périurie (miction en dehors des espaces dédiés), de la dysurie (miction non physiologique), de l'hématurie (sang dans les urines) (Westropp 2009). Ces signes sont similaires chez le chien et le chat (Adams 2009).

Une obstruction urinaire peut être détectée lors de la palpation abdominale en présence d'un globe vésical (vessie petite, indurée, douloureuse).

Les urolithes peuvent aussi être découverts de manière fortuite, lors d'un examen radiographique pour un autre motif par exemple. Dans ce cas, il faudra chercher les facteurs prédisposant et adapter le mode de vie de l'animal.

1.3.2. Examens complémentaires

a. Analyse d'urine

L'analyse du sédiment urinaire est indispensable en cas d'atteinte du bas appareil urinaire, puisqu'elle permet la détection d'une cristallurie. Il peut être intéressant de comparer cette analyse par miction spontanée et par cystocentèse pour localiser l'origine de l'affection. Les analyses d'urine ne doivent pas être réalisées plus d'une heure après le prélèvement, dans le but de minimiser la cristallisation *in vitro*, temps et température dépendante (Adams 2009).

Cependant, l'analyse urinaire ne possède pas des valeurs prédictives positive et négative très fiable. Comme nous avons pu le voir précédemment, certains cristaux sont présents de manière physiologique dans l'urine, leur présence peut donc être ambiguë chez certains individus

De plus, l'absence de cristallurie est fréquente lors d'urolithes : en cas de grande instabilité urinaire, les cristaux formés s'agrègent immédiatement à l'urolithe et très peu de cristaux se retrouvent finalement dans les urines.

b. Radiographie

La radiographie est un examen de choix pour confirmer la présence de calcul. C'est une technique facilement accessible et peu coûteuse. Il faut s'assurer de l'entière des voies urinaires sur le cliché (vue de profil, membres pelviens ramenés sous l'abdomen pour évaluer l'urètre périnéal) et toujours confronter la vue de la face à la vue de profil.

Cependant, tous les urolithes n'ont pas la même radio-opacité : les oxalates de calcium et les struvites sont fortement radio-opaques alors que les urolithes de cystine et les urates sont non radio-opaques. De plus, la détection des urolithes avec cette technique dépend également de leur taille et de leur position au sein du tractus urinaire. Le pourcentage de faux négatifs est compris entre 2 et 30%, en fonction de la nature et de la taille des urolithes.

L'utilisation de radiographie contrastée permet d'augmenter la sensibilité de la technique. Cette méthode est accessible, peu coûteuse mais plus longue à réaliser. Comme la précédente, la sensibilité dépend de la taille et de la localisation de l'urolithe, et elle nécessite en plus une tranquillisation de l'animal. Le pourcentage de faux négatifs varie de 0% à 7,7% (sauf pour les urolithes < 1mm, où il est alors de 20%) avec une pneumocystographie simple, et est inférieur à 10% avec une cystographie à double contraste en utilisant une solution de produit de contraste iodé dosé à 200mg/mL (Weichselbaum et al. 1999).

c. Echographie

De plus en plus utilisée, l'échographie est une méthode facile d'accès et peu invasive, qui permet la visualisation des voies urinaires dans leur majeure partie, et souvent sans sédation.

Cependant, la sensibilité de la méthode dépend de l'expérience de l'opérateur et diminue lorsque les urolithes sont situées dans l'urètre pelvien et l'uretère gauche (superposée au colon). Le pourcentage de faux négatifs est inférieur à 5% pour les urolithes les plus fréquemment rencontrées. Les sondes de haute fréquence (5-7,5 MHz) permettent une meilleure détection des urolithes que celles de basse fréquence (Weichselbaum et al. 1999).

La cystographie double contraste et l'échographie sont les méthodes les plus sensibles pour la détection des urolithes. L'échographie est davantage utilisée en pratique du fait de son accessibilité.

2. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LA MESURE DES UROLITHES

L'utilisation croissante des techniques minimalement invasives telles que l'urohydropulsion rétrograde, la lithotripsie sous contrôle cystoscopique, la cystolithotomie percutanée, reste limitée à des urolithes de petite taille (Byl et al. 2010). L'estimation de la taille d'un urolithe est capitale dans le choix de la méthode d'extraction. En effet, une surestimation de la taille entraînant l'utilisation d'une technique invasive, engendrant des coûts supplémentaires, des durées d'hospitalisation et de convalescence plus longues, et un risque de complications plus important. A l'inverse, une sous-estimation pourrait mettre en échec une technique minimalement invasive.

A notre connaissance, les seules études menées en médecine vétérinaire pour évaluer la taille des urolithes à la radiographie et l'échographie ont été menées *in vitro*. Nous allons en particulier détailler l'étude de Byl et al. de 2010 dont s'inspire notre travail expérimental.

2.1. Choix des urolithes

Dans l'étude de Byl et al. de 2010, 30 urolithes ont été choisis à l'Université Vétérinaire du Michigan, parmi un panel d'animaux ayant subi une cystotomie à but curatif.

Cet échantillon se répartit ainsi : 10 urolithes composés à plus de 80% de cristaux d'oxalate de calcium, 10 composés à plus de 80% de cristaux de struvite et 10 composés à plus de 80% de cristaux d'urate. Ces urolithes ont été sélectionnés pour la régularité de leur surface et pour leur taille, créant ainsi 5 groupes : 1 à 2,99 mm, 3 à 4,99 mm, 5 à 6,99 mm, 7 à 8,99 mm, et 9 à 11,0 mm. La taille mesurée initialement à l'aide d'un pied à coulisse numérique, et utilisée par la suite comme « taille réelle de l'urolithe » correspond à la longueur de l'urolithe.

2.2. Matériel utilisé

Les auteurs ont choisi de travailler avec un modèle de vessie composé d'un ballon de baudruche immergé dans une solution de NaCl 1% et reposant sur une couche de gélatine (Figure 9), afin de simuler un abdomen.

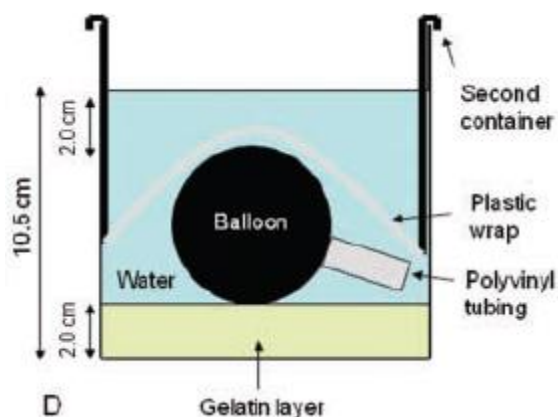


Figure 9 : Maquette permettant la mesure d'un cystolithe d'après Byl et al. 2010

Un film plastique a été utilisé pour maintenir la « vessie » à une distance fixe pour toutes les acquisitions d'image.

Chaque urolithe a été placé dans le ballon qui a ensuite été rempli avec 360 mL de solution saline, formant ainsi une vessie de 6,5 cm de diamètre.

Les images ont été acquises dans l'ordre suivant : scanner puis échographie et enfin radiographies (Figure 10). Les images tomodensitométriques ont été acquises en coupe transversale de la région de 0,625 mm (120 à 140 kVp et 135 à 140 mAs) avec une matrice de résolution de 512 X 512. Les images échographiques ont été acquises avec une sonde microconvexe. La fréquence (10MHz) et le gain étaient fixes. Les images radiographiques et cystographiques ont été obtenues avec un appareil de radiographie à acquisition numérique (95 kVp, 500 mA, and 2,5 mAs).

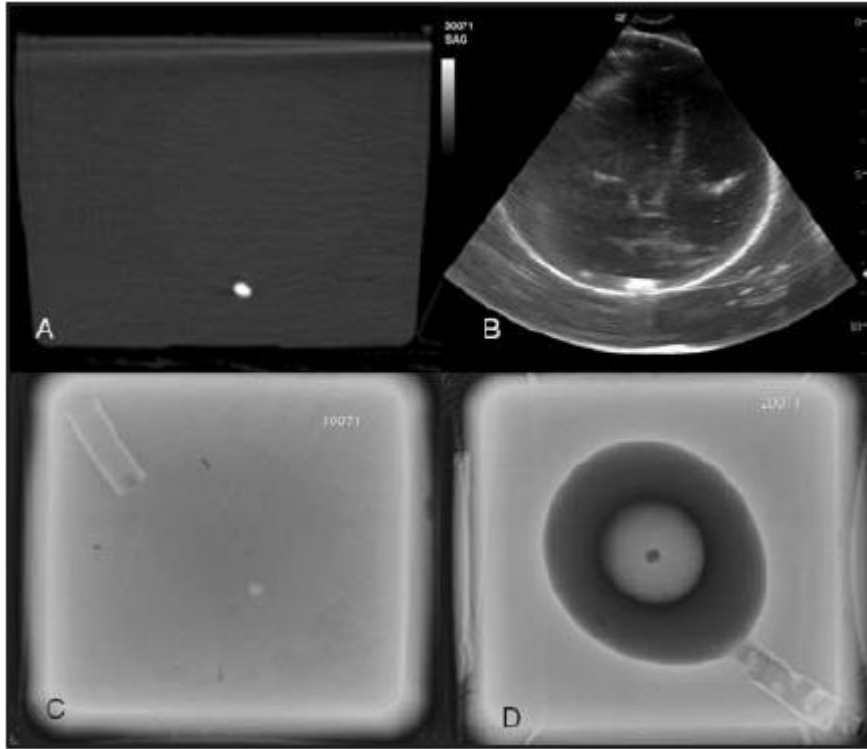


Figure 10 : Images obtenues avec plusieurs techniques d'imagerie médicale ; A. scanner ; B. échographie ; C. radiographie ; D. cystographie double contraste ; d'après Byl et al. 2010

2.3. Acquisition et analyses des résultats

La taille mesurée des urolithes a été recueillie en relevant la plus grande longueur sur les images avec un instrument de mesure intégré au logiciel d'imagerie médicale. Chaque urolithe a été mesurée 3 fois par chaque opérateur, de manière indépendante.

La valeur moyenne obtenue suite aux 3 mesures par chaque opérateur a été retenue comme la taille estimée des urolithes. La taille réelle de chaque urolithe a été retranchée à la taille estimée, une valeur négative indiquant une sous-estimation de la taille réelle, et une valeur positive une surestimation. Le pourcentage de différence a ensuite été calculé en divisant la différence de taille obtenue par la taille réelle.

Les différences ont été analysées avec un test d'analyse de la variance à 2 facteurs groupés (la composition et la catégorie de taille de l'urolithe) et un facteur répété (la technique d'imagerie). Les comparaisons post hoc ont été effectuées à l'aide d'un test de Bonferroni. Pour toutes les analyses, une valeur de $P < 0,05$ est considérée significative. Les données sont présentées avec la valeur \pm SD.

2.4. Résultats

Objectivement, la qualité des images obtenues dans cette étude lors des scanners, des radiographies et des cystographies était excellente. De nombreux artefacts dus au modèle de la vessie ont été mis en évidence, la paroi du ballon s'étant révélée hyperéchogène par rapport à une paroi de vessie.

La taille des urolithes a pu être estimée dans 91% des cas sur les images radiographiques, 98,3% des cas sur les images cystographiques, et 100% des cas sur les images échographiques et tomодensitométriques. L'incapacité des opérateurs à effectuer une mesure semblait liée à la taille de l'urolithe plutôt qu'à sa composition.

La taille des urolithes sur des images radiographiques a pu être estimée dans 95% des cas pour les urolithes d'oxalate de calcium, 90% des cas pour les urolithes de struvite et 88% des cas pour les urolithes d'urate. Ces proportions ne diffèrent pas significativement.

En revanche, la taille des urolithes a pu être estimée dans 58% des cas pour les urolithes de taille <3mm de diamètre contre 99% des cas pour les urolithes de diamètre >3mm.

La taille réelle moyenne obtenue par mesure à l'aide d'un pied à coulisse digital était de $5,95 \pm 2,89$ mm pour les 30 urolithes confondues, $6,12 \pm 3,35$ mm pour les urolithes d'oxalate de calcium, $5,93 \pm 2,67$ mm pour les urolithes de struvite et $5,80 \pm 2,92$ mm pour les urolithes d'urate (Tableau 1).

Tableau 1 : Différence entre taille réelle et taille estimée de 30 cystolithes imagés dans une vessie artificielle par radiographie, cystographie double contraste, échographie et scanner, d'après Byl et al. 2010

Technique d'imagerie	Composition urolithe	Taille estimée (mm)	Différence (mm)	Pourcentage de différence
<i>Radiographie</i>	CaOx	5,77 ± 3,28	-0,35 ± 0,47	-8,50 ± 10,7
	PAM	5,74 ± 2,90	-0,20 ± 0,39	-6,69 ± 13,9
	Urate	5,53 ± 3,33	-0,27 ± 1,18	-9,23 ± 22,4
	Total	5,68 ± 3,07	-0,27 ± 0,74	-8,14 ± 15,9
<i>Cystographie</i>	CaOx	5,97 ± 3,39	-0,15 ± 0,19	-4,02 ± 4,35
	PAM	5,82 ± 2,88	-0,11 ± 0,37	-5,16 ± 11,2
	Urate	5,78 ± 3,05	-0,02 ± 0,25	-2,65 ± 8,65
	Total	5,86 ± 3,00	-0,09 ± 0,28	-3,94 ± 8,29
<i>Echographie</i>	CaOx	8,97 ± 3,43	2,84 ± 0,67	70,6 ± 64,7
	PAM	9,20 ± 3,31	3,27 ± 0,89	70,7 ± 49,2
	Urate	8,55 ± 3,05	2,75 ± 0,58	63,9 ± 43,6
	Total	8,91 ± 3,17	2,95 ± 0,73	68,4 ± 51,5
<i>Scanner</i>	CaOx	5,84 ± 2,73	-0,28 ± 0,92	5,08 ± 29,0
	PAM	5,96 ± 2,58	0,03 ± 0,64	3,14 ± 16,4
	Urate	6,02 ± 2,64	0,22 ± 0,73	8,73 ± 15,1
	Total	5,94 ± 2,56	-0,01 ± 0,78	5,65 ± 20,5

La différence entre taille réelle et taille estimée et le pourcentage de surestimation ne diffèrent pas significativement entre les images scanner, radiographique et cystographique. L'échographie surestime de manière significative la taille des cystolithes par rapport à la radiographie ($P < 0,001$), la cystographie ($P < 0,001$) et le scanner ($P < 0,001$).

2.5. Discussion

Les auteurs concluent qu'il est possible d'obtenir une estimation précise de la taille d'un urolithe isolé dans une maquette de vessie par radiographie, cystographie double contraste et scanner, sans influence de sa composition, sauf pour le scanner. En revanche, l'échographie surestime de manière significative la taille, ce qui suggère qu'une mesure échographique de la taille d'une urolithe doit être interprétée avec précaution, surtout dans les situations où une mesure précise est nécessaire à la prise en charge optimale du patient.

Le montage expérimental est simple à mettre en œuvre et peu coûteux. Il a pour but de minimiser la variabilité des conditions de l'expérience, et de limiter le recours à des animaux d'expérimentation. La profondeur d'eau et l'épaisseur de gélatine ont été choisies de manière à simuler l'abdomen d'un chien de taille moyenne, issu d'une étude tomodensitométrique.

Dans cette étude, un seul urolithe était placé dans le ballon pour chaque acquisition, alors que cette situation est rare en pratique. Des études menées antérieurement ont mis en évidence que plusieurs urolithes sont perçues en imagerie médicale comme un seul urolithe, plus gros. De plus, l'échographie permet rarement de distinguer chaque urolithe.

L'inconvénient d'utiliser une méthode *in vitro* est l'imperfection du modèle : il est non modulable, imparfait et crée des artefacts inexistantes *in vivo* (surtout en échographie).

Cette étude a mis en évidence une grande variabilité du pourcentage de surestimation avec la méthode tomodensitométrique. En effet, le contour des urolithes était systématiquement flouté, ce qui rendait la délimitation exacte difficile. L'utilisation de constantes différentes pourrait peut-être améliorer les résultats. Bien que le scanner semble être relativement fiable dans l'estimation de la taille des urolithes, il ne pourra tout de même pas devenir la méthode de référence en médecine vétérinaire car il n'est pas plus précis que les autres méthodes qui sont moins coûteuses et ne nécessitent pas d'anesthésie générale.

Dans cette étude, l'échographie surestime la taille des urolithes, quelle qu'en soit la composition. Le pourcentage de différence entre taille réelle et taille mesurée s'étend de 22 à 240%, pour des urolithes isolés. Bien qu'aucune étude similaire n'ait démontré la même tendance, cette tendance de l'échographie à surestimer la taille des objets a déjà été mise en évidence (Weichselbaum et al. 2000). Les causes supposées sont la difficulté à définir un contour précis et les artefacts.

La mesure des cystolithes par imagerie médicale est plus compliquée *in vivo* à cause de la présence de cystolithes souvent multiples, à surface irrégulière, chez des patients pouvant bouger, avec une paroi abdominale d'épaisseur variable, un degré de remplissage vésical différent additionné à la possible présence de sédiments ou encore d'autres organes formant une superposition.

* * * * *

Après cette revue bibliographique sur l'importance des urolithes en médecine vétérinaire et les études menées jusqu'alors pour tenter d'estimer leur taille par des techniques d'imagerie médicale, la suite de ce manuscrit sera consacrée à évaluer la précision des mesures *in vivo* et d'observer si les résultats obtenus sont similaires à ceux obtenus *in vitro*, compte tenu des variations individuelles.

* * * * *

Deuxième partie : Matériel et protocole

1. MATERIEL

1.1. Animaux

Les urolithes ont été recueillis entre mars 2015 et mars 2017 sur des chiens et des chats ayant subi un traitement chirurgical de leur lithiase ou une autopsie au sein du Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

1.2. Opérateurs

Les chirurgies ont été effectuées par l'équipe de chirurgie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Les autopsies ont été pratiquées par l'équipe d'anatomie pathologique de l'Ecole Nationale vétérinaire de Toulouse.

Les images radiographiques et échographiques ont été acquises à l'équipe d'imagerie médicale de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse et sauvegardées dans la banque de données interne à l'école.

1.3. Matériel d'imagerie

La cystographie double contraste possède une sensibilité de 100% pour la détection et le dénombrement des cystolithes, bien supérieure à celle de la radiographie sans préparation. L'échographie possède une sensibilité similaire, qui est augmentée lors de l'association avec des images radiographiques simples (Weichselbaum et al. 1999).

De plus, pour le praticien vétérinaire, la radiographie et l'échographie sont des techniques facilement accessibles, non invasives et rapides.

Pour ces raisons, nous avons décidé de ne nous intéresser qu'aux techniques de radiographie sans préparation et d'échographie dans cette étude.

1.3.1. Appareil de radiographie

L'appareil de radiographie utilisé est un appareil numérique avec capteur plan. Les constantes choisies sont les constantes recommandées pour une radiographie abdominale et varient en fonction du diamètre abdominal des animaux.

Pour chaque animal, une vue de face ventro-dorsale et une vue de profil ont été effectuées.

1.3.2. Echographie

Les images échographiques de vessie et d'urètre ont été acquises à l'aide d'une sonde linéaire dans la plupart des cas (fréquence allant jusqu'à 12MHz), et dans des cas plus rares (chiens de grande taille), à l'aide d'une sonde micro convexe (fréquence entre 8 et 5 MHz). Les images échographiques de rein ont également été obtenues avec une sonde linéaire, sauf dans les cas où l'observation du rein droit, plus crânial, nécessitait l'utilisation d'une sonde micro convexe.

Un gel couplant était appliqué sur l'abdomen préalablement tondu des animaux, placés en décubitus dorsal.

2. PROTOCOLE

2.1. Mesure réelle de l'urolithe

Toutes les urolithes extraites au CHUV de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse sont envoyées au Minnesota Urolith Center pour analyse de leur composition chimique. La mesure de leur taille réelle a été effectuée juste avant leur départ, au laboratoire central de l'ENVT, grâce à la coopération de l'équipe de biologie médicale de l'école.

Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un micromètre (également appelé « Palmer »), un instrument permettant de mesurer jusqu'au 1/100^{ème} de millimètre. Chaque urolithe a été également pris en photographie avec une échelle (Figure 11). Ainsi, chaque urolithe s'est vu attribuer une longueur et une largeur « réelle ».

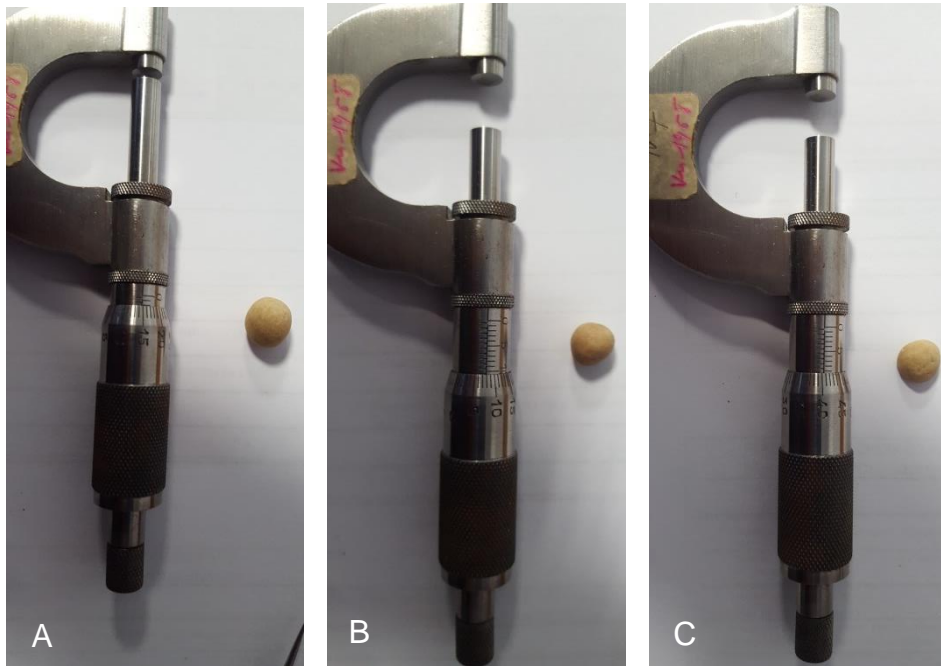


Figure 11 : Mesure « réelle » des 3 urolithes A, B et C d'un chien Shitzu femelle stérilisée de 11 ans

2.2. Recueil des dossiers des animaux

Les dossiers médicaux des animaux inclus dans l'étude ont été étudiés afin de connaître la localisation et la composition des urolithes, la date d'acquisition des images ainsi que la date et la technique d'extraction utilisée. L'espèce, la race, la date de naissance et le statut reproducteur des animaux ont été également recueillis.

2.3. Recueil des images

Les informations tirées des dossiers médicaux ont permis de trouver les images radiographiques et échographiques correspondantes dans la base de données de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Celles-ci ont été exploitées dans le logiciel d'imagerie médicale Clear Canevas[®].

2.4. Mesure de l'urolithe

Chaque image a été observée attentivement à la lumière de l'interprétation officielle de l'équipe d'imagerie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse afin d'identifier les urolithes.

Chaque urolithe individualisable a été mesuré, se voyant ainsi attribuer une longueur et une largeur « mesurées ». Sur les radiographies, les mesures ont été effectuées sur la vue de profil (Figure 12 ; Figure 13 ; Figure 14 et Figure 15).

La mesure de chaque urolithe a été répétée dans ces mêmes conditions 3 fois, de manière indépendante.

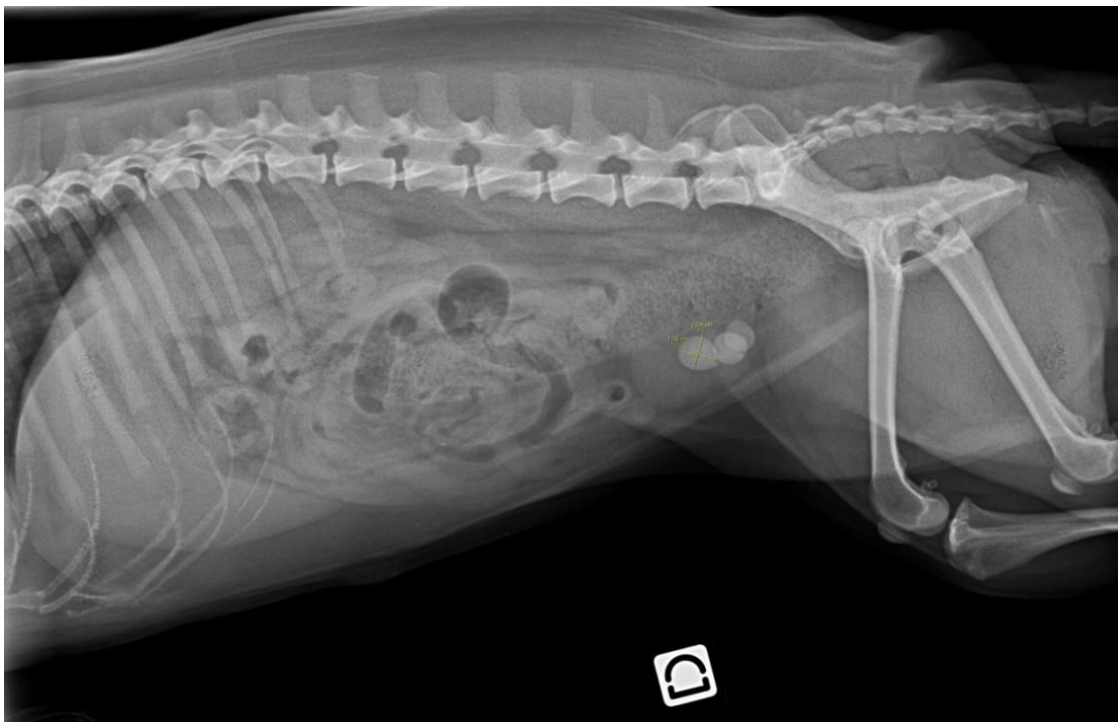


Figure 12 : Mesure de l'urolithe A sur l'image radiographique

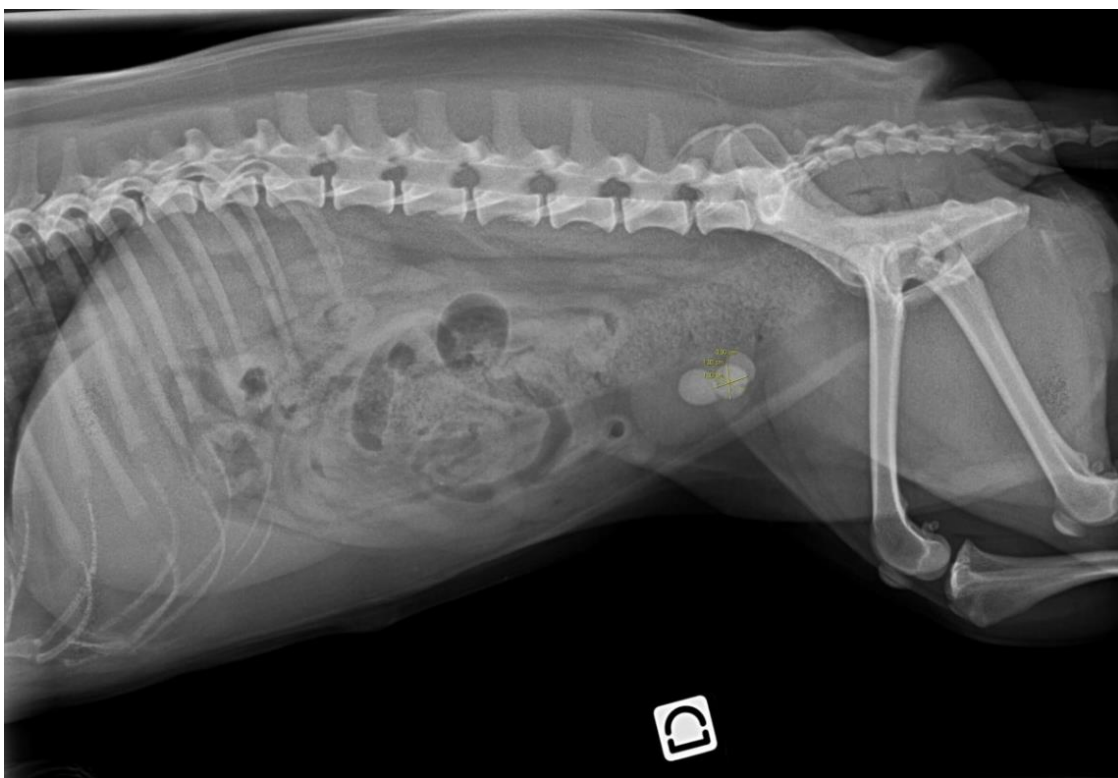


Figure 13 : Mesure de l'urolithe B sur l'image radiographique

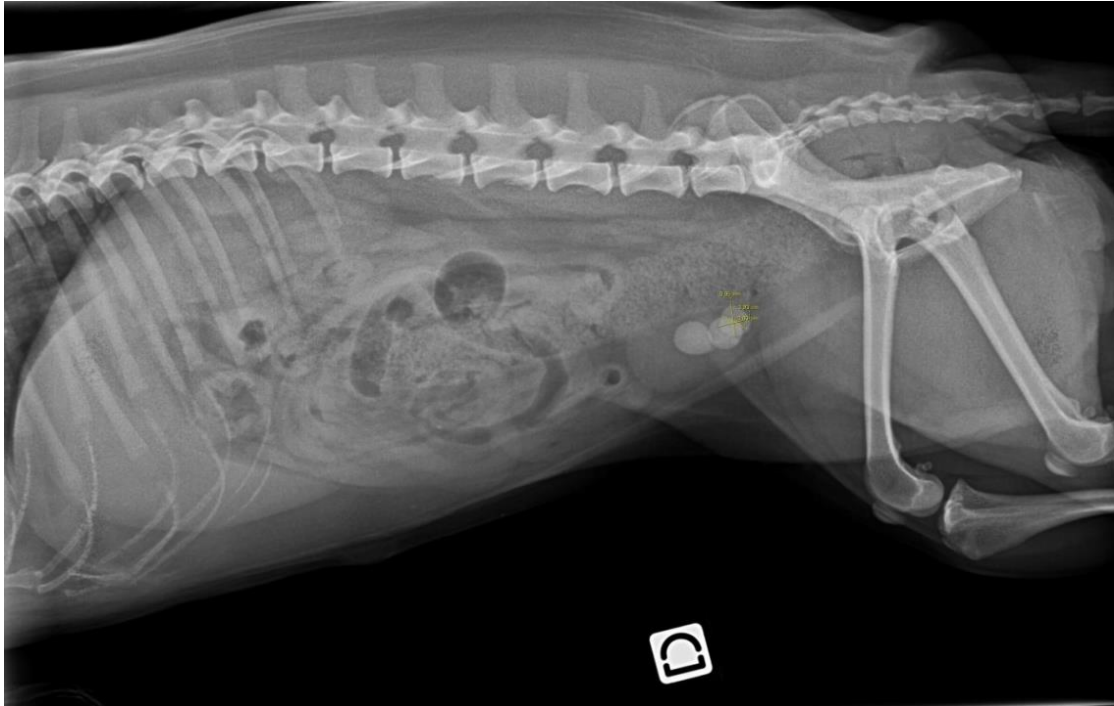


Figure 14 : Mesure de l'urolithe C sur l'image radiographique

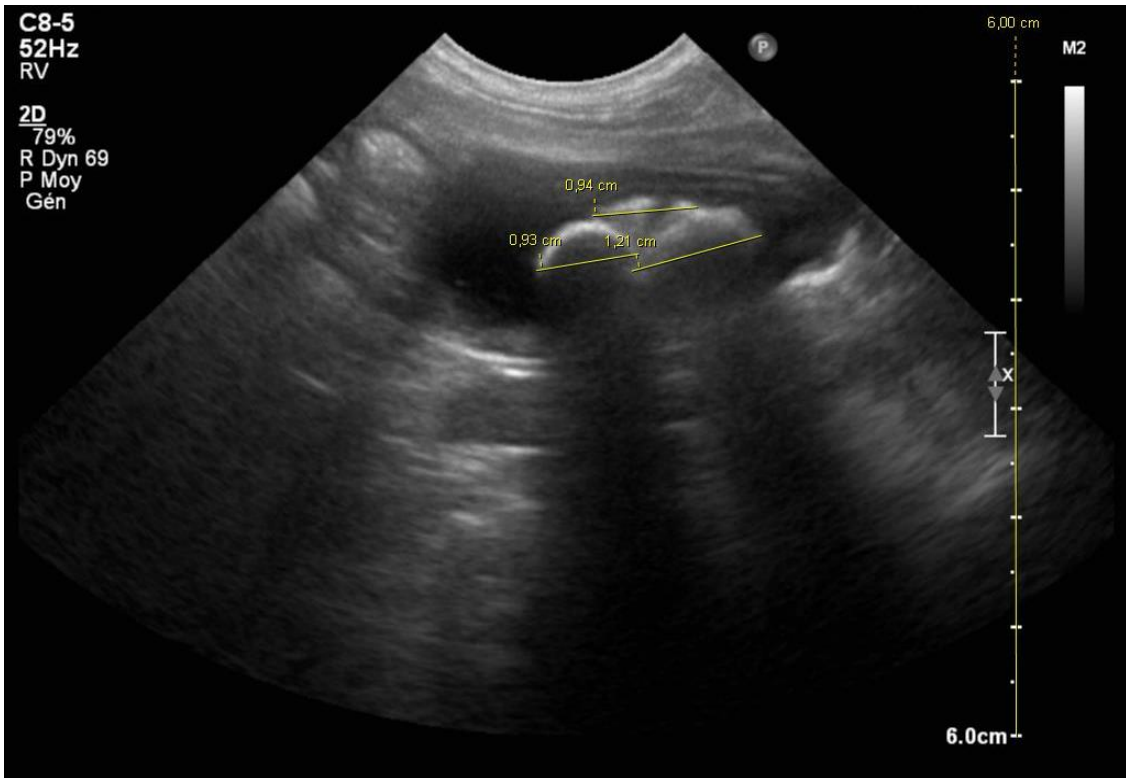


Figure 15 : Mesure des urolithes A, B et C sur l'image échographique

2.5. Synthèse des données obtenues

Les données obtenues ont été synthétisées dans un tableau dont un extrait présenté en annexe (Annexe 1). Ce tableau regroupe des informations sur le patient (date de naissance, statut reproducteur), sur son affection urinaire (localisation, composition des urolithes, date et technique d'extraction) et les mesures effectuées.

La mesure retenue pour chaque urolithe pour l'analyse des données est la plus grande (longueur).

La correspondance entre un urolithe et son image étant difficile à établir en cas d'urolithes multiples, le choix a été fait de considérer qu'une image donnée est celle d'un urolithe donné lorsque la taille mesurée est plus proche de la taille réelle que pour tous les autres urolithes.

Les urolithes sont rarement composés d'un seul type de cristaux, mais sont plutôt organisés en couches concentriques de composition différente. Le choix a été fait de définir la composition de la couche la plus externe comme étant la composition de l'urolithe, cette couche étant la première à rencontrer des rayons X ou les ondes échographiques.

Troisième partie : Résultats

1. DONNEES

1.1. Macroscopiques

Au total, 82 urolithes ont été inclus dans l'étude. Parmi eux :

- 32 proviennent de chat (39%) et 50 de chiens (61%) ;
- 56 (68%) appartiennent à la catégorie de taille A (taille comprise entre 0,1 et 4,9 mm), 18 (22%) à la catégorie de taille B (taille comprise entre 5,0 et 9,9 mm), et 8 (10%) à la catégorie de taille C (taille supérieure ou égale à 10mm) ;
- 60 (73%) étaient localisés dans la vessie, 17 (21%) dans le rein, 4 (5%) dans l'uretère et 1 (1%) dans l'urètre ;
- 34 (41%) de ces urolithes sont composés principalement de cristaux d'oxalate de calcium, 25 (30%) de phosphate ammoniaco-magnésiens et 3 (4%) d'urate. La composition de 20 urolithes (24%) est inconnue.

La taille « réelle » moyenne des 82 urolithes est de $5,6 \pm 5,9$ mm. Elle est de $7,1 \pm 6,9$ mm pour les urolithes provenant de chiens et $3,2 \pm 2,2$ mm pour les urolithes provenant de chats.

La taille réelle moyenne des urolithes de catégories A, B et C est respectivement de $2,9 \pm 1,5$ mm, $7,4 \pm 2,4$ mm et $20,2 \pm 7,4$ mm.

La taille réelle moyenne des urolithes situés dans la vessie est de $6,3 \pm 6,7$ mm. Elle est de 3,9 mm pour l'urolithe urétral (un seul échantillon), $3,6 \pm 1,6$ mm pour les urolithes urétéraux et $3,7 \pm 1,3$ mm pour les urolithes rénaux.

La taille réelle moyenne des urolithes d'oxalate de calcium est de $3,5 \pm 2,3$ mm. La taille réelle moyenne des urolithes de PAM et d'urate est respectivement de $6,7 \pm 6,2$ mm et $4,2 \pm 0,9$ mm. La taille réelle moyenne des urolithes de composition inconnue est de $7,5 \pm 8,4$ mm.

1.2. Radiographiques

La taille des urolithes sur les images radiographiques a pu être estimée lors de 216 examens sur 246 (88%).

1.3. Echographiques

La taille des urolithes sur les images échographiques a pu être estimée lors de 87 examens sur 246 (35%).

2. METHODE STATISTIQUE

Pour chaque urolithe, la médiane des trois valeurs mesurées a été retenue comme « taille mesurée de l'urolithe ». La taille réelle de chaque urolithe a été retranchée à sa taille estimée sur les images radiographiques et échographiques. Une valeur négative correspond à une sous-estimation de la taille réelle, et une valeur positive à une surestimation. Le pourcentage de différence a ensuite été calculé en divisant la différence de taille obtenue par la taille réelle.

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA) à 4 facteurs (espèce, composition, catégorie de taille et localisation de l'urolithe) en prenant en compte les interactions entre espèce et technique d'imagerie, catégorie de taille et technique d'imagerie, composition et technique d'imagerie. Pour des raisons d'effectifs insuffisants, les interactions entre la localisation et la technique d'imagerie, la composition et la catégorie de taille, l'espèce et la localisation, la catégorie de taille et la localisation, l'espèce et la catégorie de taille et l'espèce et la composition n'ont pas pu être estimées.

Les comparaisons multiples ont été réalisées lorsque cela était nécessaire avec une correction de Tukey. Les données sont présentées avec la valeur \pm écart type.

3. COMPARAISON DES MESURES

3.1. Tout urolithes confondus

Lorsque toutes les urolithes sont considérées comme appartenant à un seul et même groupe, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée sur les radiographies est de $0,3 \pm 1,8$ mm, ce qui correspond à une surestimation de $13,8 \pm 64,4$ %. Dans cette même situation, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée sur les échographies est de $0,1 \pm 1,8$ mm, ce qui correspond à une surestimation de $0,7 \pm 32,5$ %. De manière générale, la radiographie et l'échographie ont tendance à surestimer la taille des urolithes.

L'expérience étant menée sur un panel très varié, il était nécessaire de tenir compte d'un certain nombre de facteurs, détaillés ci-après.

3.2. En prenant en compte l'espèce

Chez le chien, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée est de $0,3 \pm 2,2$ mm sur les images radiographiques, soit une surestimation de $0,0 \pm 27,9$ % (Figure 16 ; Tableau 2). Elle est de $-0,05 \pm 1,6$ mm sur les images échographiques, soit une sous-estimation de $-0,2 \pm 32,0$ %.

Chez le chat, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée est de $0,2 \pm 0,9$ mm sur les images radiographiques, soit une surestimation de $32,0 \pm 89,5$ %. Elle est de $0,6 \pm 2,2$ mm sur les images échographiques, ce qui correspond à une surestimation de $3,4 \pm 33,9$ %.

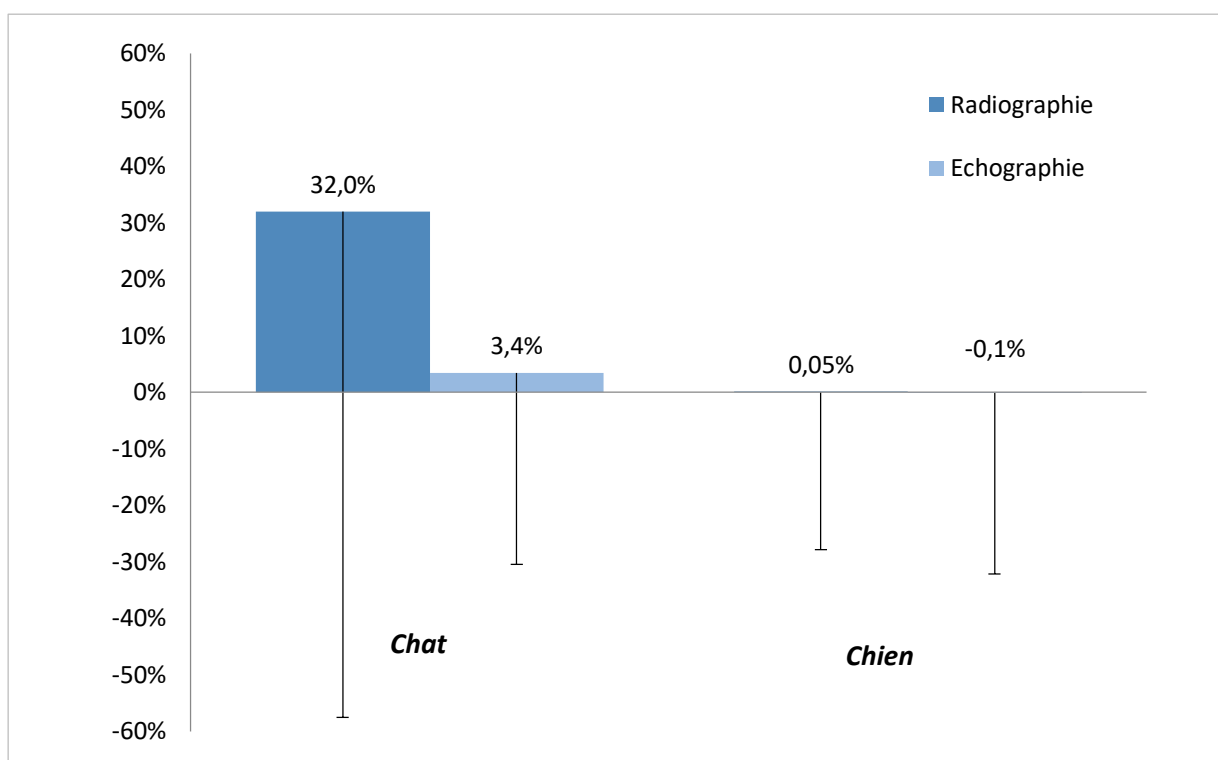


Figure 16 : Pourcentage de différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques en fonction de l'espèce de provenance

Tableau 2 : Différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques des urolithes de l'étude, en tenant compte de l'espèce de provenance

Techniques d'imagerie	Espèce	Taille estimée (mm)	Différence (mm)	Pourcentage de différence
<i>Radiographie</i>	Chat	3,4 ± 2,3	0,2 ± 0,9	32,0% ± 89,5%
	Chien	8,0 ± 7,8	0,3 ± 2,2	0,0% ± 27,9%
	Toutes espèces	6,1 ± 6,5	0,3 ± 1,8	13,8% ± 64,4%
<i>Echographie</i>	Chat	4,8 ± 4,1	0,6 ± 2,2	3,4% ± 33,9%
	Chien	6,6 ± 5,3	-0,05 ± 1,6	-0,1% ± 32,0%
	Toutes espèces	6,1 ± 5,1	0,1 ± 1,8	0,7% ± 32,5%

3.3. En prenant en compte la catégorie de taille

Pour les urolithes de catégorie A, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée est de $0,1 \pm 1,0$ mm sur les images radiographiques, soit une surestimation de $22,2 \pm 81,8$ %. Elle est de $0,6 \pm 2,2$ mm sur les images échographiques, soit une surestimation de $3,4 \pm 33,9$ % (Figure 17 ; Tableau 3).

Pour les urolithes de catégorie B, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée est de $0,2 \pm 1,7$ mm sur les images radiographiques, soit une surestimation de $0,7 \pm 23,8$ %. Elle est de $-0,3 \pm 1,4$ mm sur les images échographiques, soit une sous-estimation de $1,5 \pm 33,9$ %.

Pour les urolithes de catégorie C, la différence est de $0,3 \pm 1,8$ mm sur les images radiographiques, soit une surestimation de $13,8 \pm 64,4$ %. Elle est de $1,3 \pm 1,8$ mm sur les images échographiques, soit une surestimation de $8,5 \pm 12,8$ %.

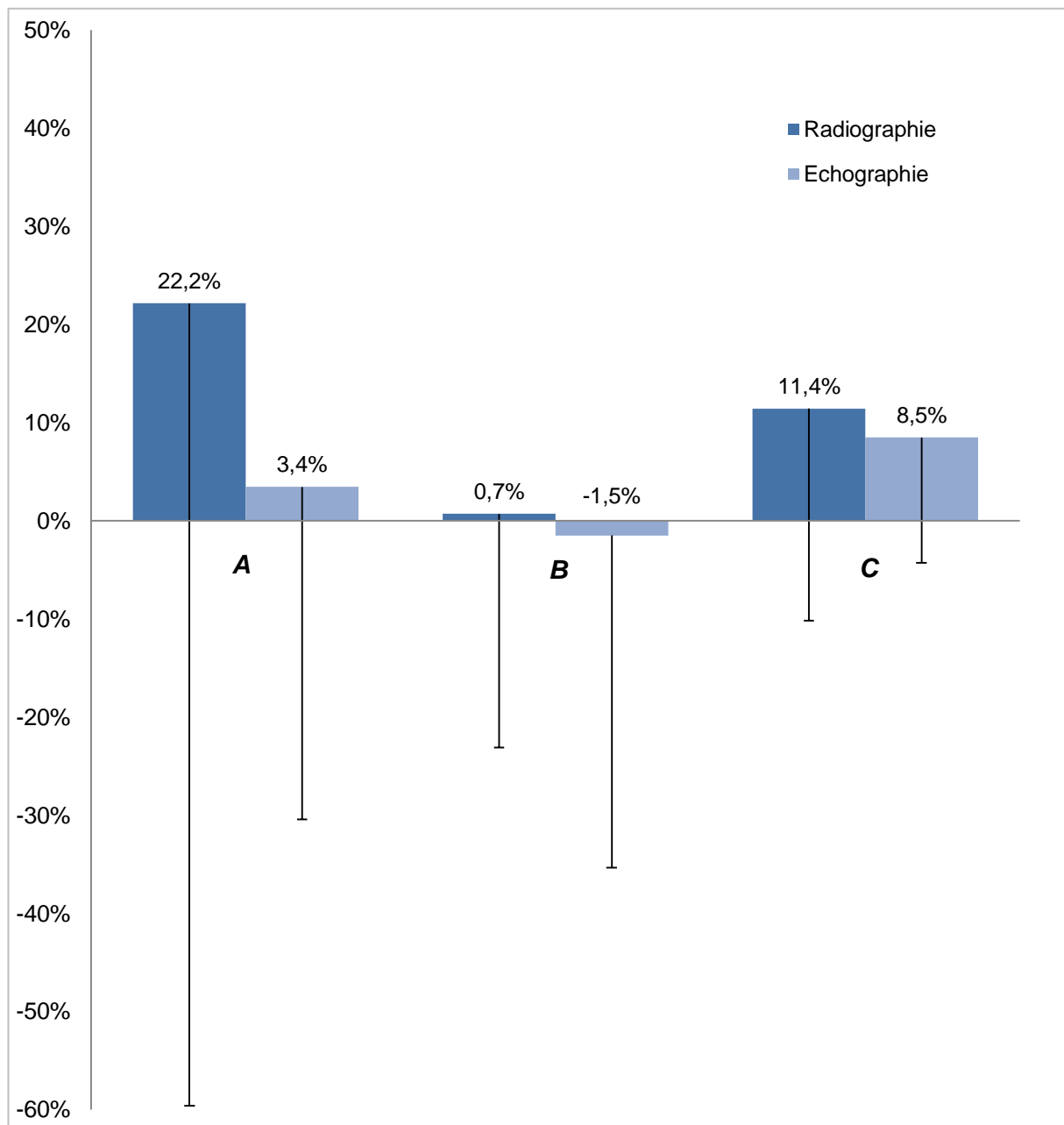


Figure 17 : Pourcentage de différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques en fonction de la catégorie de taille

Tableau 3 : Différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques des urolithes de l'étude, en tenant compte de la catégorie de taille

Techniques d'imagerie	Catégorie de taille	Taille estimée (mm)	Différence (mm)	Pourcentage de différence
Radiographie	A	2,9 ± 1,8	0,1 ± 1,0	22,2% ± 81,8%
	B	7,0 ± 4,2	0,2 ± 1,7	0,7% ± 23,8%
	C	23,7 ± 5,9	1,6 ± 4,3	11,4% ± 21,6%
	Toutes tailles	6,1 ± 6,5	0,3 ± 1,8	13,8% ± 64,4%
Echographie	A	4,8 ± 4,1	0,6 ± 2,2	3,4% ± 33,9%
	B	4,8 ± 2,5	-0,3 ± 1,4	-1,5% ± 33,9%
	C	17,6 ± 5,0	1,3 ± 1,7	8,5% ± 12,8%
	Toutes tailles	6,1 ± 5,1	0,1 ± 1,8	0,7% ± 32,5%

3.4. En prenant en compte la composition

Pour les urolithes d'oxalate de calcium, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée est de $0,1 \pm 1,2$ mm sur les images radiographiques, soit une surestimation de $24,9 \pm 88,9$ %. Elle est de $0,4 \pm 0,4$ mm sur les images échographiques, soit une surestimation de $8,1 \pm 10,3$ % (Figure 18 ; Tableau 4).

Pour les urolithes de struvite, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée est de $1,3 \pm 2,4$ mm sur les images radiographiques, soit une surestimation de $12,4 \pm 24,0$ %. Elle est de $-0,2 \pm 0,8$ mm sur les images échographiques, soit une sous-estimation de $2,4 \pm 21,9$ %.

Les urolithes d'urate ne sont pas visibles à la radiographie. Sur les images échographiques, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée est de $1,8 \pm 0,5$ mm, soit une surestimation de $47,9 \pm 23,2$ %.

Pour les urolithes de composition inconnue, la différence entre taille réelle et taille mesurée est de $-0,3 \pm 1,5$ mm sur les images radiographiques, soit une sous-estimation de $4,7 \pm 20,8$ %. Elle est de $-0,3 \pm 3,1$ mm sur les images échographiques, soit une sous-estimation de $19,9 \pm 41,8$ %.

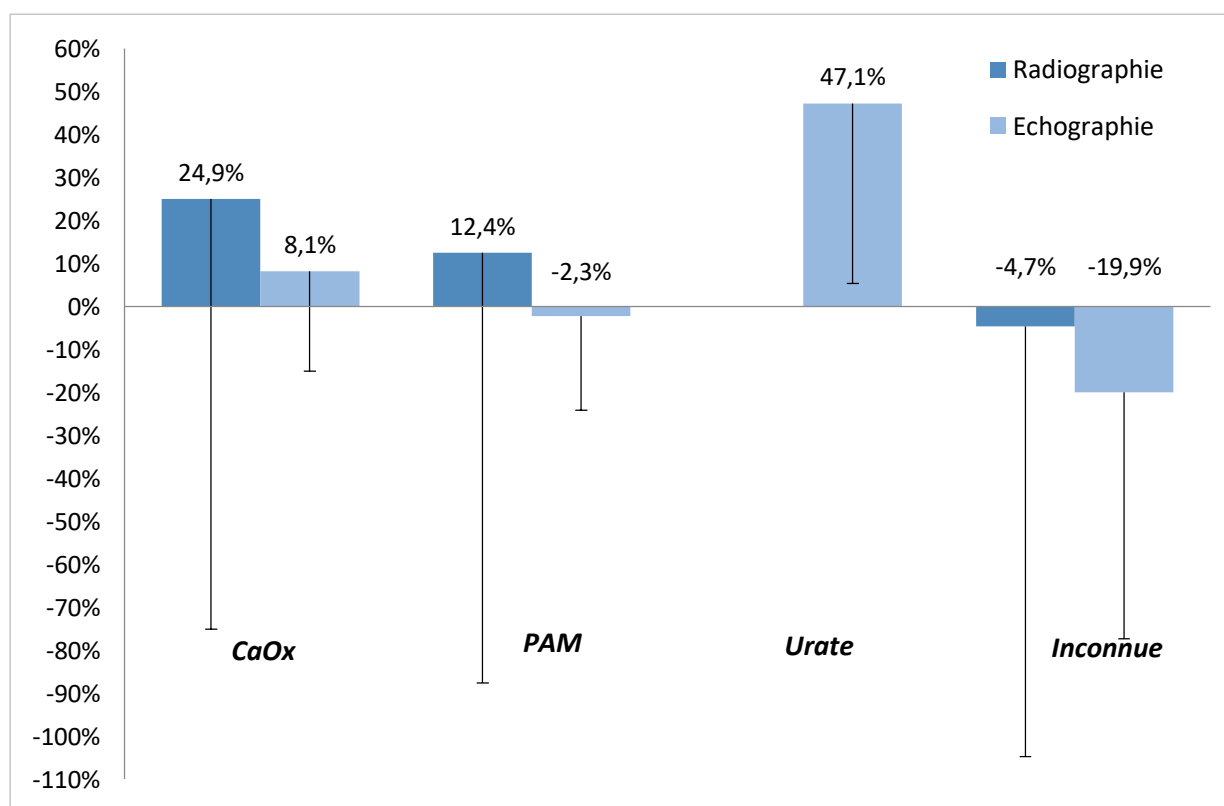


Figure 18 : Pourcentage de différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques en fonction de la composition

Tableau 4 : Différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques des urolithes de l'étude, en tenant compte de leur composition.

Techniques d'imagerie	Composition des lithiases	Taille estimée (mm)	Différence (mm)	Différence (%)
<i>Radiographie</i>	CaOx	3,7 ± 2,4	0,1 ± 1,2	24,9% ± 88,9%
	PAM	9,1 ± 8,4	1,3 ± 2,4	12,4% ± 24,0%
	Inconnu	7,3 ± 7,7	-0,3 ± 1,5	-4,7% ± 20,8%
	Tous types	6,1 ± 6,5	0,3 ± 1,8	13,8% ± 64,4%
<i>Echographie</i>	CaOx	5,6 ± 2,4	0,4 ± 0,4	8,1% ± 10,3%
	PAM	6,2 ± 5,9	-0,2 ± 0,8	-2,3% ± 21,9%
	Urate	5,9 ± 0,5	1,8 ± 0,5	47,1% ± 23,2%
	Inconnu	6,6 ± 6,2	-0,3 ± 3,1	-19,9% ± 41,8%
	Tous types	6,1 ± 5,1	0,1 ± 1,8	0,7% ± 32,5%

3.5. En prenant en compte la localisation

Pour les cystolithes, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée est de $0,5 \pm 2,0$ mm sur les images radiographiques, soit une surestimation de $21,2 \pm 73,6$ %. Elle est de $0,8 \pm 1,6$ mm sur les images échographiques, soit une surestimation de $14,7 \pm 24,2$ % (Figure 19 ; Tableau 5).

Pour les néphrolithes, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée est de $-0,1 \pm 0,8$ mm sur les images radiographiques, soit une sous-estimation de $4,5 \pm 18,8$ %. Elle est de $-2,0 \pm 0,4$ mm sur les images échographiques, soit une sous-estimation de $43,9 \pm 8,8$ %.

Pour les urétrolithes, la différence moyenne entre taille réelle et taille mesurée est de $-0,5 \pm 0,4$ mm sur les images radiographiques, soit une sous-estimation de $10,3 \pm 10,9$ %. Elle est de $0,2 \pm 0,3$ mm sur les images échographiques, soit une surestimation de $7,6 \pm 10,9$ %.

Aucune donnée concernant la mesure des urolithes urétraux à la radiographie n'a pu être recueillie dans notre étude. Pour le seul échantillon d'urétrolithe mesuré sur une échographie, la différence est de 1,6 mm, soit une surestimation de 41,0%.

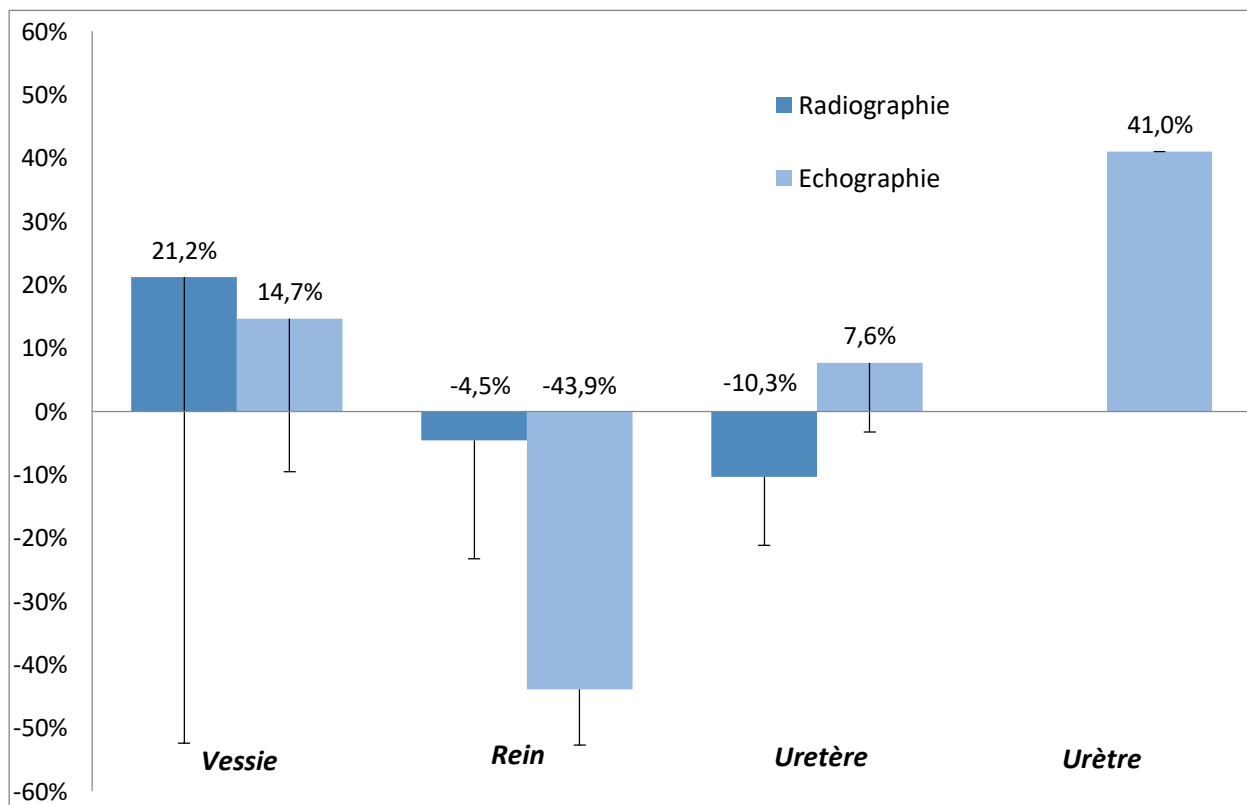


Figure 19 : Pourcentage de différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques en fonction de la localisation

Tableau 5 : Différence entre taille réelle et taille estimée sur les images radiographiques et échographiques des urolithes de l'étude, en tenant compte de la localisation dans le tractus urinaire

Techniques d'imagerie	Localisation	Taille estimée (mm)	Différence (mm)	Pourcentage de différence
Radiographie	Vessie	7,0 ± 7,4	0,5 ± 2,0	21,2% ± 73,6%
	Rein	3,6 ± 1,6	-0,1 ± 0,7	-4,5% ± 18,8%
	Uretère	3,4 ± 1,4	-0,5 ± 0,4	-10,3% ± 10,9%
	Toute localisation	6,1 ± 6,5	0,3 ± 1,8	13,8% ± 64,4%
Echographie	Vessie	8,0 ± 5,6	0,8 ± 1,6	14,7% ± 24,2%
	Urètre	5,5 ± 0,0	1,6 ± 0,0	41,0% ± 0,0%
	Rein	2,7 ± 1,0	-2,0 ± 0,4	-43,9% ± 8,8%
	Uretère	2,9 ± 0,5	0,2 ± 0,3	7,6% ± 10,9%
	Toute localisation	6,1 ± 5,1	0,1 ± 1,8	0,7% ± 32,5%

Quatrième partie : Discussion

1. INTERPRETATION DES RESULTATS

1.1. Tous urolithes confondus

La répétition des mesures sur les images radiographiques et échographiques a permis d'évaluer l'effet période sur l'estimation de la taille des urolithes. On obtient $p=0,88$ ce qui est nettement supérieur à 0,05. Les mesures sont donc reproductibles.

Etant donné la présence d'interactions avérées entre les techniques d'imagerie et les facteurs connus pris en compte dans l'étude, il n'est pas possible de tirer de conclusion d'ordre général sur une meilleure fiabilité d'une technique par rapport à l'autre.

La radiographie et l'échographie ont toutes deux tendance à surestimer la taille des urolithes.

1.2. En prenant en compte l'espèce

Lorsque qu'on sépare les urolithes provenant de chats de ceux provenant de chiens, les résultats obtenus sont différents pour les 2 espèces. En effet dans cette étude, l'erreur d'estimation de taille faite par la radiographie chez le chat est supérieure à celle faite par l'échographie. En revanche, l'erreur d'estimation de taille faite par la radiographie chez le chien est inférieure à celle faite par l'échographie.

Lorsqu'on étudie l'interaction entre l'espèce et la technique d'imagerie, on obtient $p=0,001$, ce qui est inférieur ou égal à 0,05. Il existe une interaction (intersection des droites, Figure 20) et donc une différence entre les techniques, et elle dépend de l'espèce. Le test de Tukey nous indique qu'il existe bien une différence entre la radiographie et l'échographie chez le chat. En revanche, aucune différence significative n'est observée chez le chien.

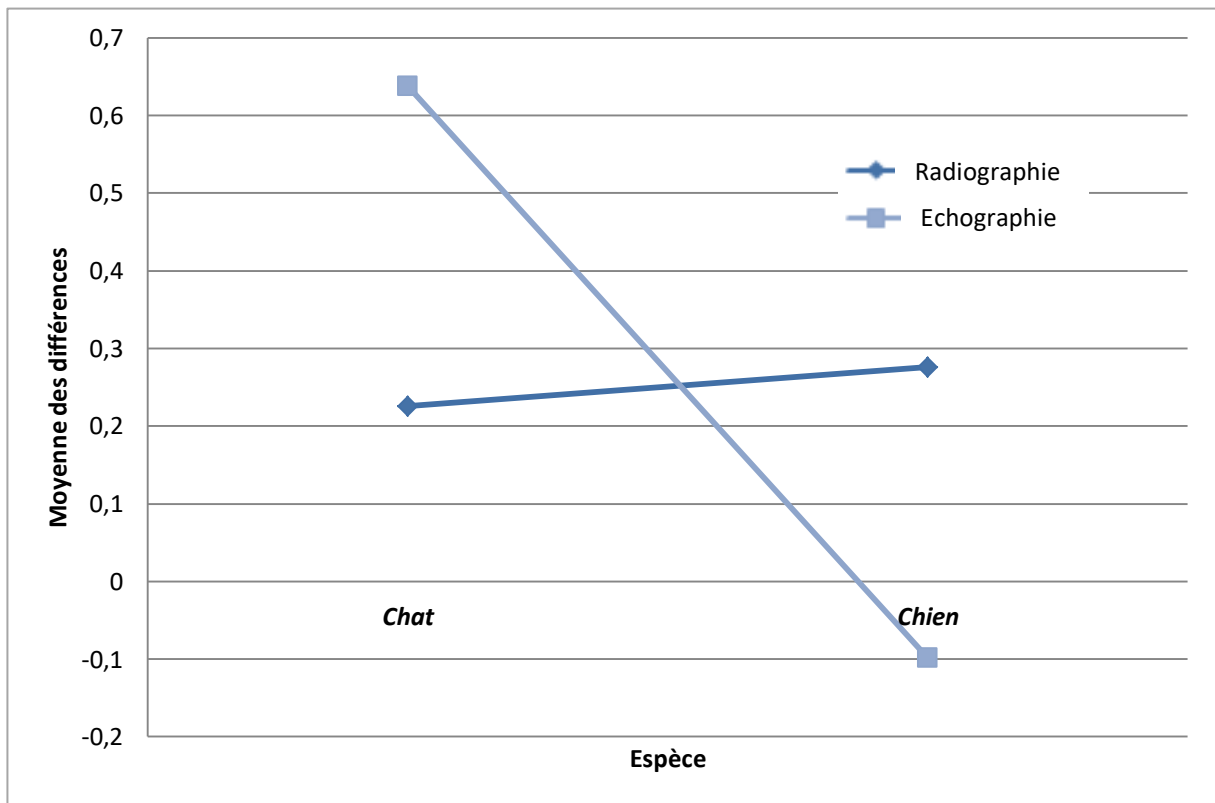


Figure 20 : Etude de l'interaction entre technique d'imagerie et espèce

Chez le chat, il est préférable d'utiliser l'échographie pour mesurer la taille des urolithes. Chez le chien, aucune des deux techniques n'est meilleure.

Cela peut s'expliquer par le fait que dans cette étude, les urolithes de chat étaient globalement de taille inférieure aux urolithes de chien. L'échographie, par le grossissement qu'elle permet, pourrait donc donner une meilleure précision dans la mesure.

1.3. En prenant en compte la catégorie de taille

Dans cette étude, l'erreur d'estimation de taille faite par la radiographie pour les urolithes de catégorie A est supérieure à celle faite par l'échographie. Pour les urolithes de catégorie B, l'erreur d'estimation de taille faite par la radiographie est inférieure à celle faite par l'échographie. Pour les urolithes de catégorie C, l'erreur d'estimation de taille faite par la radiographie est supérieure à celle faite par l'échographie.

Lorsqu'on étudie l'interaction entre la catégorie de taille et la technique d'imagerie, on obtient p supérieur à 0,05 (droites parallèles et confondues, Figure 21). De manière générale, il n'existe donc aucune différence entre les deux techniques, elles donnent la même estimation de taille et cela quelle que soit la catégorie de taille.

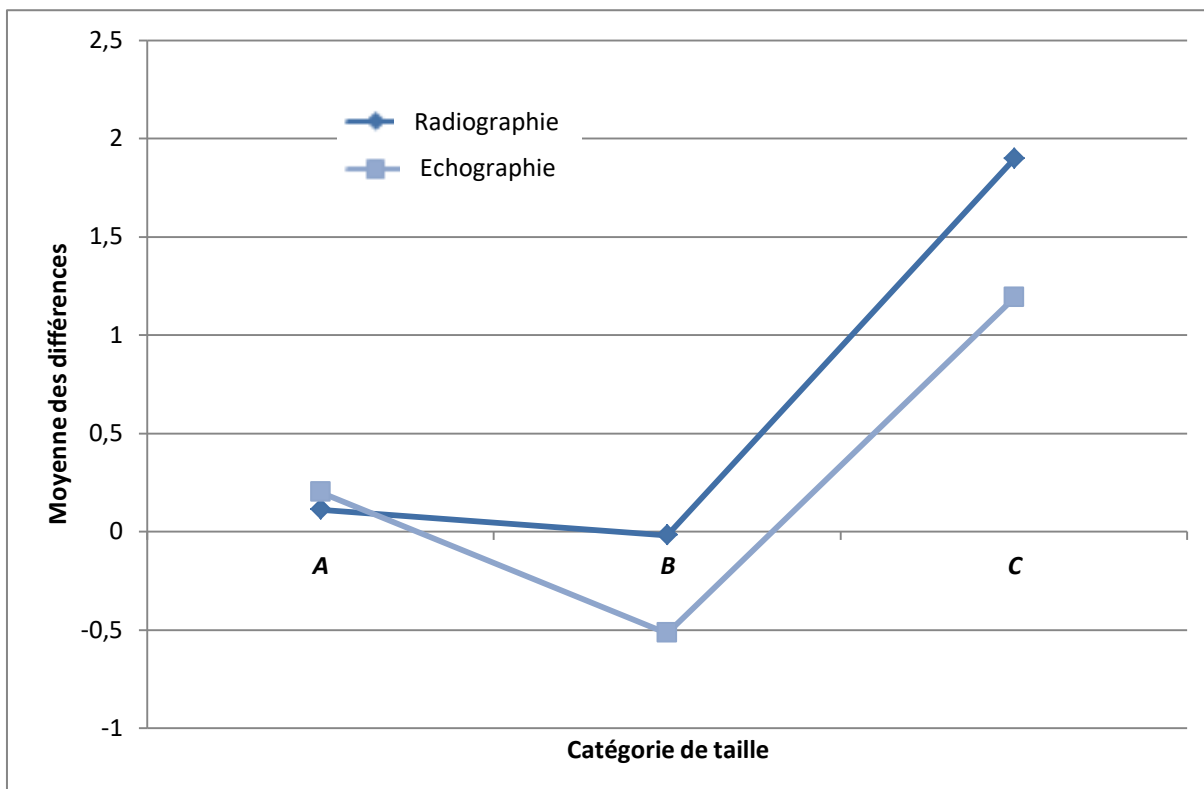


Figure 21 : Etude de l'interaction entre technique d'imagerie et catégorie de taille

L'erreur commise par les 2 techniques d'imagerie est plus importante pour les urolithes de catégorie C (taille supérieure ou égale à 10mm) que pour ceux de catégorie A et B (taille inférieure ou égale à 4,9mm et comprise entre 5mm et 9,9 mm respectivement).

L'absence de différence entre radiographie et échographie peut s'expliquer par une grande hétérogénéité des mesures, menant à de grands écart-types. Le choix de ne séparer les urolithes qu'en 2 catégories (taille inférieure ou supérieure à 10mm) sera judicieux lors d'une prochaine étude.

Dans l'étude de Byl et al. de 2010, l'erreur commise par l'échographie pour la mesure des urolithes de moins de 3mm était significativement supérieure à celle commise pour les urolithes de plus de 3 mm. Aucune différence significative n'était observée pour les autres techniques. Cependant, l'analyse statistique de leurs données ne précise pas la prise en compte des interactions.

1.4. En prenant en compte la composition

Dans cette étude, l'erreur d'estimation de taille faite par la radiographie est supérieure à celle faite par l'échographie pour les urolithes de struvite et d'oxalate de calcium. Pour les urolithes d'urate, l'échographie est la seule technique disponible. Ces derniers ne sont donc pas inclus dans le test statistique.

Lorsqu'on étudie l'interaction entre la composition et la technique d'imagerie, on obtient $p=0,001$, ce qui est inférieur ou égal à 0,05 (intersection des droites sur le graphique, Figure 22). Il existe une interaction, et donc une différence entre les techniques, et elle dépend de la composition. Le test de Tukey nous indique que cette différence entre la radiographie et l'échographie existe pour les urolithes de struvite.

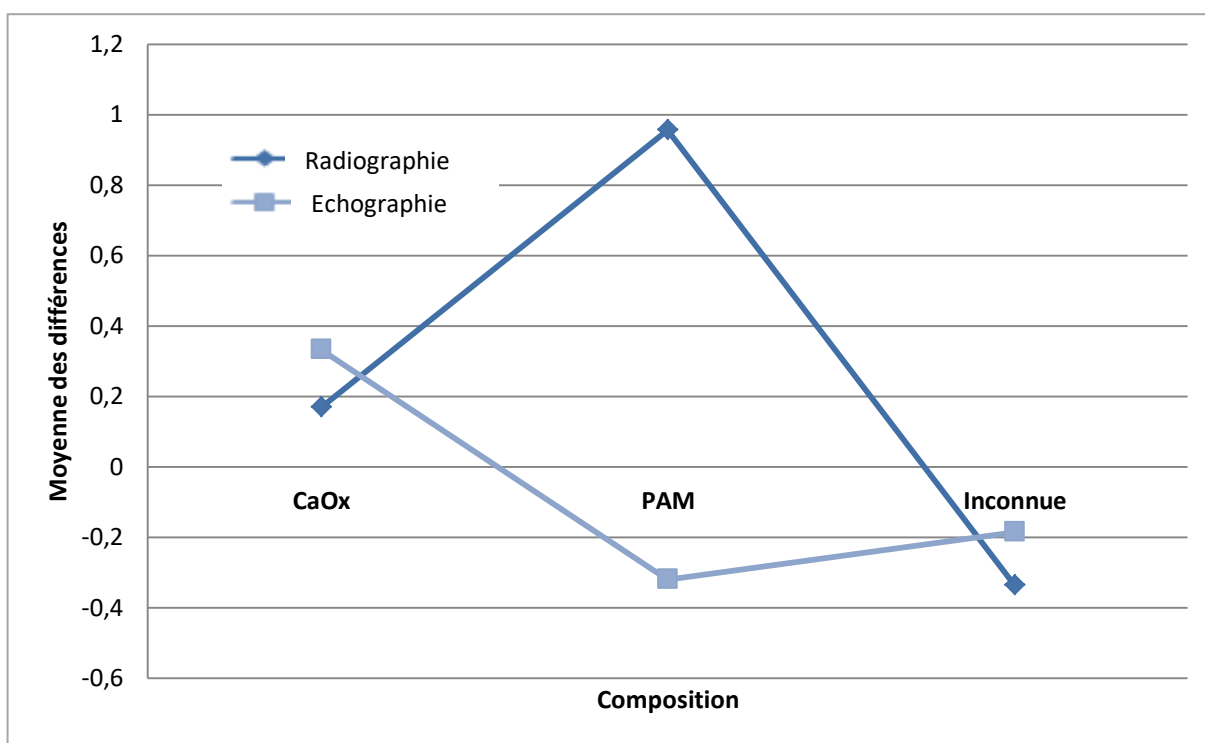


Figure 22 : Étude de l'interaction entre technique d'imagerie et composition des urolithes

Il est préférable d'utiliser l'échographie pour mesurer la taille des urolithes de struvite. En revanche, il n'existe aucune différence significative pour les urolithes d'autre composition.

Dans l'étude de Byl et al. de 2010, aucune interprétation tenant compte de la composition des urolithes n'a été proposée.

1.5. En prenant en compte la localisation

Aucune interprétation ne sera donnée concernant les urétrolithes puisque ce groupe n'est constitué que d'un échantillon.

Dans cette étude, l'erreur d'estimation de taille faite par la radiographie est inférieure à celle faite par l'échographie pour les néphrolithes. Au contraire, pour les cystolithes et les urétérolithes, l'erreur d'estimation de taille faite par la radiographie est supérieure à celle faite par l'échographie.

Etant donné un nombre de valeurs insuffisants, l'interaction entre localisation et technique d'imagerie n'est pas estimable.

On suppose que la différence est identique d'une technique à l'autre, et quelle que soit la localisation. On peut alors étudier l'effet simple (Figure 23). Le test de Tukey nous indique que l'erreur commise lors de la mesure de néphrolithes est significativement différente de celle commise lors de la mesure de cystolithes. La taille des néphrolithes est significativement plus sous-estimée que la taille des cystolithes n'est surestimée.

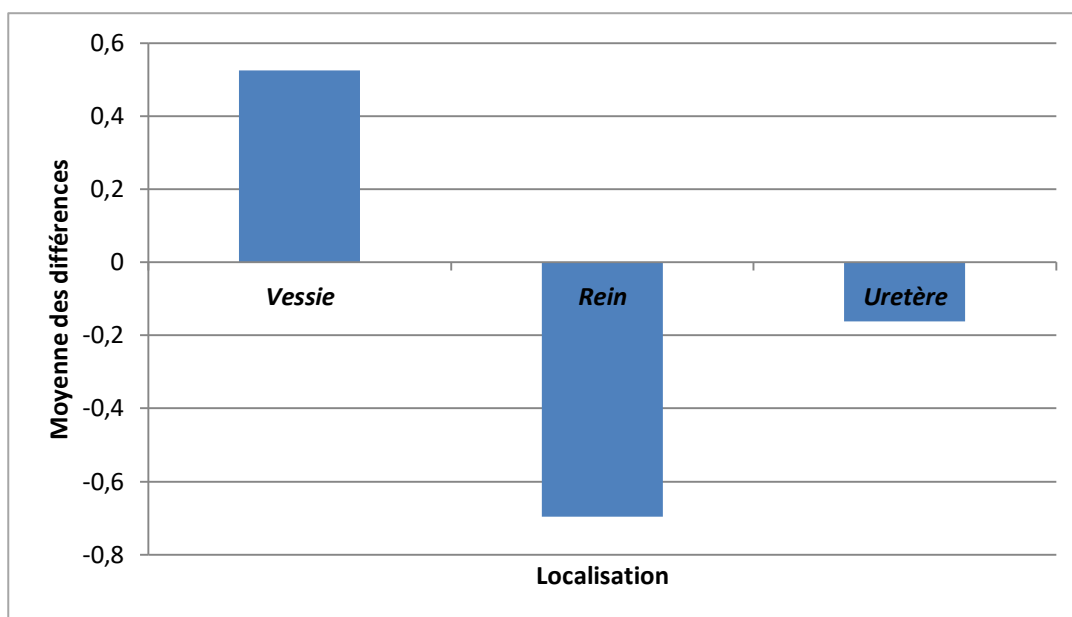


Figure 23 : Etude de l'effet simple de la localisation sur la précision des mesures (radiographie et échographie confondues)

Malgré les tendances observées grâce à notre étude, la radiographie est l'examen complémentaire de première intention lors de suspicion de lithiase urinaire notamment en post opératoire, afin de vérifier si tous les urolithes ont bien été extraits. L'échographie serait donc à recommander dans les cas précités et dans les cas où la mesure la plus précise possible est nécessaire à la prise en charge du patient.

2. BIAIS DANS L'ETUDE

2.1. Liés à la méthode d'analyse des données

Parmi les sujets de cette étude menée *in vivo*, un grand nombre d'entre eux possédaient plusieurs urolithes dans leur tractus urinaire (plusieurs cystolithes, ou un cystolithe et un urétrolithe par exemple). Dans ces cas, il était difficile d'identifier formellement chaque urolithe sur les images radiographiques et échographiques et une fois extraits de l'animal. Par conséquent, le choix a été fait de considérer que l'urolithe dont la taille réelle s'approchait le plus de la taille mesurée sur les images radiographiques et échographiques correspondait à cet urolithe. Ce choix a pour effet de minimiser l'erreur de mesure liée à la technique d'imagerie.

Pour éviter de créer autant de biais avec ce choix, nous aurions pu choisir de n'exploiter que l'urolithe de plus grande taille par exemple lors d'urolithes multiples, de n'exploiter que les cas possédant un seul urolithe ou des urolithes avec une localisation telle qu'il aurait été possible de les identifier formellement lors de leur extraction. Cependant, un tel tri aurait eu pour effet de limiter drastiquement le nombre de cas de l'étude. Une durée d'acquisition des données plus longue permettrait un tel tri tout en conservant un nombre de cas suffisant pour l'étude statistique.

Dans le cas d'urolithe unique, la difficulté de correspondance entre images médicales et réalité résidait dans le fait de savoir quel côté était mesuré sur les images radiographiques et échographiques et auquel il correspondait sur les urolithes une fois extraits. Un choix similaire au précédent a été effectué : le plus grand côté mesuré sur les images médicales correspond au plus grand côté réel. Le plus grand côté était alors défini comme taille de l'urolithe et incluse dans l'étude. Cela crée un biais dont l'orientation est inconnu.

La mesure de chaque urolithe sur chaque image radiographique et échographique a été effectuée 3 fois de manière indépendante. A partir de ces trois mesures propres à chaque image, le choix a été fait de sélectionner la médiane de ces trois valeurs comme taille mesurée, afin d'éliminer les valeurs aberrantes liées à l'expérimentation.

Un nombre de cas plus grand, notamment en échographie, permettrait une meilleure analyse statistique. Une nouvelle étude reprenant les données de ce manuscrit et incluant de nouvelles données serait souhaitable.

2.2. Liés aux conditions expérimentales

Dans cette étude, les animaux étaient d'espèce (chien, chat) et de races (surtout pour les chiens : du yorkshire au labrador) variées, donnant des individus très hétérogènes dans leurs caractéristiques intrinsèques. Nous avons fait le choix de séparer les chiens et les chats, mais une autre possibilité aurait pu être de séparer les animaux, quelle qu'en soit l'espèce en fonction de leur gabarit, en lien avec le choix du matériel d'imagerie (constantes radiographiques, choix de la sonde d'échographie).

Les animaux étant vivants et la plupart du temps vigiles, la prise d'images radiographiques et échographiques est plus compliquée que sur un modèle statique. L'opérateur doit agir plus rapidement. De plus, la présence d'autres organes autour du tractus urinaire (notamment le colon) et le degré de remplissage vésical peuvent influencer sur la qualité des images. Ces éléments inhérents au vivant ont pu causer des approximations lors de cette étude.

Dans cette étude, toutes les mesures sur les images radiographiques et échographiques ont été réalisées par un même opérateur. Le choix de sélectionner plusieurs opérateurs de niveau de compétence différent (par exemple un étudiant, un résident et un sénior) aurait permis de tenir compte de l'influence de l'expérience sur la mesure des urolithes. Cependant, ces mesures d'urolithes étant objectives, il est raisonnable de penser que cet effet est moindre ici que dans une étude portant sur des critères subjectifs (comme par exemple, le degré d'hétérogénéité d'un organe).

2.3. Inhérent à l'imagerie médicale

L'observation des images échographiques a mis en évidence l'existence d'artéfacts propres à cette méthode. En effet, chaque urolithe était à l'origine de la formation d'un cône d'ombre (Figure 24). Cependant, nous n'avons pu relier le cône d'ombre à une difficulté particulière de mesure de l'urolithe.

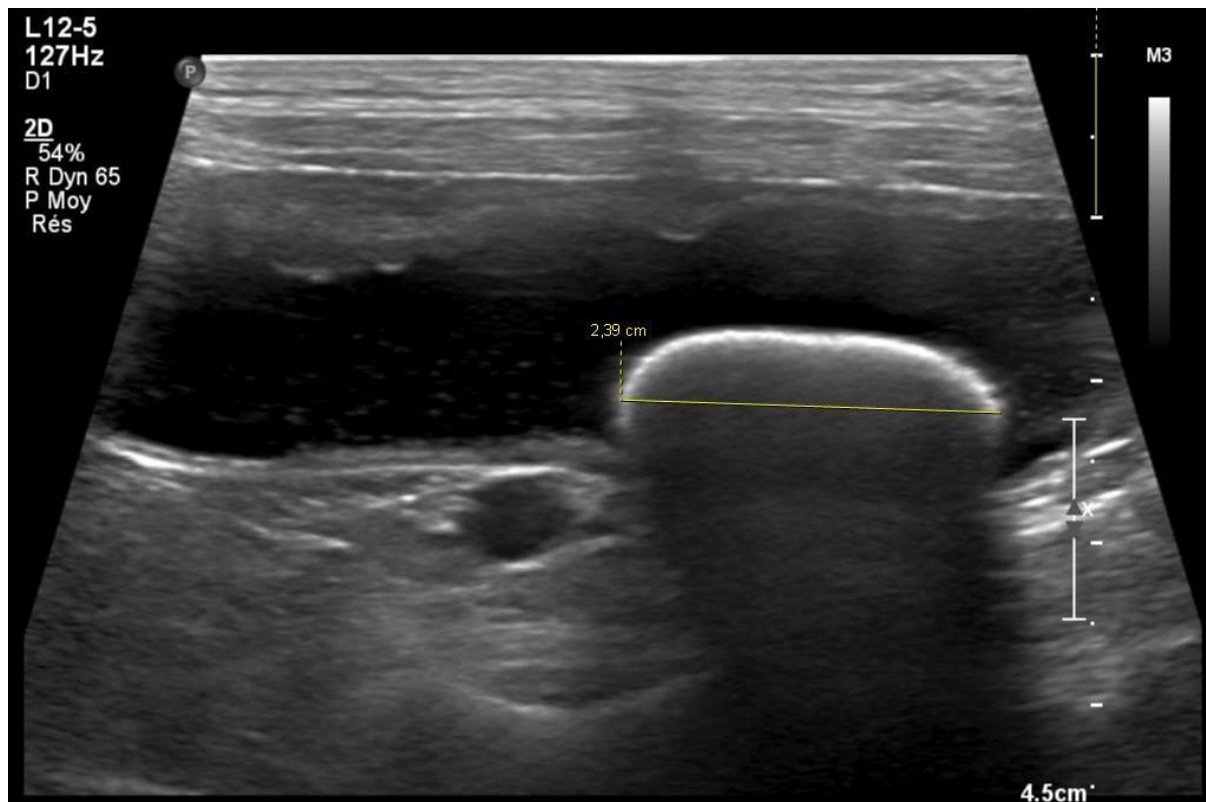


Figure 24 : Cône d'ombre sous un cystolithe

Dans le cas d'urolithes multiples, il était difficile d'individualiser chaque urolithe sur les images radiographiques et échographiques, certains étant très proches (Figure 25). Ce phénomène, appelé résolution latérale, a été une limite dans la mesure précise de la taille des urolithes, en rendant difficile la délimitation de leurs bords.

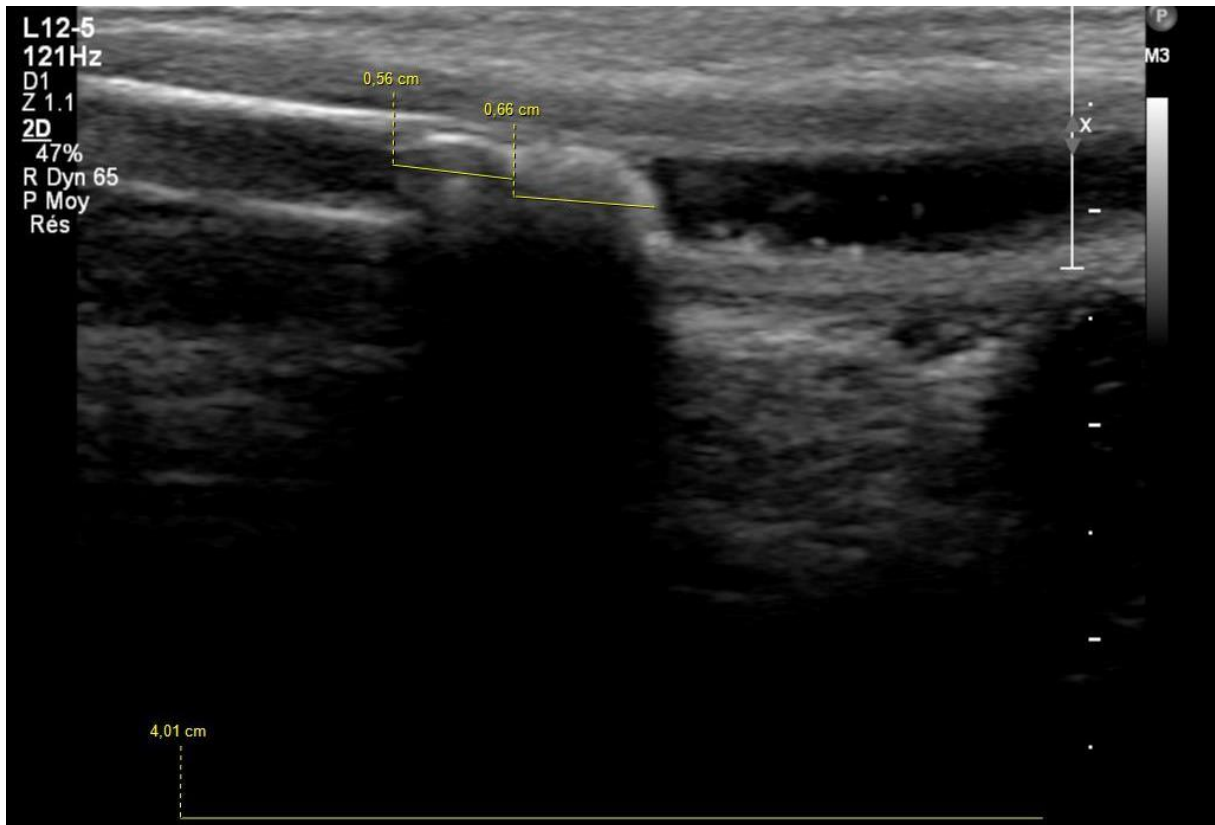


Figure 25 : Limite de la résolution latérale lors de la mesure de deux urétrolithes

Un contour irrégulier de l'urolithe notamment dans le cas d'oxalate de calcium est à l'origine de contours « flous » sur les images échographiques (Figure 26), ce qui rend également la mesure moins précise.



Figure 26 : Contours flous de deux cystolithes

Cependant, contrairement à l'étude de Byl et al. de 2010, nous n'avons pas observé l'artéfact du lobe moyen (ligne hyperéchogène partant de l'extrémité proximale de l'urolithe, due à la mauvaise interprétation par l'appareil d'ondes provenant du faisceau latéral secondaire d'ultrasons). En cas de cystolithe, aucun artéfact particulier n'a été observé en lien avec la paroi de la vessie, contrairement à ce qui a été observé avec le modèle de vessie en ballon.

Conclusion

La radiographie et l'échographie font partis des examens complémentaires de choix dans la démarche diagnostique des lithiases urinaires. Elles permettent la localisation des urolithes et leur mesure, de plus en plus importante avec le développement des traitements micro-invasifs. La détermination de la fiabilité de ces deux techniques d'imagerie médicale devrait permettre de choisir celle à privilégier pour réaliser des mesures des urolithes.

Cependant, jusqu'à présent aucune étude en médecine vétérinaire *in vivo* n'a vérifié que les mesures étaient fiables ni laquelle des deux méthodes radiographique et échographique était la plus fiable. C'est ce que la présente étude s'est employée à faire en recueillant les informations de patients traités à l'ENVT pendant une période de 2 ans. La radiographie et l'échographie ont tendance à surestimer la taille des urolithes, mais étant donné la variabilité des individus inclus dans l'étude, aucun choix tranché entre ces deux techniques ne peut être fait.

En revanche, le choix de cette technique dépend de l'espèce : chez le chat, il est préférable d'utiliser l'échographie pour mesurer les urolithes. Il dépend également de la composition de l'urolithe, il est préférable d'utiliser l'échographie pour mesurer les urolithes de struvite. Enfin, la fiabilité des mesures quelle que soit la technique est moins bonne lorsqu'il s'agit de néphrolithes que de cystolithes.

Il convient de garder à l'esprit que cette étude a été menée sur un échantillon d'animaux très hétérogène et que les conditions propres au vivant nous ont contraint à faire des choix arbitraires menant à des biais. Elle ouvre la voie à de futures investigations, dans le but de confirmer ou d'infirmer ces résultats et de tirer de nouvelles informations d'un échantillon plus grand et constitué avec plus d'exigence.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

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

Je soussigné, Fabrice CONCHOU, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Charlotte LAPERE** intitulée « **Comparaison des mesures d'urolithiases en radiographie versus échographie chez les carnivores domestiques** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 8 juin 2017
Docteur Fabrice CONCHOU
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



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



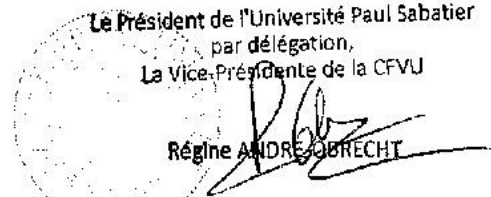
Vu :
Le Président du jury :
Professeur Isabelle BERRY



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

Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation,
La Vice-Présidente de la CFVU

Régine ANDRE-OBRECHT



Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.

Bibliographie

ADAMS, L., 2009. Canine Ureteral and Lower Urinary Tract Diseases. In : *In: Ettinger SJ, Feldman EC, eds. Textbook of Veterinary Internal Medicine. 7th ed. Elsevier Saunders.*

ALBASAN, H., OSBORNE, C., LULICH, J., LEKCHAROENSUK, C., KOEHLER, L., ULRICH, L. et SWANSON, L.L., 2009. Rate and frequency of recurrence of uroliths after an initial ammonium urate, calcium oxalate, or struvite urolith in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 15 décembre 2009. Vol. 235, n° 12, pp. 1450-1455. DOI 10.2460/javma.235.12.1450.

BERENT, A., 2016. Advances in Urinary Tract Endoscopy. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. janvier 2016. Vol. 46, n° 1, pp. 113-135.

BYL, K., KRUGER, J., KINNS, J., NELSON, N., HAUPTMAN, J. et JOHNSON, C., 2010. In vitro comparison of plain radiography, double-contrast cystography, ultrasonography, and computed tomography for estimation of cystolith size. *American Journal of Veterinary Research*. mars 2010. Vol. 71, n° 3, pp. 374-380.

CANNON, A., WESTROPP, J., RUBY, A. et KASS, P., 2007. Evaluation of trends in urolith composition in cats: 5,230 cases (1985–2004). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 août 2007. Vol. 231, n° 4, pp. 570-576.

GERBER, B., BORETTI, F., KLEY, S., LALUHA, P., MÜLLER, C., SIEBER, N., UNTERER, S., WENGER, M., FLÜCKIGER, M., GLAUS, T. et REUSCH, C., 2005. Evaluation of clinical signs and causes of lower urinary tract disease in European cats. *Journal of Small Animal Practice*. 1 décembre 2005. Vol. 46, n° 12, pp. 571-577.

HERNANDEZ, 2010. Calculs de la vessie (urolithiase, lithiase urinaire vésicale) chez le chien. [en ligne]. 2010. [Consulté le 4 avril 2017]. Disponible à l'adresse : http://www.fregis.com/infos_sante_pathologie_chien_detail.php?entree=&mod=patho&id=99

HESSE, A., 1990. Canine urolithiasis: epidemiology and analysis of urinary calculi. *Journal of Small Animal Practice*. 1 décembre 1990. Vol. 31, n° 12, pp. 599-604.

JACKSON, O., 1971. The treatment and subsequent prevention of struvite urolithiasis in cats*. *Journal of Small Animal Practice*. 1 octobre 1971. Vol. 12, n° 10, pp. 555-568.

LOW, W., UHL, J., KASS, P., RUBY, A. et WESTROPP, J., 2010. Evaluation of trends in urolith composition and characteristics of dogs with urolithiasis: 25,499 cases (1985–2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 15 janvier 2010. Vol. 236, n° 2, pp. 193-200.

LULICH, J., BERENT, A., ADAMS, L., WESTROPP, J., BARTGES, J. et OSBORNE, C., 2016. ACVIM Small Animal Consensus Recommendations on the Treatment and Prevention of Uroliths in Dogs and Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2016. Vol. 30, n° 5, pp. 1564-1574.

NEPHROVET, 2014. En images: Cristaux d'urates chez un Dalmatien. [en ligne]. 2014. [Consulté le 4 avril 2017]. Disponible à l'adresse : <http://nephrovecx.cluster005.ovh.net/2014/04/07/en-images-cristaux-durates-chez-un/>

OSBORNE, C., LULICH, J., KRUGER, J., ULRICH, L. et KOEHLER, L., 2009. Analysis of 451,891 Canine Uroliths, Feline Uroliths, and Feline Urethral Plugs from 1981 to 2007: Perspectives from the Minnesota Urolith Center. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2009. Vol. 39, n° 1, pp. 183-197.

OSBORNE, Carl A., KRUGER, John M., JOHNSTON, Gary R. et POLZIN, David J., 1986. Dissolution of Canine Ammonium Urate Uroliths. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. mars 1986. Vol. 16, n° 2, pp. 375-388.

OSBORNE, Carl A., LULICH, Jody P., POLZIN, David J., ALLEN, Timothy A., KRUGER, John M., BARTGES, Joseph W., KOEHLER, Lori A., ULRICH, Lisa K., BIRD, Kathleen A. et SWANSON, Laura L., 1999. Medical Dissolution and Prevention of Canine Struvite Urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 1999. Vol. 29, n° 1, pp. 73-111.

PALMA, D., LANGSTON, C., GISSELMAN, K. et MCCUE, J., 2013. *Canine Struvite Urolithiasis* [en ligne]. 2013. Compendium: Continuing Education for Veterinarians. Disponible à l'adresse : vetlearn.com

WEICHSELBAUM, R., FEENEY, D., JESSEN, C., OSBORNE, C., DREYTSER, V. et HOLTE, J., 1999. Urocystolith Detection: Comparison of Survey, Contrast Radiographic and Ultrasonographic Techniques in an in Vitro Bladder Phantom. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 1999. Vol. 40, n° 4, pp. 386-400.

WEICHSELBAUM, R., FEENEY, D., JESSEN, C., OSBORNE, C., DREYTSER, V. et HOLTE, J., 2000. Relevance of Sonographic Artifacts Observed During in Vitro Characterization of Urocystolith Mineral Composition. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 1 septembre 2000. Vol. 41, n° 5, pp. 438-446.

WESTROPP, J., 2009. Lower Urinary Tract Disorders in Cats. In : *In: Ettinger SJ, Feldman EC, eds. Textbook of Veterinary Internal Medicine*. 7th ed. Elsevier Saunders.

Annexe 1: Tableaux de recueil des données (A) et de calcul des différences absolues et relatives (B)

(A)

Nom	Espèce	Race	Age	Sexe	Taille calculs extraits	Technique d'extraction	Date d'extraction	Alimentation	Taille calculs radio	Taille calculs radio (2)	Taille calculs radio (3)	Taille calculs écho	Taille calculs écho (2)	Taille calculs écho (3)	Composition
Darling	Chien	Shitzu	Née le 03/2008	FS	1. 10,6 x 11,7 x 10,3mm 2. 8,8 x 9,7 x 9,2mm 3. 9 x 9,4 x 5,3mm	cystotomie	16/11/2015	Eukanuba delicare hypoallergénique	1. 11,6 x 10,4 mm 2. 10,0 x 10,2 x 9,9 mm 3. 8,9 x 9,3 x 9,5 mm	1. 11,3 x 10,4 mm 2. 10,2 x 9,7 mm 3. 9,6 x 9,1 mm	1. 11,6 x 9,8 mm 2. 9,7 x 9,7 mm 3. 9,4 x 9,0 mm	1. 12,1 mm 2. 9,4 mm 3. 9,3 mm	1. 11,3 mm 2. 9,2 mm 3. 8,9 mm	1. 10,5 mm 2. 9,1 mm 3. 8,6 mm	Foyer: 80% PAM + 20% urate Calcul: 100% PAM
Lucky	Chien	Dalmatien	Né le 28/03/2015	MC	1. 8,5 x 7,7 x 4,3 mm	Cystotomie	27/01/2017	Proplan	1. 8,1 mm	1. 8,2 mm	1. 8,2 mm	1. 9,5 mm	1. 8,3 mm	1. 8,2 mm	NC
Libellule	Chat	Domestic shorthair	Née le 01/05/2006	FS	1. 1,8 x 3,6 x 4,4mm	urétrostomie	18/03/2016	Purina one	1. 4,9 x 3,3 mm	1. 4,8 x 3,9 mm	1. 4,7 x 4,0 mm	Out du 12/02/16 1. 5,5mm	1. 5,3 mm	1. 4,4 mm	Surface: 100% CaOx monohydrate Calcul: 100% urate d'ammonium Centre: 70% urate d'ammonium + 30% PAM

(B)

Nom	Espèce	Localisation	Catégorie de taille	N° lithiase	Taille réelle (mm)		RX 1 (mm)		RX 2 (mm)		RX 3 (mm)		Taille estimée RX	Taille estimée - taille réelle RX	Pourcentage de différence RX	US 1	US 2	US 3	Taille estimée US	T. e. - T. r. US	% de différence US	Compo majoritaire
					Longueur	Largeur	Longueur	Largeur	Longueur	Largeur	Longueur	Largeur										
Darling	chien	vessie	C	1.	11,7	10,6	11,6	10,4	11,3	10,4	11,6	9,8	11,5	-0,2	-1,7%	12,1	11,3	10,5	11,3	-0,4	-3,4%	struvite
	chien	vessie	B	2.	9,7	9,2	10,2	10	10,2	9,7	9,7	10,0	0,3	3,4%	9,4	9,2	9,1	9,2	-0,5	-4,8%	struvite	
	chien	vessie	B	3.	9,4	9	9,5	9,3	9,6	9,1	9,4	9	9,5	0,1	1,1%	9,3	8,9	8,6	8,9	-0,5	-5,0%	struvite
Lucky	chien	vessie	B	1.	8,5	8,1	8,1	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	-0,3	-3,9%	9,5	8,3	8,2	8,7	0,2	2,0%	CaOx
Libellule	chat	vessie	A	1.	4,4	3,6	4,9	3,3	4,8	3,9	4,7	4	4,7	0,3	6,8%	5,5	5,3	4,4	5,1	0,7	15,2%	CaOx

Annexe 2 : Table utilisée pour l'analyse statistique

N° lithiase	Espèce	Localisation	Catégorie de taille	Composition	Taille réelle (longueur, en mm)	Technique d'imagerie	Période	Différence
1	chien	vessie	C	PAM	11,7	radiographie	1	-0,1
1	chien	vessie	C	PAM	11,7	radiographie	2	-0,4
1	chien	vessie	C	PAM	11,7	radiographie	3	-0,1
1	chien	vessie	C	PAM	11,7	échographie	1	0,4
1	chien	vessie	C	PAM	11,7	échographie	2	-0,4
1	chien	vessie	C	PAM	11,7	échographie	3	-1,2
2	chien	vessie	B	PAM	9,7	radiographie	1	0,5
2	chien	vessie	B	PAM	9,7	radiographie	2	0,5
2	chien	vessie	B	PAM	9,7	radiographie	3	0
2	chien	vessie	B	PAM	9,7	échographie	1	-0,3
2	chien	vessie	B	PAM	9,7	échographie	2	-0,5
2	chien	vessie	B	PAM	9,7	échographie	3	-0,6
3	chien	vessie	B	PAM	9,4	radiographie	1	0,1
3	chien	vessie	B	PAM	9,4	radiographie	2	0,2
3	chien	vessie	B	PAM	9,4	radiographie	3	0
3	chien	vessie	B	PAM	9,4	échographie	1	-0,1
3	chien	vessie	B	PAM	9,4	échographie	2	-0,5
3	chien	vessie	B	PAM	9,4	échographie	3	-0,8
47	chien	vessie	B	CaOx	8,5	échographie	1	1
47	chien	vessie	B	CaOx	8,5	échographie	2	-0,2
47	chien	vessie	B	CaOx	8,5	échographie	3	-0,3
47	chien	vessie	B	CaOx	8,5	radiographie	1	-0,4
47	chien	vessie	B	CaOx	8,5	radiographie	2	-0,3
47	chien	vessie	B	CaOx	8,5	radiographie	3	-0,3
78	chat	vessie	A	CaOx	4,4	radiographie	1	0,5
78	chat	vessie	A	CaOx	4,4	radiographie	2	0,4
78	chat	vessie	A	CaOx	4,4	radiographie	3	0,3
78	chat	vessie	A	CaOx	4,4	échographie	1	1,1
78	chat	vessie	A	CaOx	4,4	échographie	2	0,9
78	chat	vessie	A	CaOx	4,4	échographie	3	0

Annexe 3 : Feuille d'analyse de composition du Minnesota

Report of Quantitative Analysis of Urolith (Approximate Percentages)

Chemical	Nidus	Stone	Shell	Surface
Magnesium Ammonium Phosphate (Struvite)	80	100		
Magnesium Hydrogen Phosphate Trihydrate (Newberyite)				
Calcium Phosphate Carbonate Form				
Calcium Phosphate Apatite Form				
Calcium Hydrogen Phosphate Dihydrate (Brushite)				
Calcium Oxalate Monohydrate				
Calcium Oxalate Dihydrate				
Ammonium Urate	20			
Sodium Urate				
Uric Acid				
Salt(s) of Uric Acid				
Xanthine				
Cystine				
Silica				
Potassium Magnesium Pyrophosphate				
Calcium Carbonate				
Miscellaneous Material				
Magnesium Calcium Phosphate Apatite Form				
Magnesium Calcium Phosphate Carbonate Form				
Drug Metabolite				
Other Material:				
Totals	100	100	0	0

Comments

Specimen consists of 3 intact urolith(s). The sample was submitted dry.
 A BAND WITHIN THE STONE LAYER IS COMPOSED OF: 90% STRUVITE AND 10% AMMONIUM URATE.
 Please refer to the following recommendations for information specific to this urolith type.

AUTEUR : LAPERE Charlotte

TITRE : Comparaison des mesures d'urolithiases en radiographie versus échographie chez les carnivores domestiques.

DIRECTEUR DE THESE : CONCHOU Fabrice

LIEU ET DATE DE SOUTENANCE : Toulouse, juin 2017

RESUME : L'imagerie médicale joue un rôle majeur dans le diagnostic des lithiases urinaires en médecine vétérinaire, permettant l'identification, la localisation et la mesure des urolithes. Avec le développement des techniques d'extraction minimalement invasives, cette dernière est de plus en plus importante. L'erreur de mesure commise par l'imagerie n'a jamais été estimée *in vivo* en médecine vétérinaire. Cette étude rétrospective a été menée sur les chiens et chats ayant été pris en charge pour les lithiases urinaires à l'ENVT entre 2015 et 2017. Les résultats montrent une surestimation de la taille des urolithes quelle que soit la technique utilisée. En revanche, l'échographie donne une mesure plus fiable que la radiographie dans le cas des urolithes de chat ou de struvite. Une étude ultérieure incluant d'avantage de cas et comprenant des groupes plus homogènes permettrait de confirmer ces tendances et d'en préciser d'autres.

MOTS-CLES : urolithe, chien, chat, taille, radiographie, échographie, imagerie, *in vivo*

TITLE : *In vivo* comparison of radiography and ultrasonography for estimation of urolith size. Assessment of dog's and cat's urolith size using X-ray and ultrasound.

SUMMARY : In veterinary medicine, imaging is fundamental in urinary lithiasis diagnosis, permitting to identify, locate and estimate urolith size. This measurement is even more important than minimally invasive methods are improving. The resulting measurement mistake has never been evaluated in *in vivo* condition in veterinary medicine. This retrospective study has been carried out on dogs and cats admitted at ENVV for urinary disease between 2015 and 2017. Results put in relief an overestimation of size for both methods. However ultrasound provides a better size estimation for cat uroliths and struvite urolith. Further study is needed, taking account more animals and creating more homogenous groups, to confirm the trend and to bring out new ones.

KEY WORDS : urolith, dog, cat, size, x-ray, ultrasound, imaging, *in vivo*