

Année 2006

**LES LITHIASES DU HAUT APPAREIL URINAIRE
CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT**

THESE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

le.....

par

Marion, Françoise STEIGER

Née le 29 août 1977 à Paris 15^{ème} (Seine)

JURY

Président : M.

Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL

Membres

Directeur : Mme C. MAUREY-GUENEC

Maître de conférences à l'ENVA

Assesseur : Mme V. VIATEAU-DUVAL

Maître de conférences à l'ENVA

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur COTARD Jean-Pierre

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles

Professeurs honoraires: MM. BORDET Roger, BUSSIERAS Jean, LE BARS Henri, MILHAUD Guy, ROZIER Jacques, THERET Marcel

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

Chef du département : M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur - Adjoint : M. DEGUEURCE Christophe, Professeur

-UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur* M. DEGUEURCE Christophe, Professeur Mlle ROBERT Céline, Maître de conférences M. CHATEAU Henri, AERC	- UNITE D'HISTOLOGIE , ANATOMIE PATHOLOGIQUE M. CRESPEAU François, Professeur * M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur Mme BERNEX Florence, Maître de conférences Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences
-UNITE DE PATHOLOGIE GENERALE , MICROBIOLOGIE, IMMUNOLOGIE Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur* M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur	- UNITE DE VIROLOGIE M. ELOIT Marc, Professeur * Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences
-UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE M. BRUGERE Henri, Professeur * Mme COMBRISON Hélène, Professeur M. TIRET Laurent, Maître de conférences	-DISCIPLINE : PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES M. MOUTHON Gilbert, Professeur
-UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur * M. TISSIER Renaud, Maître de conférences M. PERROT Sébastien, Maître de conférences	-DISCIPLINE : GENETIQUE MEDICALE ET CLINIQUE Melle ABITBOL Marie, Maître de conférences contractuel
-DISCIPLINE : BIOCHIMIE M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences	-DISCIPLINE : ETHOLOGIE M. DEPUTTE Bertrand, Professeur
	-DISCIPLINE : ANGLAIS Mme CONAN Muriel, Ingénieur Professeur agrégé certifié

DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

Chef du département : M. FAYOLLE Pascal, Professeur - Adjoint : M. POUCHOLON Jean-Louis , Professeur

-UNITE DE MEDECINE M. POUCHOLON Jean-Louis, Professeur* Mme CHETBOUL Valérie, Professeur M. BLOT Stéphane, Maître de conférences M. ROSENBERG Charles, Maître de conférences Melle MAUREY Christelle, Maître de conférences contractuel	- UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE M. FAYOLLE Pascal, Professeur * M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences M. MOISSONNIER Pierre, Professeur Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Maître de conférences Mlle RAVARY Bérangère, AERC (rattachée au DPASP) M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences contractuel M. HIDALGO Antoine, Maître de conférences contractuel
- UNITE DE CLINIQUE EQUINE M. DENOIX Jean-Marie, Professeur * M. AUDIGIE Fabrice, Maître de conférences Mme CARSTANJEN Bianca, Maître de conférences contractuel Mme GIRAUDET Aude, Professeur contractuel Melle VIREVIALLE Hameline, Maître de conférences contractuel	- UNITE DE RADIOLOGIE Mme BEGON Dominique, Professeur* Mme STAMBOULI Fouzia, Maître de conférences contractuel
-UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, Maître de conférences* (rattachée au DPASP) M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences M. REMY Dominique, Maître de conférences (rattaché au DPASP) M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences Melle CONSTANT Fabienne, AERC (rattachée au DPASP) Melle LEDOUX Dorothée, Maître de conférences Contractuel (rattachée au DPASP)	- UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES M. CHERMETTE René, Professeur * M. POLACK Bruno, Maître de conférences M. GUILLOT Jacques, Professeur Mme MARNIGAC Geneviève, Maître de conférences contractuel
	- DISCIPLINE : ALIMENTATION M. PARAGON Bernard, Professeur M. GRANDJEAN Dominique, Professeur Mme BLANCHARD Géraldine, Professeur contractuel

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

Chef du département : M. CERF Olivier, Professeur - Adjoint : M. BOSSE Philippe, Professeur

-UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES M. BENET Jean-Jacques, Professeur* M. TOMA Bernard, Professeur Mme HADDAD/ H0ANG-XUAN Nadia, Maître de conférences Mme DUFOUR Barbara, Maître de conférences	- UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE M. COURREAU Jean-François, Professeur* M. BOSSE Philippe, Professeur Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur Mme LEROY Isabelle, Maître de conférences M. ARNE Pascal, Maître de conférences M. PONTER Andrew, Maître de conférences
-UNITE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE M. BOLNOT François, Maître de conférences * M. CARLIER Vincent, Professeur M. CERF Olivier, Professeur Mme COLMIN Catherine, Maître de conférences M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Maître de conférences	- UNITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences* Mme BRUGERE-PICOUX Jeanne, Professeur M. MAILLARD Renaud, Maître de conférences M. ADJOU Karim, Maître de conférences
- DISCIPLINE : BIOSTATISTIQUES M. SANAA Moez, Maître de conférences	

Mme CALAGUE, Professeur d'Education Physique Contractuel

* Responsable de l'Unité

AERC : Assistant d'Enseignement et de Recherche

A Monsieur le Professeur,

De la faculté de médecine de Créteil,

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de Thèse.

Hommage respectueux.

A Madame Christelle MAUREY-GUENEC

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, qui a dirigé ce travail.

Que son efficacité, sa rapidité et sa patience trouvent dans ce travail l'expression de ma grande reconnaissance.

Sincères remerciements.

A Madame Véronique VIATEAU-DUVAL

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Pour sa participation efficace à ce travail.

A mes parents,

Merci de m'avoir aidé à prendre les bonnes décisions, de m'avoir convaincue que j'étais capable d'accomplir mes rêves. J'ai beaucoup de mal à demander et pourtant ce travail est la preuve que vous m'avez énormément donné. Sans vous je n'en serais pas là. Merci.

A Guillaume,

Il n'existe pas de remerciement qui peut exprimer tout ce que j'aurais à te dire. Merci de m'avoir accompagné ces cinq dernières années et de continuer dans cette nouvelle vie qui commence. Merci d'être toi et merci d'être si différent de moi. Je t'aime bibiche.

A mes frères et sœurs Vincent, Claire, Anne et Etienne,

On est tous différents, on ne se voit sûrement pas assez, mais la vie est tellement plus facile quand on a des frères et sœurs avec qui on s'entend si bien.

Merci de m'avoir fait connaître la joie d'avoir une famille sur qui on peut compter.

A Tytelle, Milou, Sego, Christelle et Brice,

Certains moments de la vie seraient beaucoup trop difficiles à surmonter sans le soutien d'amis sincères. Merci.

A Emilie, Jérôme, Isa, PO, Kritou,

Les moments passés ensemble sont toujours plus fabuleux les uns que les autres.

Aux nombreuses personnes que je ne peux citer, la liste serait trop longue, mais qui ont rendu ces dernières années inoubliables. Merci.

Les lithiases du haut appareil urinaire chez le chien et le chat

NOM : STEIGER

Prénom : Marion

Résumé :

Les lithiases du haut appareil urinaire, jusqu'ici considérées comme rares chez les carnivores domestiques, se révèlent être de plus en plus fréquentes au regard des données épidémiologiques actuelles. La constatation a été faite que l'augmentation du nombre de cas, observée principalement chez le chat, est parallèle à l'augmentation de l'incidence des lithiases oxalo-calciques remarquée depuis une vingtaine d'année chez le chat et le chien. Le tableau clinique de cette affection est caractérisé par une symptomatologie très frustre voir absente chez l'animal et ce type de lithiase est souvent de découverte fortuite. Le développement récent des examens d'imagerie en médecine vétérinaire permet cependant un diagnostic précis dans la majorité des cas et une appréciation des retentissements de la lithiase sur l'appareil urinaire en particulier, son caractère obstructif ou non. Ce caractère étant fondamental dans le choix thérapeutique. Les recommandations thérapeutiques actuelles concernant les lithiases du haut appareil urinaire sont de privilégier le traitement médical étant donné les nombreuses complications associées aux chirurgies rénales et urétérales. Les traitements non invasifs comme la lithotripsie extracorporelle, largement utilisée en médecine humaine, restent d'utilisation très anecdotique en médecine vétérinaire. Des études cliniques supplémentaires s'avèrent nécessaires afin d'optimiser les moyens de traitement aujourd'hui disponibles.

Mots clés : Lithiase, haut appareil urinaire, carnivore, chien, chat, rein, uretère.

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Dr. C. MAUREY-GUENEC

Assesseur : Dr. V. VIATEAU-DUVAL

Adresse de l'auteur :

Melle STEIGER Marion – 42 rue François Couperin 94440 Santeny (France)

Upper urinary tract uroliths in the dog and the cat.

SURNAME: STEIGER

Given name: Marion

Summary:

Upper urinary tract uroliths, considered so far as rare on dogs and cats, are found to be increasingly frequent when referring to latest epidemiologic data. It has been shown that the increase in number of occurrences, observed mainly on cats, is proportional to the increase of calcium oxalate uroliths noticed on dogs and cats in the last 20 years.

The clinical view of the disease is characterized by very few and light symptoms, if any at all, and this type of lithiasis is often discovered by chance. However, recent development of imaging in veterinary medicine allows a very precise diagnostic in the majority of cases and an accurate judgement of the impact of lithiasis on the urinary system, specific whether or not it has obstructive characteristics.

Current therapeutic recommendations are in favor of medical treatment, in view of the severe complications associated with kidney and ureter surgery. Additional clinical data is however necessary to select the best therapeutic choice with a sufficient level of proof. Potential future therapies include non invasive treatments like extracorporeal shockwave lithotripsy, widely used in human medicine, but very rarely used in veterinary medicine.

Keywords: Lithiasis, upper urinary tract, dog, cat, kidney, ureter.

Jury :

President: Pr.

Director: Dr. C. MAUREY-GUENEC

Assessor: Dr. V. VIATEAU-DUVAL

Author's address:

Miss STEIGER Marion – 42 rue François Couperin 94440 Santeny (France)

Table des matières

Table des matières	1
Table des illustrations	9
Introduction	13
I- RAPPELS	15
<u>A. Anatomie du haut appareil urinaire</u>	17
1. Les reins	17
1.1 Anatomie descriptive	17
1.1.1 Conformation extérieure	17
1.1.2 Architecture et structure du rein	18
a. Capsule fibreuse	18
b. Sinus rénal	18
c. Parenchyme rénal	19
d. Vascularisation du rein	19
e. Innervation	21
f. Pédicule rénal	21
1.2 Histologie du rein	21
1.2.1 Néphron	21
a. Corpuscule rénal	21
b. Tubes du néphron	22
1.2.2 Tubes collecteurs	23
1.2.3 Appareil juxtaglomérulaire	23
1.3 Anatomie topographique	23
1.3.1 Localisation générale	23
1.3.2 Loge rénale	23
1.3.3 Rapports anatomiques	24
a. Disposition commune aux deux reins	24
b. Rapports propres au rein droit	24
c. Rapports propres au rein gauche	24

2. Voies excrétrices de l'urine	25
2.1 Bassinet	25
2.2 Urètre	25
2.2.1 Structure	25
2.2.2 Trajet	26
2.2.3 Activité péristaltique	29
<u>B. Lithogenèse.</u>	31
1. Formation des calculs	31
2. Sursaturation et cristallisation	33
3. Les inhibiteurs de la cristallisation	35
<u>C. Classification des lithiases</u>	37

II- EPIDEMIOLOGIE DES LITHIASES DU HAUT APPAREIL URINAIRE CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT 39

<u>A. Prévalence des lithiases du haut appareil urinaire</u>	41
1. Chez le chien	41
2. Chez le chat	42
<u>B. Nature des lithiases du haut appareil urinaire.</u>	47
1. Chez le chat	47
1.1 Prédominance des lithiases oxalo-calciques.	47
1.2 Augmentation parallèle de la fréquence des lithiases du haut appareil urinaire et des lithiases oxalo-calciques.	51
2. Chez le chien	52
3. Hypothèses sur l'augmentation de la prévalence des lithiases oxalo-calciques	54
3.1 Chez l'homme	54
3.2 Chez l'animal	54
3.2.1 Race	54
3.2.2 Alimentation	55
3.2.3 Rôle des bactéries	56

<u>C. Facteurs prédisposants</u>	57
1. Race	57
1.1 Chez le chien	57
1.2 Chez le chat	58
2. Sexe	58
3. Âge	59
4. Facteurs métaboliques	59
4.1 Lithiases calciques	59
4.1.1 Hypercalciurie	60
a. Associée à une hypercalcémie	60
b. Sans hypercalcémie.	60
4.1.2 Hyperoxaliurie	61
4.1.3 Lithiase calcique idiopathique	62
4.2 Lithiases composées de struvite	62
4.2.1 Chez le chien	62
a. Infection urinaire à germe uréasique	62
b. Rôle d'une infection ascendante	63
4.2.2 Chez le chat	63

III- ASPECTS CLINIQUES **65**

Préambule : Réponse physiologique lors d'obstruction urinaire haute **69**

<u>A. Diagnostic clinique</u>	71
1. Hétérogénéité des symptômes	71
1.1 Facteurs influençant les manifestations cliniques	71
1.2 Insuffisance rénale associée aux lithiases du haut appareil urinaire	72
1.2.1 Effets de la néphrectomie unilatérale sur la fonction rénale	72
1.2.2 Etude chez le chat : données surprenantes	73
1.2.3 Hypothèses avancées sur ces résultats	73
1.3 Symptômes cliniques les plus fréquents chez le chien et le chat	73

2. Symptômes cliniques : différence entre le chien et le chat	74
2.1 Particularités du chien	74
2.2 Particularités du chat	75
<u>B. Examens complémentaires</u>	77
1. Examens d'imagerie	77
1-1 Radiographie abdominale	77
a. Technique	77
b. Radio-opacité des lithiases	78
c. Intérêts et limites de la radiographie abdominale	80
1.1.2 Urographie intraveineuse (UIV)	81
a. Technique	81
b. Intérêts et limites de l'urographie intraveineuse	83
1.2 Examen échographique	85
1.2.2 Lithiases urétérales	87
1.2.3 Echographie doppler	88
1.3 Pyélo-urétérographie descendante	89
1.3.1 Technique	89
1.3.2 Indications	89
1.3.3 Inconvénients de la pyélographie	90
1.4 Examen tomodensitométrie	91
1.5 Scintigraphie rénale	92
1.5.1 Technique	92
1.5.2 Intérêts	92
2. Diagnostic biologique	93
2.1 Analyse urinaire	93
2.1.1 Caractères physico-chimiques	93
a. Densité urinaire	93
b. pH urinaire	94
c. Hématurie	95
d. Leucocyturie	95
e. Nitriturie	95

2.1.2 Examen du culot urinaire	96
a. Cristallurie	96
b. Cellularité	97
2.1.3 Analyse bactériologique	97
2.2 Analyse sanguine	98
2.2.1 Créatininémie	98
2.2.2 Urémie	99
2.2.3 Exploration des fonctions de régulation du rein	99
a. Métabolisme phosphocalcique	99
b. Equilibre hydro-électrolytique et acido-basique	100
2.2.4 Hémogramme	100
2.2.5 Recherche d'une maladie métabolique responsable de lithiases	101

IV- TRAITEMENT 103

<u>A. Traitement médical</u>	107
1. Traitement de la crise obstructive	107
1.1 Fluidothérapie	107
1.2 Traitement médicamenteux	108
1.2.1 Traitement de l'insuffisance rénale	108
1.2.2 Diurétiques	108
1.2.3 Anti-spasmodiques	108
1.2.4 Antibiotiques	108
1.3 Néphrostomie percutanée	109
1.3.1 Indications	109
1.3.2 Technique	109
1.3.3 Inconvénients	109
2. Traitement de la lithiase non obstructive	110
2.1 Recommandations générales	110
2.1.1 Lithiase non obstructive associée à une insuffisance rénale	110

2.1.2 Lithotripsie extracorporelle	110
a. Technique	110
b. Utilisation en médecine vétérinaire	111
2.2 Recommandations en fonction de la nature du calcul	113
2.2.1 Traitements calculolytiques	113
2.2.2 Traitements préventifs	113
2.3 Résultats du traitement médical	115
<u>B. Traitement chirurgical</u>	117
1. Lithiases rénales	117
1.1 Néphrectomie	117
1.1.1 Indications	117
1.1.2 Technique chirurgicale	118
1.2 Néphrotomie	121
1.2.1 Indications	121
1.2.2 Technique chirurgicale	122
1.3 Pyélolithotomie	124
1.3.1 Indications	124
1.3.2 Technique chirurgicale	124
2. Lithiases urétérales	127
2.1 Urétérotomie	127
2.1.1 Indications	127
2.1.2 Technique chirurgicale	128
2.2 Urétéronéocystostomie	130
2.2.1 Indications	130
2.2.2 Urétéronéocystostomie : technique intra-vésicale	131
2.2.3 Urétéronéocystostomie : technique extra-vésicale	131
2.3 Anastomose urétérale	134
2.3.1 Indications	134
2.3.2 Technique chirurgicale	134
2.4 Réduction des tensions	136
2.5 Déviation de l'urine du site opératoire : Tube de néphrostomie	136
2.6 Post-opératoire	137

2. Résultats du traitement chirurgical	137
2.1 Lithiases rénales	137
2.2 Lithiases urétérales	138
2.3 Risque de récurrence	138
<u>C. Recommandations thérapeutiques actuelles</u>	139
1. Recommandations en fonction du type minéral	139
2. Recommandations en fonction de la localisation du calcul	140
2.1 Efficacité du traitement médical en fonction de la localisation du calcul	140
2.2 Lithiases rénales	140
2.2.1 Lithiases rénales non obstructives et asymptomatiques	140
2.2.2 Lithiases rénales obstructives.	140
2.3 Lithiases urétérales	142
2.3.1 Traitement médical d'une lithiase urétérale	142
2.3.2 Temps de transit d'un calcul urétéral du rein vers la vessie.	142
Conclusion	145
Références bibliographiques	147

Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Conformation extérieure du rein de chat	18
Figure 2 : Organisation microscopique du rein des carnivores domestiques	20
Figure 3 : Section dans un uretère normal de chat	26
Figure 4 : Vue d'ensemble de l'appareil urinaire chez la femelle	28
Figure 5 : Etapes de la formation des lithiases oxalo-calciques	32
Figure 6 : Zones de sursaturation urinaire	34
Figure 7 : Moyenne, pour 10 000 chats, du nombre de cas de lithiase du haut appareil urinaire diagnostiqués chaque année chez le chat dans neuf écoles vétérinaires aux Etats-Unis entre 1980 et 1999	43
Figure 8 : Pourcentage de lithiases localisées dans le haut appareil urinaire par rapport au nombre total de lithiases analysées au centre d'analyse des calculs urinaires du Minnesota	44
Figure 9 : Nombre de cas de lithiases urétérales diagnostiquées chaque année chez le chat dans l'université de Californie	46
Figure 10 : Evolution de la fréquence des lithiases composées d'oxalate de calcium dans le haut appareil urinaire et dans le bas appareil urinaire	50
Figure 11 : Volumineux calcul rénal composé de struvite chez un chien	79
Figure 12 : Urographie intraveineuse : Pyélogramme	82
Figure 13 : Urographie intraveineuse : Urétérogramme	82
Figure 14 : Urographie intraveineuse. Hydronéphrose modérée	83
Figure 15 : Echographie rénale : calcul rénal	86
Figure 16 : Echographie rénale. Hydronéphrose modérée	87
Figure 17 : Pyélographie	90

Figure 18 : Pyélographie. Fuite de produit de contraste dans la cavité abdominale	91
Figure 19 : Néphrectomie	119
Figure 20 : Néphrectomie	120
Figure 21 : Néphrotomie. Calcul coralliforme	121
Figure 22 : Néphrotomie	123
Figure 23 : Pyelolithotomie	124
Figure 24 : Urétérotomie	128
Figure 25 : Urétérotomie	129
Figure 26 : Urétéronécystostomie. Technique intra-vésicale	132
Figure 27 : Urétéronécystostomie. Technique extra-vésicale	133
Figure 28 : Anastomose urétérale	134

Tableaux

Tableau 1 : Nombre de cas de lithiases urinaires chez le chat, répertorié dans neuf écoles vétérinaires aux Etats-Unis entre 1980 et 2000, et leur localisation dans l'appareil urinaire	43
Tableau 3 : Types de calculs du haut appareil urinaire chez le chat	48
Tableau 4 : Pourcentages respectifs des principaux types minéraux rencontrés dans le haut appareil urinaire chez le chien	52
Tableau 5 : Résultats des différentes enquêtes épidémiologiques chez le chien: Fréquence des lithiases du haut appareil selon le sexe	58
Tableau 6 : Résultats des différentes enquêtes épidémiologiques chez le chat. Fréquence des lithiases du haut appareil selon le sexe	58
Tableau 7 : Etiologie de l'hypercalciurie	61
Tableau 8 : Facteurs influençant les manifestations cliniques	71
Tableau 9 : Principaux symptômes des lithiases rénales et urétérales	74
Tableau 10 : Aspect radiographique des différents types de calculs	78
Tableau 11 : Structures radiodenses pouvant être confondues avec des lithiases	80
Tableau 12 : Comparatif des différents cristaux urinaires et leur pH de cristallisation	94
Tableau 13 : Traitements calculolytiques pour les calculs de struvite, d'urate et de cystine	112
Tableau 14 : Traitements préventifs pour les calculs composés d'oxalate de calcium, de phosphate de calcium et de xanthine	114
Tableau 15 : Récapitulatif : Avantages et inconvénients des chirurgies rénales	125
Tableau 16 : Récapitulatif : Avantages et inconvénients des chirurgies urétérales	135
Tableau 17 : Facteurs permettant de prévoir le type minéral des lithiases rénales et urétérales chez le chien et le chat	139
Tableau 18 : Indications chirurgicales des lithiases rénales et urétérales	141

Introduction

Les lithiases urinaires représentent, selon les auteurs, de 0,5 à 2% des motifs de consultation chez le chien et le chat. Les différentes enquêtes épidémiologiques menées jusqu'à aujourd'hui montraient que seulement 1 à 4% de ces lithiases ont une localisation rénale ou urétérale. A l'inverse, chez l'homme la lithiase rénale est la maladie lithiasique la plus fréquente puisque environ 90% des lithiases ont une localisation rénale.

Récemment, plusieurs études ont révélé une augmentation du nombre de cas de lithiases du haut appareil urinaire diagnostiqué, principalement chez le chat. Cette augmentation se révèle être parallèle à l'augmentation de l'incidence des lithiases oxalo-calciques observée depuis une vingtaine d'année chez le chat et le chien.

Profitant des données acquises chez l'homme et de celles acquises par certaines études cliniques récentes, les connaissances concernant cette maladie ont progressé ces dernières années permettant de mieux comprendre la physiopathologie de cette affection. Si, les possibilités de diagnostic et de traitement se sont multipliées ces dernières années, le diagnostic précoce et le traitement des lithiases dans cette localisation restent difficiles.

La première partie de ce travail permet de rappeler l'anatomie du haut appareil urinaire et les conditions dans lesquelles se forment les lithiases urinaires. Ces éléments étant primordiaux pour la démarche diagnostic et le traitement. L'épidémiologie actuelle des lithiases du haut appareil urinaire et le type minéral le plus fréquemment rencontré dans cette localisation sont abordés dans une deuxième partie. La troisième partie est consacrée aux méthodes de diagnostic actuellement disponibles pour ce type de lithiase. Enfin, dans une quatrième partie sont abordés le traitement médical et chirurgical des lithiases du haut appareil urinaire et les recommandations thérapeutiques actuelles.

I- Rappels

A. Anatomie du haut appareil urinaire

L'appareil urinaire comprend une partie glandulaire, constituée par les deux reins et, des voies excrétrices successivement constituées du pelvis, des uretères, de la vessie et de l'urètre. Nous décrirons dans cette partie les éléments anatomiques appartenants au haut appareil urinaire : les reins et les uretères.

1. Les reins

Les reins sont des organes pairs situés dans la partie rétropéritonéale de l'abdomen. Ils sont appliqués contre la paroi dorsale de la cavité abdominale, en région lombaire crâniale (16, 62).

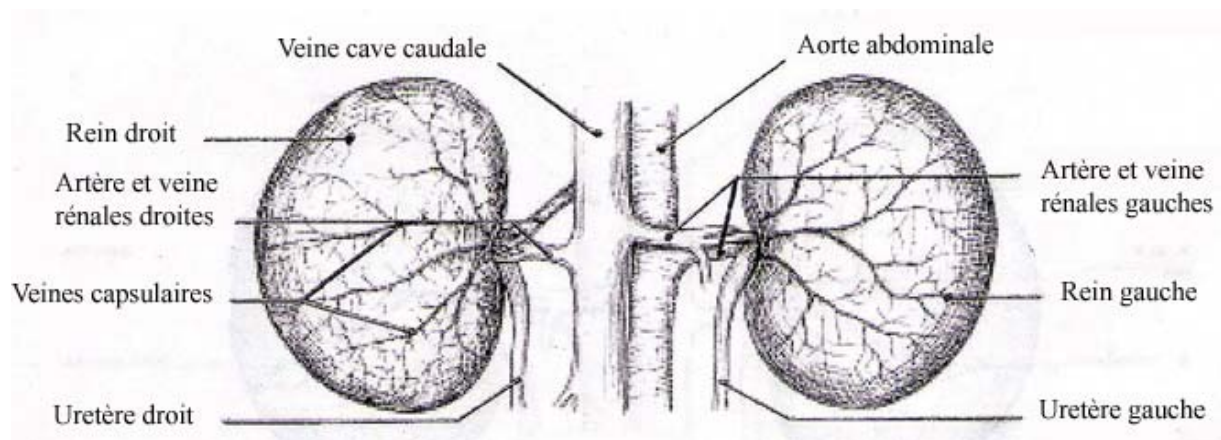
1.1 Anatomie descriptive

1.1.1 Conformation extérieure

Les reins des carnivores domestiques sont conglomérés. La surface rénale est unie. Aplati dorso-ventralement et un peu plus long que large, le rein a typiquement une forme de « haricot » chez le chien alors qu'il est plus sphérique chez le chat (56).

Le rein présente deux faces lisses (face dorsale et ventrale), deux extrémités arrondies et épaissies (extrémité crâniale et caudale), deux bords ronds, l'un latéral convexe et l'autre médial concave. Le bord médial, plus court que le bord latéral, est profondément échancré dans sa partie moyenne par le hile rénal (Figure 1). Ce hile constitue la zone de pénétration ou d'émergence des vaisseaux, des nerfs et des voies excrétrices de l'urine. Il donne accès au sinus rénal (16, 56).

Figure 1 : Conformation extérieure du rein de chat (70)



1.1.2 Architecture et structure du rein

Le rein est constitué d'une capsule fibreuse, d'un sinus, d'un tissu parenchymateux, d'une vascularisation et d'un pédicule rénal.

a. Capsule fibreuse

La capsule fibreuse, mince et blanchâtre, entoure complètement le rein et pénètre par le hile pour s'étaler dans le sinus rénal. Elle rejoint la tunique conjonctive qui engaine les vaisseaux et les voies excrétrices. En dehors de toute inflammation, la capsule fibreuse est facilement détachable du tissu sous-jacent. La capsule fibreuse entre en relation avec la capsule adipeuse (5, 41).

b. Sinus rénal

Le sinus rénal est une cavité profonde et aplatie, allongée dans le même sens que le rein. Le hile s'ouvre à son bord médial. Il comprend le bassinnet et les principaux vaisseaux et nerfs de l'organe (Figure 2). Le tout est contenu dans un conjonctif lâche, plus ou moins grasseux. La paroi du sinus est criblée d'orifices par où pénètrent, dans le parenchyme rénal, les artères et d'où émergent veines et lymphatiques. De multiples orifices permettent à l'urine d'être déversée dans le bassinnet (5, 41).

c. Parenchyme rénal

Le parenchyme rénal, délimité dans sa partie superficielle par la capsule fibreuse, présente deux zones de structures différentes, à savoir : le cortex et la médulla rénale. Le cortex contient les lobules corticaux (Figure 2). Chaque lobule est entouré d'une substance corticale, riche en corpuscules rénaux et tubes contournés. Cette disposition lobaire disparaît près de la capsule. La médulla est scindée en une région externe, voisine du cortex, et une région interne. La médulla interne forme la papille (5, 56).

Le parenchyme rénal est divisé en lobes plus ou moins discernables. Le parenchyme cortical s'engage entre les lobes et forme des travées jusqu'au sinus rénal. Ces colonnes isolent des massifs de médulla appelé pyramides rénales (pyramides de Malpighi). Les sommets des pyramides forment un relief arrondi dans le sinus rénal. Ce sont les papilles rénales, coiffées par un diverticule du bassinet appelé calice rénal. La base de la pyramide s'irradie dans le cortex. Le lobe rénal est donc constitué d'une pyramide rénale et du tissu cortical correspondant.

Chez les carnivores domestiques, les lobes rénaux sont entièrement confondus. Les colonnes rénales n'existent plus ou sont très fines. Les pyramides sont fusionnées en une couche médullaire continue. Les papilles rénales sont confondues chez le chat en une longue papille commune appelée crête rénale qui s'étend sur tout le bord latéral du sinus (Figure 2) (5). Les vaisseaux principaux gardent cependant leur disposition interlobaire (41).

d. Vascularisation du rein

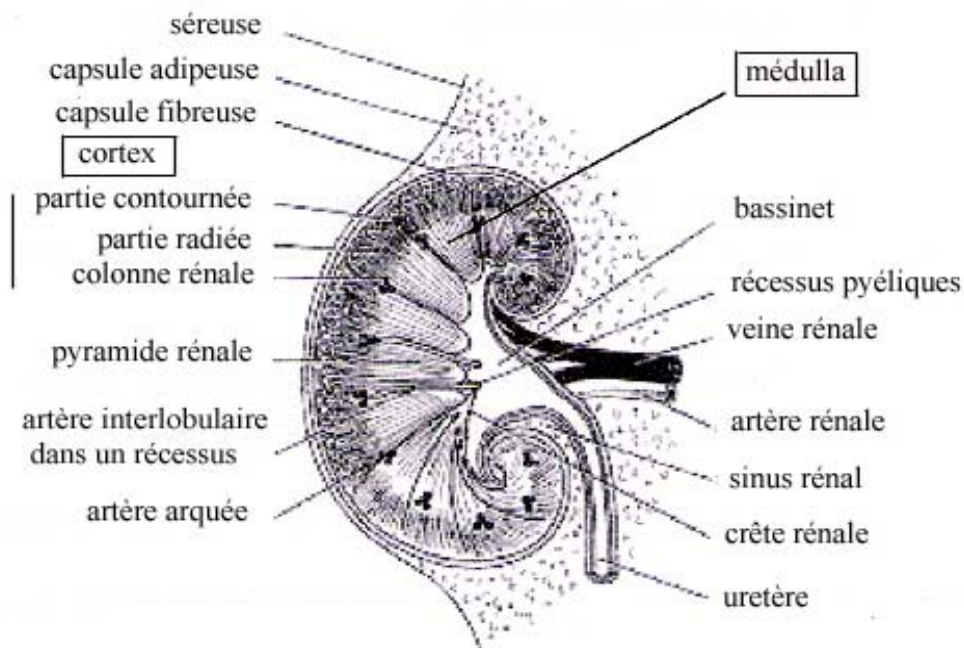
La vascularisation rénale regroupe la circulation sanguine artérielle, veineuse et la circulation lymphatique.

- Artère rénale

L'artère rénale est un vaisseau très volumineux issue de l'aorte abdominale. L'artère rénale droite naît légèrement en avant de l'artère rénale gauche. La disposition des artères rénales a de nombreuses variantes (56). Des artères accessoires naissent fréquemment de l'aorte ou de la partie initiale de l'artère rénale. L'artère gauche est toujours nettement plus courte que l'artère droite qui croise la face dorsale de la veine cave caudale. L'artère rénale émet un rameau surrénal gauche parfois double, voire triple, et un rameau urétérique rejoignant la

partie crâniale de l'uretère. Elle atteint alors le rein au niveau du hile où elle se ramifie en artères segmentaires à partir des rameaux dorsaux et ventraux (5,12).

Figure 2 : Organisation microscopique du rein des carnivores domestiques (41)



- Circulation intra-rénale

L'artère rénale se divise au niveau du hile en plusieurs branches vasculaires à l'origine des artères segmentaires. Les artères segmentaires donnent naissance aux artères inter-lobaires qui s'irradient dans la médulla. Elles sont à l'origine des artères arquées, ou artères arciformes, au niveau de la jonction cortico-médullaire. Ces artères sont des artères terminales de sorte que leur obstruction entraîne une ischémie définitive en aval (5, 12).

Le réseau veineux sous-capsulaire présente un diamètre important chez les carnivores. Ces veines sont localisées à la surface du rein chez le chat d'où leur nom de veines capsulaires. Dans l'espèce féline, et contrairement à la plupart des autres espèces, ces veines convergent vers le hile rénal pour se jeter directement dans la veine rénale principale (12).

- Veine rénale

La veine rénale prend naissance dans le sinus du rein. Elle sort du hile rénal où elle reçoit un fin rameau urétérique crânial. Chez les carnivores domestiques, la veine gonadique gauche (testiculaire ou ovarique) s'abouche habituellement au niveau de la veine rénale gauche. La veine rénale rejoint la veine cave caudale. La veine rénale gauche est toujours nettement plus longue que la droite car elle croise la face ventrale de l'aorte abdominale. Le rein droit est directement voisin de la veine cave caudale (5, 12).

e. Innervation

Il existe une innervation afférente et efférente du rein. La majorité des fibres nerveuses appartiennent au système sympathique (5).

f. Pédicule rénal

L'ensemble des éléments qui pénètrent ou qui émergent du hile rénal constitue le pédicule rénal. Il s'agit des vaisseaux sanguins et lymphatiques, des nerfs, ainsi que des voies excrétrices. Entourés d'une gaine celluleuse dense, ces pédicules sont relativement extensibles (16).

1.2 Histologie du rein

Le parenchyme rénal est constitué de nombreuses unités structurales et fonctionnelles, les néphrons. Chaque néphron est formé d'un corpuscule rénal et d'un tube lui-même subdivisé en régions. Ces tubes s'associent ensuite aux tubes du système des canaux collecteurs afin de former les tubes urinifères (16, 56).

1.2.1 Néphron

a. Corpuscule rénal

La partie initiale du néphron est constituée par le corpuscule rénal ou, corpuscule de Malpighi. Ce corpuscule est une sphère présentant un pôle urinaire où s'insère le tube contourné proximal et un pôle vasculaire où pénètre l'artériole afférente et d'où émerge l'artériole efférente.

Le corpuscule comporte une enveloppe, la capsule de Bowman, et un glomérule constitué en grande partie d'un système de capillaires, le *flocculus*. Le nombre de corpuscules rénaux est fixé à la naissance. Il est d'environ 190 000 par rein chez le chat et de 400 000 par rein chez le chien (56).

- Capsule de Bowman

La capsule de Bowman est formée d'une couche de cellules épithéliales reposant sur une lame basale en relation d'une part, avec la membrane basale du tube contourné proximal et d'autre part, avec celle du *flocculus* (16). Les feuillets pariétaux et viscéraux délimitent la chambre glomérulaire où s'accumule l'ultrafiltrat primitif (56).

- Glomérule rénal

Le rôle du glomérule est principalement d'assurer la filtration du plasma. La barrière de filtration glomérulaire est constituée des pores des cellules endothéliales vasculaires en face interne, de la membrane basale glomérulaire en zone intermédiaire et, en face externe, d'espaces appelés fentes épithéliales délimités par les prolongements cytoplasmiques des podocytes. Le glomérule comporte également des cellules mésangiales qui synthétisent un grand nombre de molécules (enzymes, hormones et cytokines, lipides bioactifs, radicaux oxygénés) (56).

b. Tubes du néphron

Le néphron comporte trois parties tubulaires : le tube proximal, le tube intermédiaire et le tube distal. Les tubes proximaux et distaux sont constitués d'un tube droit et d'un tube contourné. Le tube contourné proximal succède au corpuscule rénal tandis que le tube contourné distal se jette dans le système des canaux collecteurs. L'anse de Henlé correspond à la partie composée du tube droit proximal (branche descendante large de l'anse), du tube intermédiaire (branche descendante et ascendante fine) et du tube droit distal (branche ascendante large) (16, 56). Le trajet de l'anse de Henlé dessine une boucle plus ou moins profonde dans la médulla ce qui définit deux types de néphrons : les néphrons à anse courte (déperditeurs de sodium) et les néphrons à anse longue (rétenteurs de sodium) (12). Le tube droit distal entre en contact avec son glomérule près de sa partie terminale. Il constitue alors la *macula densa*.

1.2.2 Tubes collecteurs

Les tubes ou canaux collecteurs relient les néphrons au bassinnet. Chaque tube reçoit l'urine de plusieurs néphrons et descend dans la medulla. Dans la médulla, plusieurs tubes fusionnent pour donner les conduits papillaires qui s'ouvrent à la surface de la papille rénale (5, 16).

1.2.3 Appareil juxtaglomérulaire

L'appareil juxtaglomérulaire est composé de la *macula densa*, du mésangium extraglomérulaire et des artérioles afférente et efférente. Il est localisé au pôle vasculaire du corpuscule rénal. La *macula densa*, constituée de cellules issues du tube distal, jouxte le mésangium et les artérioles glomérulaires. L'appareil juxtaglomérulaire est richement innervé (56).

1.3 Anatomie topographique

1.3.1 Localisation générale

Chez les carnivores domestiques, le rein droit est un peu plus crânial que le rein gauche. Chez le chien, le rein droit est localisé entre T-13 et L-2. Chez le chat, les reins sont légèrement flottants et localisés approximativement entre L-2 et L-5 (56).

1.3.2 Loge rénale

Chaque rein est situé au sein d'une loge fibreuse localisée dans le plan rétropéritonéal de l'abdomen.

Cette loge est délimitée par deux fascias fibreux, le fascia dorsal et le fascia ventral. Le fascia dorsal est adossé à celui qui revêt les muscles de la paroi lombaire. Le fascia ventral est tapissé par le péritoine pariétal. Les deux lames s'unissent latéralement au rein où ils se mettent en continuité avec le *fascia transversalis*. Le fascia ventral s'unit médialement au tissu fibreux qui engaine l'aorte abdominale et la veine cave caudale, tandis que le fascia dorsal s'unit au ligament longitudinal ventral de la colonne vertébrale.

Les loges rénales droite et gauche ne communiquent donc pas entre elles. Les deux feuillets se prolongent caudalement sans s'unir afin de former une gaine pour la voie urinaire. Les attaches rénales sont relativement souples, particulièrement chez le chat (5).

La loge rénale est unie à la capsule fibreuse rénale par de nombreux tractus fibreux. Le rein est entouré, au sein de cette loge, d'une graisse péri-rénale abondante : la capsule adipeuse rénale. Le rein est facilement mobilisable à partir du moment où la loge rénale est ouverte. L'organe reste solidarisé aux gros vaisseaux sanguins juxtavertébraux par son pédicule vasculo-nerveux souple et assez extensible (5, 16).

1.3.3 Rapports anatomiques

a. Disposition commune aux deux reins

La face dorsale des deux reins entre en rapport avec les muscles psoas et carré des lombes et plus latéralement avec le muscle transverse de l'abdomen. Le péritoine recouvre complètement le pôle crânial et s'insinue un peu à cet endroit en face dorsal, alors que le pôle caudal n'est tapissé par la séreuse qu'en face ventrale. La partie crâniale entre en contact avec le diaphragme et les dernières côtes, surtout à droite. L'uretère longe ventralement la moitié caudale du bord médial de chaque rein (16).

b. Rapports propres au rein droit

Le rein droit s'imprime dans le foie au niveau de sa face ventrale et de son extrémité crâniale. Sa face ventrale postérieure est en contact avec le lobe droit du pancréas, le colon descendant et plus ou moins le duodénum. Le bord médial du rein droit jouxte la veine cave caudale (16).

c. Rapports propres au rein gauche

Le rein gauche entre en contact avec l'extrémité dorsale de la rate, le lobe gauche du pancréas et le colon descendant en face ventrale. Son bord médial est voisin de l'aorte abdominale. Le rein gauche est très mobile et est repoussé en région caudale lors de la réplétion de l'estomac (16).

2. Voies excrétrices de l'urine

Ces voies permettent le transport de l'urine depuis son élaboration par le rein jusque dans le milieu extérieur. Plusieurs segments successifs permettent l'écoulement de l'urine. Seules seront développées ici les voies excrétrices hautes : le bassinnet et l'uretère.

2.1 Bassinet

L'urine produite par le parenchyme rénal est recueillie par le pelvis bassinnet. Ce réceptacle est simple et allongé chez les carnivores domestiques. Le bassinnet coiffe latéralement la crête rénale en formant de chaque côté de cette crête cinq ou six prolongements profonds et régulièrement disposés : les récessus du bassinnet. Le bord médial du bassinnet est concave de part et d'autre de sa région moyenne, laquelle se projette dans le hile rénal en un infundibulum d'où naît l'uretère (16).

Le bassinnet possède une innervation sensible qui rend douloureuse sa distension exagérée (colique néphrétique chez l'homme) (31).

2.2 Uretère

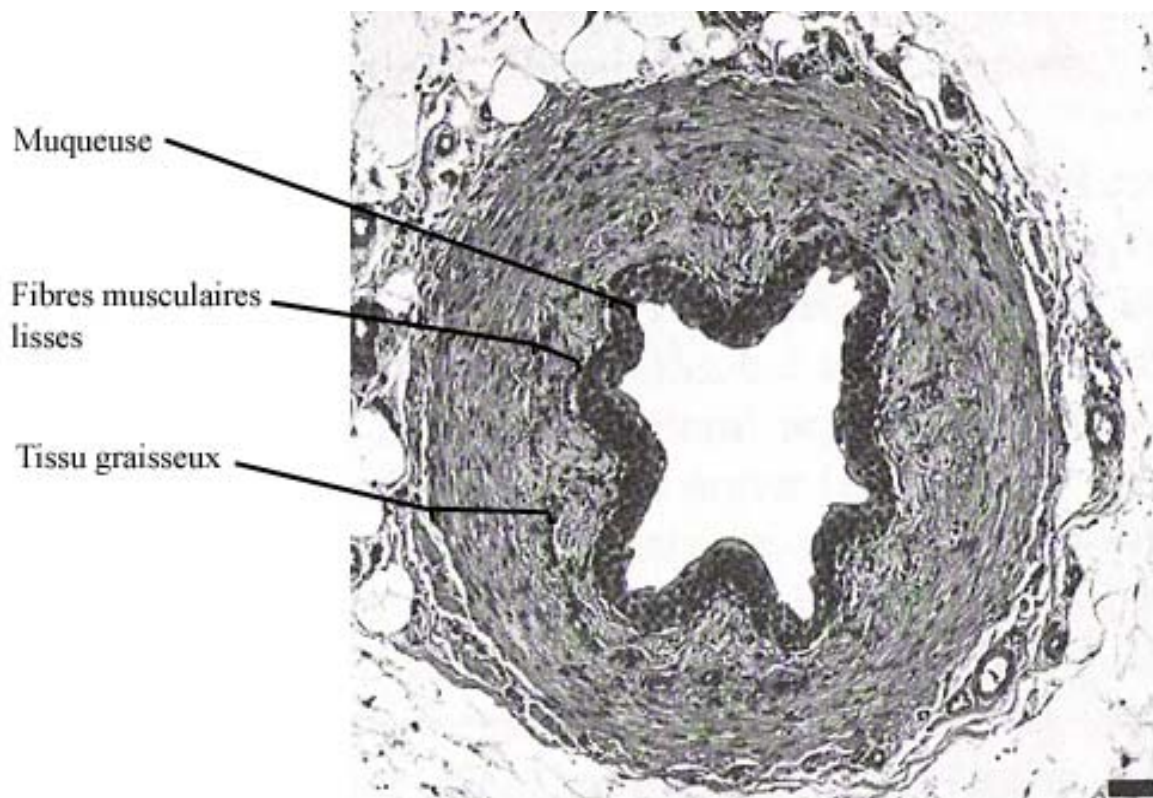
2.2.1 Structure

L'uretère est un conduit pair musculo-membraneux permettant le transport de l'urine depuis le bassinnet jusqu'à la vessie grâce à une activité péristaltique. La couche externe de la paroi de l'uretère est constituée d'un épithélium transitionnel recouvert d'une couche de tissu conjonctif appelée *lamina propria*. La lumière urétérale est tapissée d'une muqueuse présentant de nombreux replis (figure 3). Cette lumière est normalement collabée et ne s'ouvre que lors du passage de l'urine. La couche muqueuse est recouverte de plusieurs couches de fibres musculaires lisses qui permettent le péristaltisme urétéral. Ces couches musculaires sont recouvertes d'une couche de tissu graisseux contenant les vaisseaux urétéraux (16,27).

Les artères urétérales ont de nombreuses origines. L'artère urétérale crâniale provient de l'artère rénale et l'artère urétérale caudale provient de l'artère prostatique ou vaginale (27). Les veines urétérales sont drainées par les vaisseaux satellites aux artères urétérales.

L'uretère est richement innervé par le système sympathique et parasympathique et contient également des fibres sensibles (27).

Figure 3 : Section dans un uretère normal de chat (27)



2.2.2 Trajet de l'uretère

L'uretère quitte le rein au niveau du hile et se courbe très rapidement en direction caudale du rein en longeant le bord médial de ce dernier.

L'uretère se place alors le long des muscles psoas, l'uretère droit longeant la veine cave caudale et l'uretère gauche jouxtant l'aorte abdominale. Ce conduit est entouré de conjonctif lâche et est recouvert par le péritoine pariétal. Il est rejoint non loin du rein par le nerf hypogastrique qui l'accompagne près de sa terminaison.

L'uretère est croisé ventralement par les vaisseaux sanguins gonadiques puis, dorsalement par le nerf génito-fémoral et plus caudalement par les vaisseaux circonflexes iliaques profonds (Figure 4). Il établit à travers le péritoine pariétal de nombreux rapports anatomiques avec les segments intestinaux. Il croise enfin la face ventrale des vaisseaux iliaques.

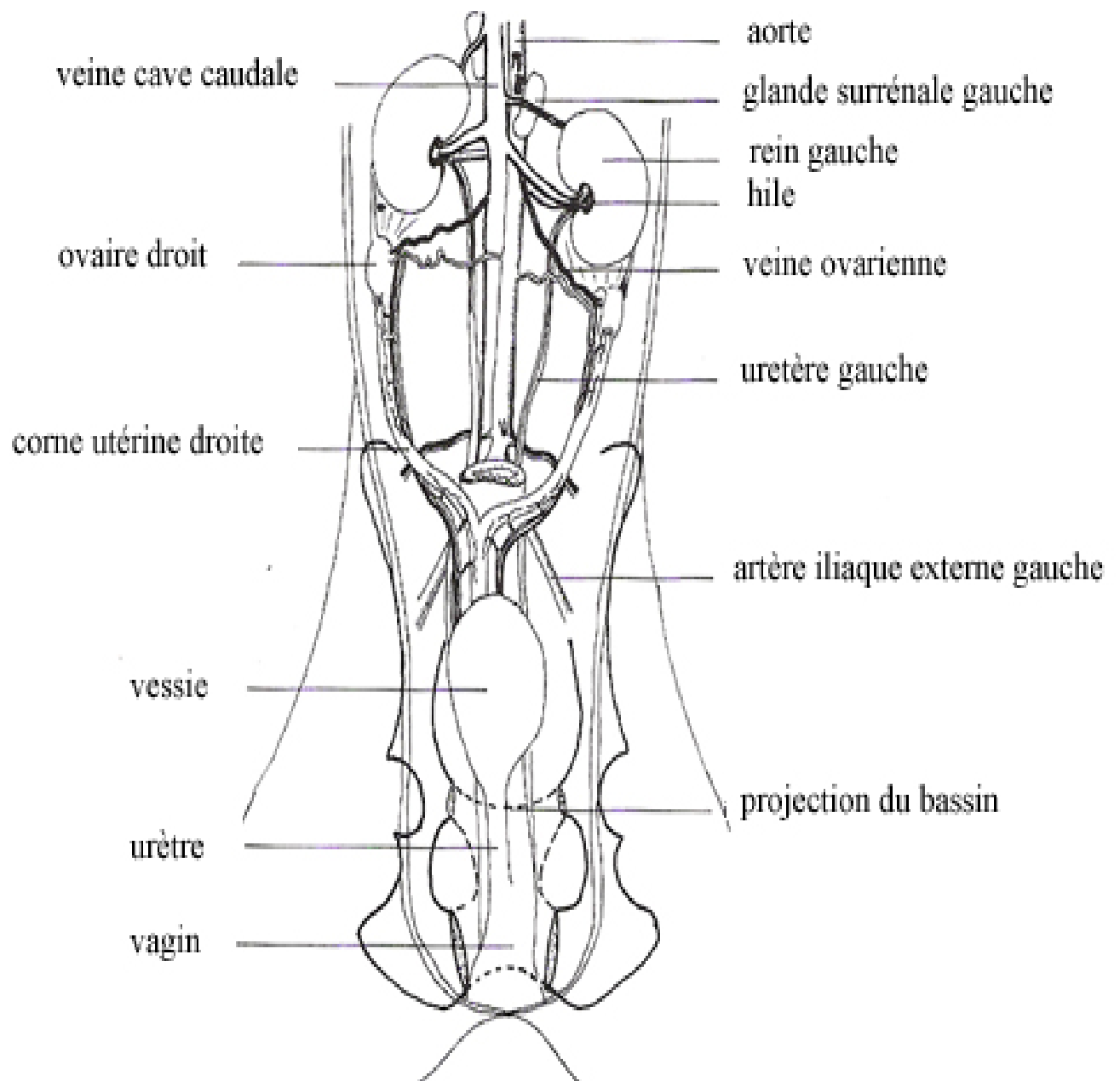
L'uretère s'infléchit ensuite au niveau de l'artère iliaque externe, se dirige ventro-caudalement en direction de la vessie en longeant le côté du rectum. Il s'incurve ensuite médialement pour rejoindre la partie dorso-latérale de la vessie.

Il se jette dans la vessie au niveau du conjonctif rétropéritonéal. L'uretère passe dorsalement et au contact du conduit déférent chez le mâle, tandis qu'il croise la face médiale des vaisseaux utérins et l'extrémité utérine du vagin chez la femelle (52, 56).

L'uretère traverse alors la musculuse de la vessie puis chemine entre cette tunique et la muqueuse vésicale avant de s'ouvrir au travers de cette dernière. C'est la partie intramurale de l'uretère. L'orifice terminal de l'uretère est bordé par un repli de la muqueuse. L'ensemble empêche le reflux de l'urine dans le conduit lorsque la pression vésicale augmente.

Chez l'homme, trois sites de rétrécissement et d'obstruction urétérale ont été identifiés : la jonction de l'uretère et du bassinet, l'endroit où l'uretère croise les vaisseaux iliaques et la jonction urétéro-vésicale (27). Ces sites n'ont pas été identifiés chez l'animal mais il est probable qu'ils existent (27).

Figure 4 : Vue d'ensemble de l'appareil urinaire chez la femelle (16)



2.2.3 Activité péristaltique

La principale fonction de l'uretère est de propulser l'urine du rein vers la vessie. L'activité péristaltique de l'uretère est directement commandée par le rein. C'est une activité automatique qui démarre probablement dans la région du bassinet (56).

Le péristaltisme est conduit le long de l'uretère grâce à des impulsions électriques transmises d'une cellule musculaire lisse à une autre à travers des jonctions gap. Ceci donne naissance à des contractions péristaltiques qui propulsent le bolus d'urine. Les contractions urétérales surviennent 3 à 6 fois par minute chez le chien (56). La distension de n'importe quelle partie de l'uretère peut engendrer une activité péristaltique. Ainsi, un résidu d'urine dans l'uretère après une première activité péristaltique en engendre une deuxième.

Une vague péristaltique débutant dans la portion distale de l'uretère peut prendre une direction rétrograde et remonter vers le bassinet du rein. Ce phénomène se produit lors de reflux vésico-urétéral (56).

B. Lithogenèse.

La connaissance des mécanismes impliqués dans la formation des différents types chimiques de calculs est indispensable pour comprendre le rôle des facteurs en cause et leur opposer un traitement adapté.

Le mécanisme essentiel de la formation des calculs est l'excès de concentration des urines en composés peu solubles, conduisant à la précipitation de cristaux puis, à leur agglomération sous forme de calcul (31).

Le mécanisme de la lithogenèse est monofactoriel pour certains types de calculs (cystine, struvite). Il est plurifactoriel et complexe dans la lithiase oxalo-calcique ou phospho-calcique où il fait intervenir un déséquilibre entre une concentration excessive en solutés promoteurs et une teneur insuffisante en substances inhibitrices de la cristallisation (31).

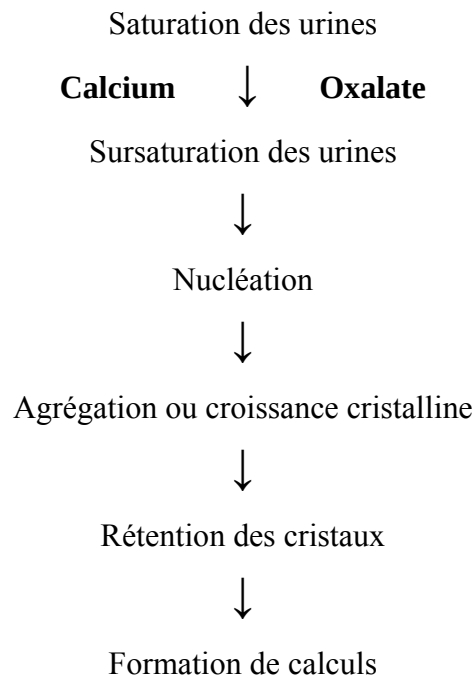
1. Formation des calculs

La formation de calculs rénaux passe par quatre étapes :

- a) la formation de germes cristallins ou nucléation.
- b) la croissance des cristaux.
- c) leur agrégation, aboutissant à la formation de particules de quelques dixièmes de millimètres.
- d) leur fixation à l'épithélium du tube collecteur ou de la papille conduisant ensuite, par adjonction de couches successives, à la formation du calcul proprement dit (figure 5) (6, 8, 31).

Les calculs urétéraux sont considérés comme des calculs rénaux ayant migré dans l'uretère (27, 33).

Figure 5 : Etapes de la formation des lithiases oxalo-calciques (6)



La nucléation est, le plus souvent, hétérogène. Les cristaux se forment au contact de particules telles que des débris épithéliaux ou cellulaires ou, d'autres cristaux préexistants jouant le rôle d'inducteurs. La nucléation homogène, plus rare, implique une sursaturation très élevée, provoquant la précipitation spontanée des solutés en dehors de toute amorce. Les germes cristallins ainsi formés, s'écoulent le plus souvent librement au cours du transit tubulaire de l'urine, dont la durée normale est de quelques minutes. Ce délai est trop court pour permettre aux cristaux d'atteindre une taille suffisante par simple croissance cristalline (31).

Ceci montre l'importance de la vitesse du transit tubulaire des urines dans le processus de formation des calculs. Cette vitesse dépend du volume de la diurèse et des facteurs de stase urinaire (31).

La différence essentielle entre les sujets normaux et ceux atteints de lithiase rénale ne réside pas dans la présence de cristaux car ceux-ci, en dehors de certains types (exemple: cystine), peuvent être observés dans les deux cas. Ce qui caractérise les sujets atteints de lithiases rénales c'est la rétention des cristaux dans les voies urinaires hautes (6).

Chez l'homme, ce sont les interactions entre l'épithélium et les cristaux qui sont considérés comme la principale cause de nidation et de formation du calcul dans le rein. L'un des sites privilégiés de cette fixation est la papille rénale qui comporte fréquemment des micro-dépôts calciques intraparenchymateux. La mise en contact, par effraction de l'épithélium, de ces dépôts calciques avec l'urine forme une plaque de Randall qui offre un support à la nucléation hétérogène de l'oxalate de calcium (31).

2. Sursaturation et cristallisation

La nucléation, la croissance et l'agrégation des cristaux ne peuvent se produire que dans des urines sursaturées pour les solutés correspondants.

La sursaturation des urines est le mécanisme fondamental de l'apparition des germes cristallins. Aucune nucléation ne peut se produire au dessous d'un seuil critique de concentration. Ce fait souligne le rôle de la concentration des urines en solutés lithogènes, qui dépend à la fois de leur débit urinaire quotidien et du volume de la diurèse (6).

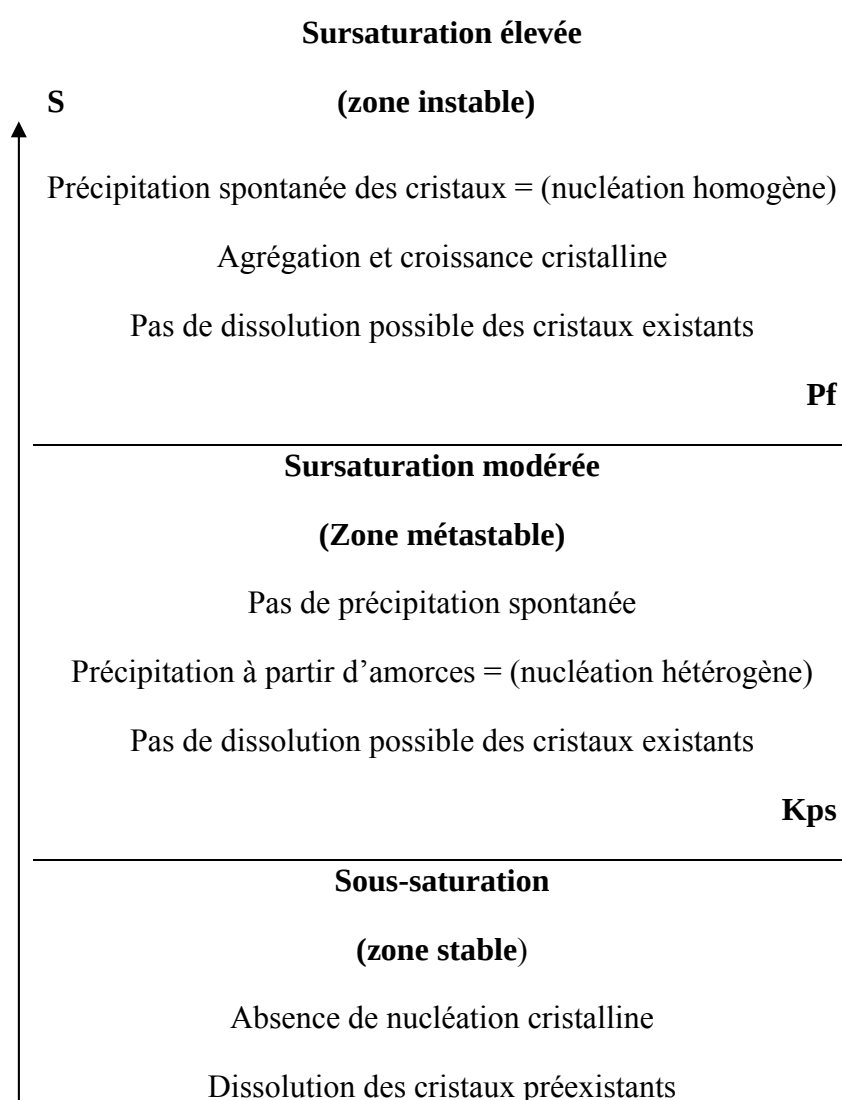
La cristallisation de l'oxalate de calcium a été la plus étudiée chez l'homme car c'est la forme la plus fréquente de lithiase et elle met en jeu les phénomènes les plus complexes (31).

La saturation se définit comme la concentration maximale d'un ou plusieurs solutés au-delà de laquelle toute nouvelle fraction de la substance ajoutée reste insoluble (8). Si des quantités croissantes d'oxalate de calcium et de chlorure de calcium sont introduites dans de l'eau, les ions oxalate et calcium restent en solution jusqu'à une certaine concentration. La solution est dite sous-saturée, aucun cristal d'oxalate de calcium ne s'y forme et les cristaux préexistants se dissolvent. Au-delà d'une certaine concentration, définit comme le produit de solubilité (Kps) de l'oxalate de calcium, des cristaux peuvent se former. La solution est dite sursaturée (6).

Deux degrés peuvent être distingués dans la sursaturation (figure 6). Une zone de forte sursaturation qui correspond à des concentrations très élevées dépassant une valeur définie

comme le produit de formation (PF). Cette zone est instable et on observe la précipitation spontanée de cristaux d'oxalate de calcium par nucléation homogène c'est-à-dire, en l'absence de particules inductrices. Une zone de sursaturation intermédiaire, dite zone métastable, où les concentrations des solutés sont moins élevées. Dans cette zone, il ne se produit pas de cristallisation spontanée mais, l'adjonction d'autres particules comme des cristaux de phosphate de calcium, induit la précipitation de l'oxalate de calcium (6).

Figure 6 : Zones de sursaturation urinaire (6)



A la différence de ce qui se passe dans l'eau, l'état de sursaturation des urines ne dépend pas seulement de leur concentration en calcium et en oxalate. Il dépend également du pH des urines, de leur température et de leur force ionique, elle-même en rapport avec la concentration de l'ensemble des molécules présentes dans l'urine (8).

Une force ionique élevée diminue le degré de sursaturation des urines et exerce ainsi un effet solubilisant. La concentration en oxalate et en calcium est souvent élevée dans les urines mais, la présence de cristaux d'oxalate de calcium est peu fréquente chez les sujets non lithiasiques du fait de la force ionique élevée des urines (6).

La connaissance des conditions urinaires dans lesquelles se forment les calculs permet de mettre en place un traitement médical adapté. Les protocoles médicaux visant à dissoudre les calculs urinaires doivent permettre de transformer l'état de sursaturation des urines en un état de sous-saturation.

Les protocoles visant à prévenir la formation de calcul doivent induire un état de sous-saturation ou, au moins, un état métastable pourvu qu'il n'y ait aucun élément dans les urines permettant une nucléation hétérogène.

3. Les inhibiteurs de la cristallisation

Chez l'homme, les urines sont spontanément sursaturées en oxalate et en phosphate mais possèdent des inhibiteurs naturels qui empêchent la formation d'agrégats cristallins. Grâce à ces inhibiteurs, l'apparition de cristaux se produit à un degré de sursaturation plus important chez les sujets normaux que chez les sujets lithiasiques (6, 31).

Les inhibiteurs naturellement présents dans l'urine ont pour mission physiologique d'empêcher la formation d'agrégats cristallins dans le tubule rénal, où les urines sont spontanément sursaturées en oxalate et en phosphate de calcium. Les inhibiteurs agissent selon deux mécanismes. Les uns, comme les ions citrate ou magnésium, agissent en complexant respectivement les ions calcium et oxalate.

Les autres, qui sont des inhibiteurs proprement dits, agissent en bloquant les sites de croissance des cristaux par adsorption à leur surface. Cette deuxième catégorie d'inhibiteur est constituée par diverses macromolécules dont les principales sont les protéines de Tamm-Horsfall et la néphrocalcine.

Le rôle des inhibiteurs de la cristallisation n'a jamais été évalué chez l'animal mais il est probable qu'il soit le même (6).

C. Classification des lithiases

Un calcul est un amas compact d'une ou plusieurs substances cristallisées.

Selon les éléments minéraux impliqués dans le processus de cristallisation, on distinguera différents types de calculs.

Les plus fréquemment retrouvés sont :

- les calculs de struvites (ou phosphates ammoniaco-magnésiens)
- les calculs composés d'oxalates de calcium (monohydratés ou whewellites, bi-hydraté ou weddellites)
- les phosphates de calcium (brushites ou carbapatites).
- Les calculs d'urates, de cystine ou de xanthine sont plus rarement rencontrés (6, 64).

Les calculs urinaires peuvent être composés de 100% du même type minéral, être constitués de plusieurs types mais avec un noyau central représentant plus de 70% de la totalité (dans ce cas ils sont qualifiés de « composés ») ou encore être constitués de plusieurs types mais aucun ne représente plus de 70% de la totalité et dans ce cas ils sont qualifiés de mixtes (64).

Lorsqu'un calcul est constitué à plus de 70% d'un minéral et que ni noyau, ni enveloppe ne sont retrouvée dans ce calcul, le calcul porte le nom de ce minéral (64).

II- Epidémiologie des lithiases du haut appareil urinaire chez le chien et le chat

A. Prévalence des lithiases du haut appareil urinaire

Si les lithiases vésicales et urétrales sont communes chez le chien et le chat, les lithiases rénales et urétérales sont beaucoup plus rares. Elles représentent, selon les études, de 1 à 4% des lithiases urinaires analysées. Chez l'homme, cette proportion est totalement inversée puisque environ 90% des lithiases ont une localisation rénale ou urétérale (31).

Cependant, depuis la fin des années 80, on observe une nette augmentation du nombre de cas de lithiases rénales et urétérales diagnostiquées chez le chat.

1. Chez le chien

Les premières études épidémiologiques permettant d'établir la prévalence des lithiases du haut appareil urinaire n'ont démarré que dans les années 80.

Entre 1981 et 1997, l'un des plus grands centres vétérinaires d'analyse de calculs urinaires des Etats-Unis (le Minnesota Urolith Center), a mené une étude rétrospective portant sur l'analyse de 77 191 lithiases de chien (64). Etaient répertoriés dans cette étude, le type minéral, la localisation anatomique des lithiases, la race, l'âge et le sexe des chiens. Sur ces 77 191 lithiases, 797 étaient d'origine rénale (soit 1%).

Une deuxième étude, menée entre 1981 et 1992 à l'Université de Californie, révèle une prévalence plus élevée d'environ 4%. L'analyse portait sur 284 néphrolithiases de chien et 62 néphrolithiases de chat (42).

Il n'existe aucune publication récente prouvant une augmentation de la prévalence des lithiases du haut appareil urinaire chez le chien. Mais, la majorité des auteurs s'accordent à dire que la prévalence réelle de cette affection est sans doute plus élevée que celle généralement observée (42, 64).

2. Chez le chat

D'après une étude publiée en 1995, la prévalence des lithiases du haut appareil urinaire était de 5% chez le chat (42). Dans une autre étude, publiée la même année, cette prévalence est de 2.8% (58). Cependant, depuis la fin des années 80, le nombre de cas diagnostiqués chez le chat semble augmenter régulièrement (40).

Cette impression a conduit à mener, aux Etats-Unis, des études épidémiologiques et cliniques ayant pour but de connaître la prévalence réelle des lithiases du haut appareil urinaire chez le chat et d'apporter une expérience clinique sur cette pathologie (33, 34, 40).

Lekcharoensuk C. et al. ont mené une étude rétrospective entre 1980 et 2000 afin de confirmer l'hypothèse que les lithiases du haut appareil urinaire sont de plus en plus fréquentes chez le chat (40).

Dans cette étude, l'analyse épidémiologique est effectuée à partir de deux bases de données.

La première base de données est constituée par le recueil des données cliniques de neuf écoles vétérinaires aux Etats-Unis entre 1980 et 1999. Tous les chats présentés à la consultation dans chacune des neuf écoles sont répertoriés. Au total, 163 999 dossiers de chats sont étudiés. Sont retenus les dossiers pour lesquels des lithiases urinaires sont diagnostiquées, toutes origines anatomiques confondues.

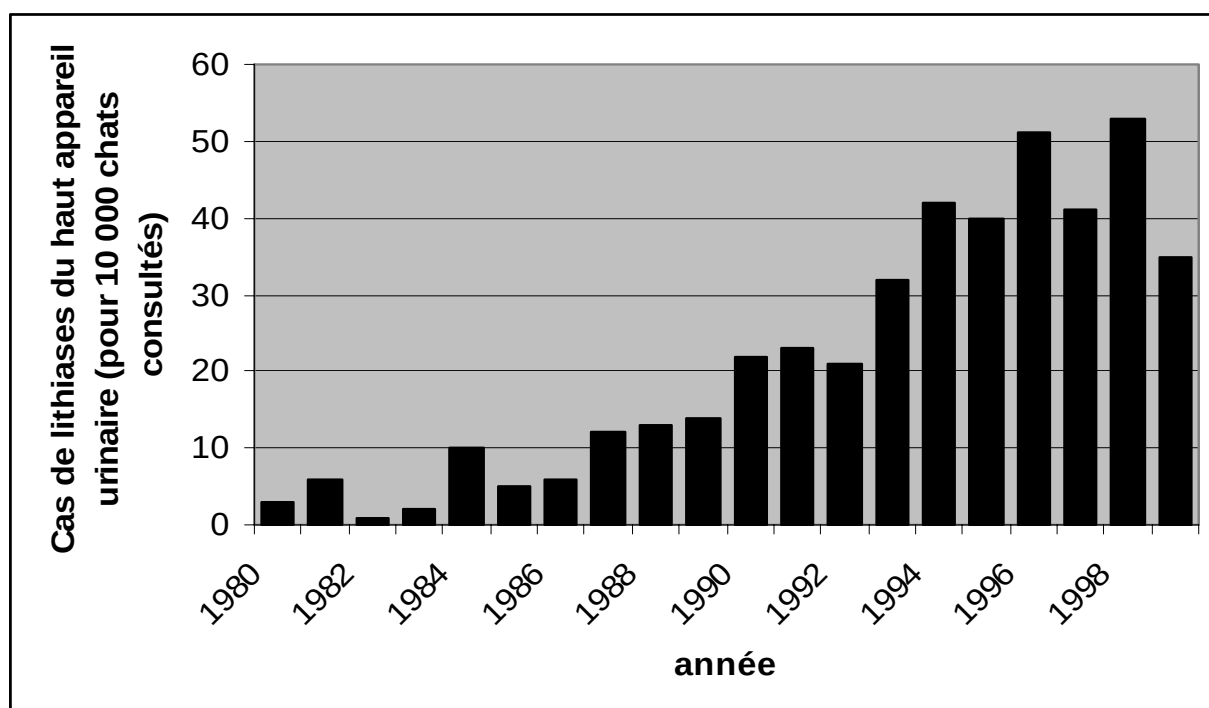
Le tableau 1 expose les résultats obtenus dans les neuf écoles vétérinaires en fonction de la localisation anatomique des lithiases.

Le nombre de cas de lithiase du haut appareil urinaire n'est pas négligeable mais toujours faible par rapport au nombre total de cas de lithiase chez le chat. En revanche, le nombre de cas diagnostiqués chaque année augmente régulièrement dans les neuf universités américaines durant les 20 années d'étude (figure 7).

Tableau 1 : Nombre de cas de lithiases urinaires chez le chat, répertoriés dans neuf écoles vétérinaires aux Etats-Unis entre 1980 et 2000, et leur localisation dans l'appareil urinaire (moyenne rapportée à 10 000 chats toutes pathologies confondues) (40)

	Nombre de cas de lithiase urinaire pour 10 000 chats
localisation dans le haut appareil urinaire uniquement	22
localisation dans le haut appareil urinaire et le bas appareil urinaire	6
localisation dans le bas appareil urinaire uniquement	70

Figure 7 : Moyenne, pour 10 000 chats, du nombre de cas de lithiase du haut appareil urinaire diagnostiqués chaque année chez le chat dans neuf écoles vétérinaires aux Etats-Unis entre 1980 et 1999 (40)



En divisant la période d'étude en deux parties, la moyenne des cas diagnostiqués pour 10 000 chats consultés est de :

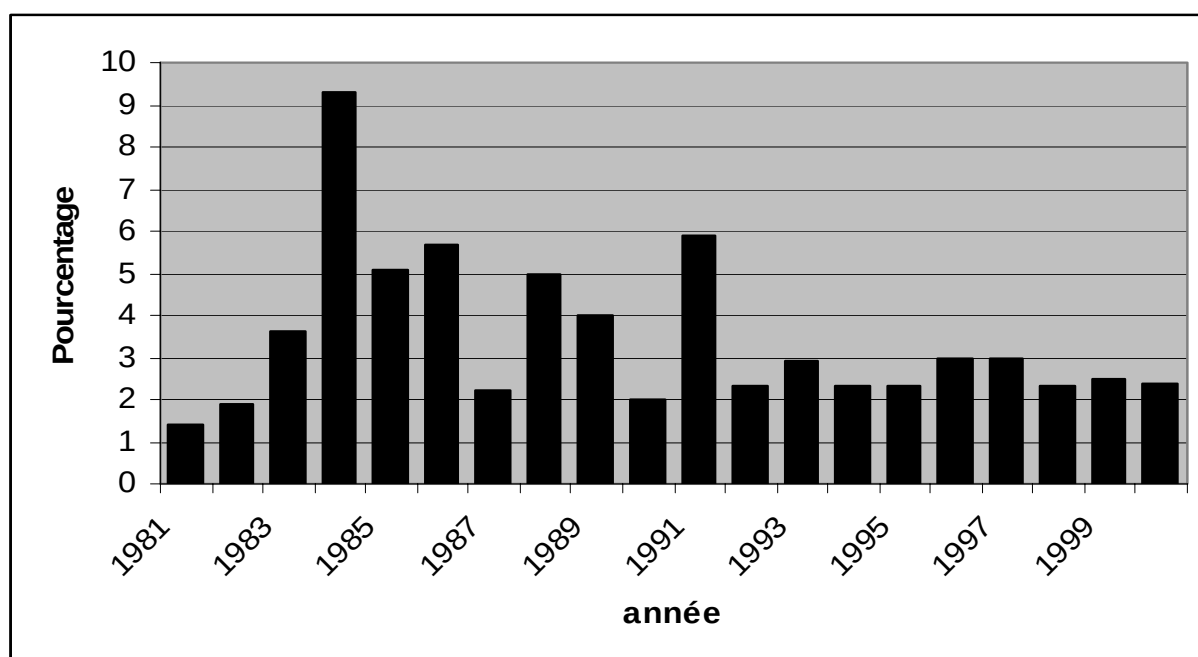
-19 cas pour 10 000 chats entre 1990 et 1999

-68 cas pour 10 000 chats entre 1990 et 1999

La prévalence des lithiases du haut appareil urinaire s'est multipliée par 10 durant les vingt années d'étude.

La deuxième base de données de cette étude est construite à partir des fichiers du centre d'analyse des calculs urinaires du Minnesota entre 1981 et 2000 (40). Ce groupe comprend toutes les lithiases félines soumises à une analyse pendant cette période, toutes origines anatomiques confondues. Sur 32 969 lithiases félines analysées pendant cette période, 864 ont une origine rénale ou urétérale (soit 2.6%). Dans ce cas, lorsque les résultats sont regroupés par année, on n'observe pas d'augmentation du nombre de cas de lithiases rénale et urétérale chez le chat (figure 8).

Figure 8 : Pourcentage de lithiases localisées dans le haut appareil urinaire par rapport au nombre total de lithiases analysées au centre d'analyse des calculs urinaires du Minnesota (40)



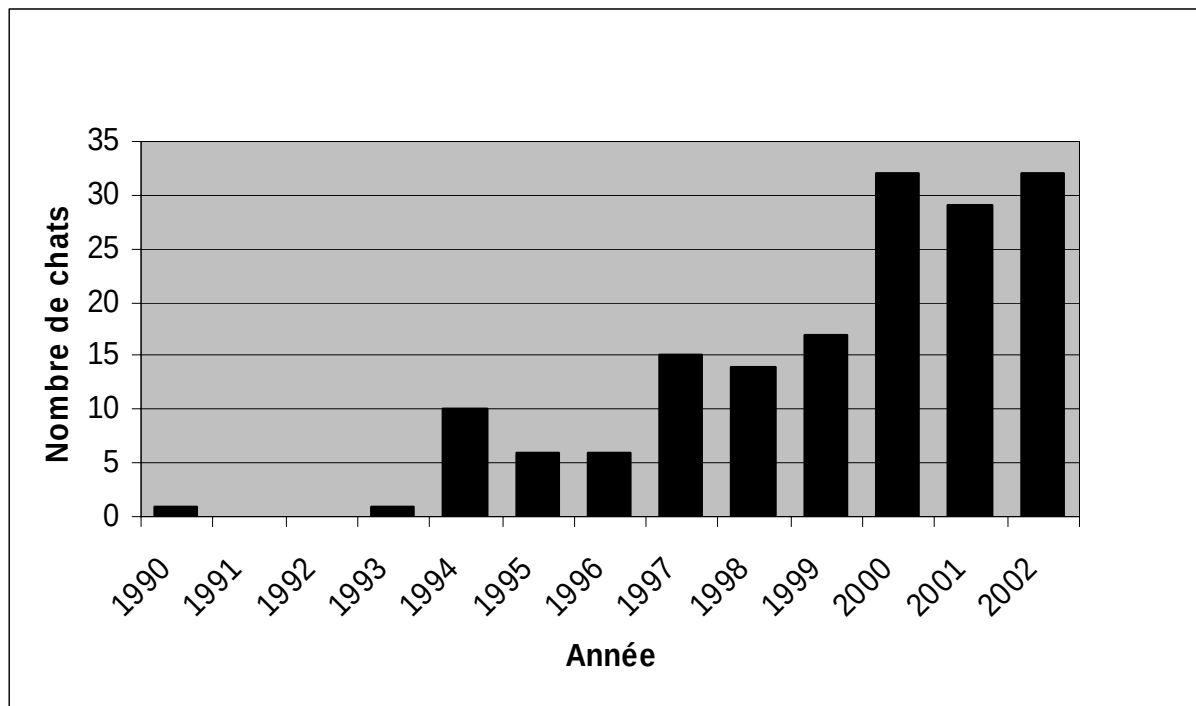
Cette différence peut être attribuée, au moins en partie, à deux raisons. Premièrement, cette deuxième base de données est construite à partir des fichiers d'un laboratoire. Ceci signifie que les résultats ne tiennent compte que des lithiases extraites et soumises à une analyse. Hors, un certain nombre de cas ne sont pas diagnostiqués du fait d'une symptomatologie très frustrante voire absente des lithiases rénales. De plus, l'extraction chirurgicale d'une lithiasé rénale n'est pas toujours l'attitude thérapeutique à envisager. Dans ces cas, elles ne sont pas analysées dans un laboratoire spécialisé (40). Plusieurs auteurs s'accordent à dire que ce phénomène expliquerait pourquoi la prévalence réelle des lithiases du haut appareil urinaire a certainement toujours été plus élevée que ne le laisse paraître les enquêtes épidémiologiques (2, 62, 64).

La deuxième raison expliquant cette différence est que la majorité des lithiases soumises à une analyse par le laboratoire du Minnesota proviennent de cabinets vétérinaires privés. Hors le diagnostic et surtout l'éventuel traitement chirurgical est souvent référé à des cliniques spécialisées pour ce type d'affection. (40)

Kyles A.E. et al. ont également mené une étude rétrospective, récemment publiée, sur les lithiases urétérales chez le chat (33). Cette étude n'a pas été réalisée dans le but de faire une enquête épidémiologique sur la prévalence des lithiases rénale et urétérale mais, dans celui de fournir des éléments cliniques sur cette maladie jusqu'ici peu connue. La constatation a cependant été faite que pendant les 18 années d'étude, le nombre de cas diagnostiqués n'a cessé d'augmenter (figure 9).

Au total 163 cas, diagnostiqués dans deux universités américaine différentes, sont entrés dans l'étude (université de Californie et université de Caroline du Nord). Le premier cas fut diagnostiqué en 1990. Ce nombre a atteint 33 cas en 2002 (32).

Figure 9 : Nombre de cas de lithiases urétérales diagnostiquées chaque année chez le chat dans l'université de Californie (33)



En conclusion, on peut affirmer qu'il existe, depuis une vingtaine d'années, une augmentation régulière du nombre de cas de lithiases du haut appareil urinaire diagnostiqué chez le chat. Cependant, ces récentes enquêtes ne montrent cette augmentation que dans les grandes universités américaines. L'augmentation de cette l'incidence ne reflète peut être pas la situation que l'on observerait en étudiant le nombre de cas diagnostiqués en clientèle privée ou l'incidence réelle des lithiases du haut appareil urinaire chez le chat. (40)

De plus, les lithiases rénales et urétérales ont certainement toujours été sous diagnostiquées. Il est donc impossible de savoir si cette augmentation est due à une plus grande attention portée à cette affection ou s'il existe une réelle augmentation de l'incidence chez le chat (33).

B. Nature des lithiases du haut appareil urinaire.

La proportion des lithiases composées d'oxalate de calcium ne cesse d'augmenter depuis une vingtaine d'année chez les carnivores domestiques. On observe, en parallèle, une diminution régulière de la proportion des calculs de struvite. En revanche, la proportion des autres types minéraux a très peu changé durant cette même période (44, 50).

Cette évolution a largement été décrite pour les lithiases du bas appareil urinaire, localisation la plus fréquente chez le chien et le chat. Dans le haut appareil urinaire, les lithiases composées d'oxalate de calcium ont toujours été majoritaires et leur fréquence ne cesse d'augmenter.

1. Chez le chat

1.1 Prédominance des lithiases oxalo-calciques.

Une étude publiée par Lulich en 1994, présente les résultats d'analyse de 2936 calculs urinaires de chats et leur localisation (tableau 2) (47).

Dans cette étude les calculs de struvite sont globalement majoritaires (62,4%). Mais, on constate qu'en localisation haute, les sels de calcium représentent environ 60% des calculs analysés et ce sont les calculs d'oxalate de calcium les plus fréquents. La proportion de struvite est très faible dans cette localisation.

D'autres études, fondées sur l'étude du type minéral de lithiases du haut appareil urinaire, ont confirmé cette tendance. Le tableau 3 regroupe les résultats des principales enquêtes épidémiologiques menées chez le chat.

Tableau 2 : Analyse de 2936 calculs urinaires de chats : localisation et nature (47)

	Reins et uretères (%)	Vessie et urètre (%)	Localisation inconnue (%)	Total (%)	Total (nombre)
Struvite	4.9	64.2	69	62.4	1832
Oxalate de calcium	40.6	23.7	16.1	23.8	700
Purine	0	5.9	6.5	5.7	164
Cystine	0	0.1	0	0.1	4
Phosphate de calcium	16.8	1.2	3.6	1.8	54
Divers	37.7	4.9	4.8	6.2	182
Total	100	100	100	100	2936

Tableau 3 : Types de calculs du haut appareil urinaire chez le chat (33, 40, 42, 57, 61).

	Osborne 1990 (57)	Osborne et al. 1995 (61)	Ling 1995 * (42)	Lekcharoensuk et al. 2005 (40)	Kyles et al. 2005 (33)
Oxalate de Ca	25%	43%	73%	65%	87%
Phosphate de Ca	22%	15%	34%	?	2%
Struvite	9%	5%	6%	?	0%
Mixte	13%	11%	-	?	11%
Matrice	31%	25%	-	-	-
Composé	0	1%	-	-	-
Calculs analysés	55	113	62	864	93

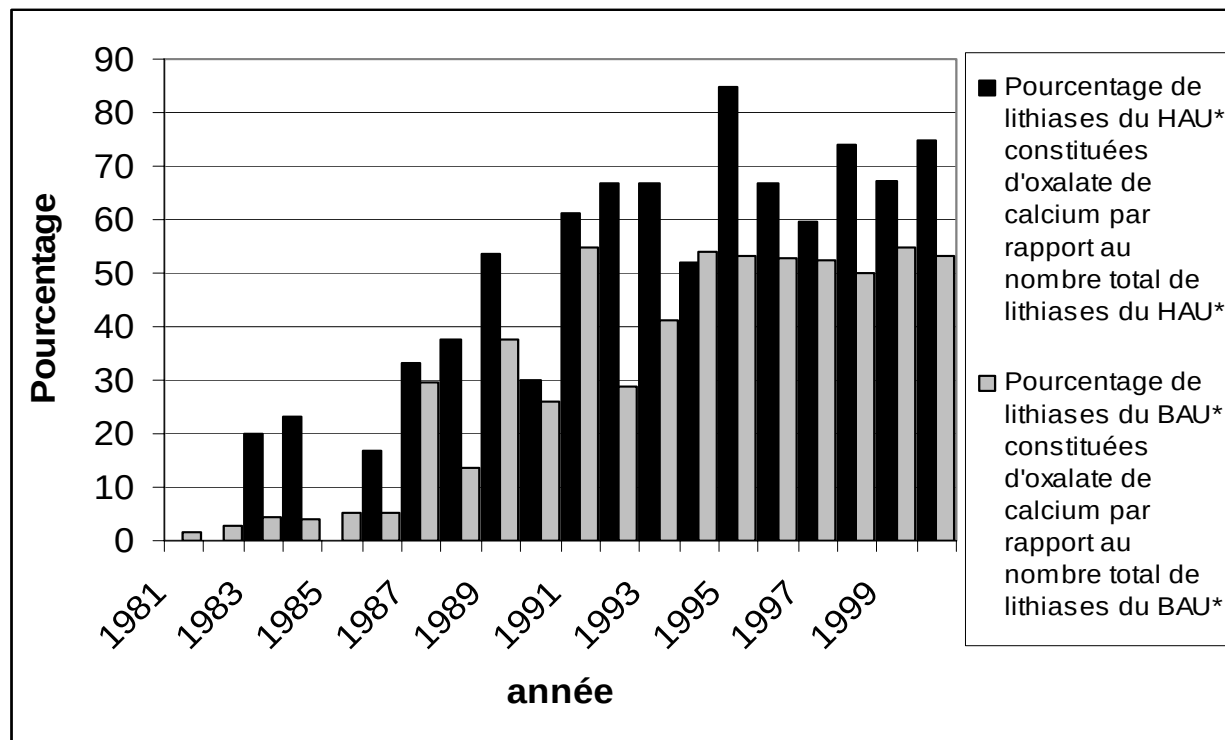
*Dans cette étude, sont répertoriés les calculs contenant un type minéral. Le pourcentage total est donc supérieur à 100%.

Le premier constat est que la très grande majorité des lithiases rénales ou urétérales chez le chat sont des sels de calcium (phosphate et oxalate de calcium). Le principal type étant l'oxalate de calcium. Dans toutes ces études, les calculs mixtes contiennent des sels de calcium.

La deuxième constatation est que la fréquence des calculs composés d'oxalate de calcium ne cesse d'augmenter dans le haut appareil urinaire. De nombreuses études épidémiologiques ont démontré que les calculs d'oxalate de calcium étaient de plus en plus fréquents chez le chat et le chien depuis une vingtaine d'année (26, 43, 44, 58). Ces études reflètent essentiellement la situation épidémiologique des lithiases du bas appareil urinaire, localisation la plus fréquente. L'évolution de la fréquence des lithiases oxalo-calciques est parallèle dans le haut et le bas appareil urinaire chez le chat mais, ce type minéral est largement majoritaire en localisation haute puisque environ 90% des lithiases du haut appareil urinaire contiennent des sels de calcium.

Lekcharoensuk et al. ont montré que l'augmentation de la prévalence des calculs d'oxalate de calcium n'était pas plus rapide dans le haut appareil urinaire. En effet, sur une période de vingt ans, ils ont pu observer une augmentation de la prévalence de 3 à 4% chaque année, toutes localisations confondues (figure 10) (40). Ce type minéral a simplement toujours été le plus fréquent en localisation haute.

Figure 10 : Evolution de la fréquence des lithiases composées d'oxalate de calcium dans le haut appareil urinaire et dans le bas appareil urinaire (40)



*H.A.U : Haut Appareil urinaire

*B.A.U. : Bas Appareil Urinaire

1.2 Augmentation parallèle de la fréquence des lithiases du haut appareil urinaire et des lithiases oxalo-calciques.

L'augmentation de l'incidence des lithiases oxalo-calciques a démarré il y a environ 15 ou 20 ans et de façon plus importante chez le chat (50). C'est pendant cette même période que l'on a constaté l'augmentation de l'incidence des lithiases rénales et urétérales dans cette même espèce. Certains auteurs émettent l'hypothèse que ces deux phénomènes pourraient être liés (33).

Un parallèle peut être fait avec la situation épidémiologique des lithiases chez l'homme. En effet, ce n'est qu'au cours de la seconde moitié du XXème siècle que l'on a assisté à une véritable explosion de la fréquence des lithiases rénales. Il est admis, que cette augmentation est uniquement liée à l'augmentation de fréquence de la lithiase oxalo-calcique qui représente aujourd'hui plus de 90% des lithiases chez l'homme (31). Seuls des facteurs environnementaux peuvent être à l'origine d'une évolution si rapide et principalement, des facteurs alimentaires.

La première hypothèse évoquée afin d'expliquer la localisation préférentiellement rénale des lithiases calciques est directement liée au rôle prépondérant que joue le rein dans la régulation de la calcémie et de la phosphorémie. Une augmentation de l'apport alimentaire entraîne une augmentation de l'excrétion rénale.

Il apparaît légitime de faire le même parallèle entre l'augmentation de la fréquence des lithiases oxalo-calciques et celle des lithiases du haut appareil urinaire chez le chat. Certains auteurs ont avancé cette hypothèse mais il n'existe aucune étude, dans cette espèce, permettant de l'affirmer (40).

2. Chez le chien

Le tableau 4 expose les différentes enquêtes épidémiologiques menées sur le type minéral des lithiases du haut appareil urinaire chez le chien. La seule étude récente, publiée chez le chien, est une étude clinique ne portant que sur un faible nombre de cas (66).

Tableau 4 : Pourcentages respectifs des principaux types minéraux rencontrés dans le haut appareil urinaire chez le chien. (42, 57, 64, 61, 66)

	Osborne et al. 1990 (57)	Osborne et al. 1995 (61)	Ling 1995 (42) *		Ross et al. 1999 (64)	Snyder et al. 2004 (66)
			mâles	femelles		
Oxalate de calcium	24%	39%	33%	35%	38,6%	5/13
Phosphate de calcium	7%	4%	32%	38%	2,3?	1/13
Struvite	29%	34%	38%	58%	33,1%	6/13
Urate	12%	8%	33%	12%	11,8%	0/13
Mixte	13%	8%	-	-	4,3%	1/13
Composés	6%	4%	-	-	7,8%	0/13
Matrice	6%	2%	-	-	0,7%	0/13
Autres	2%	1%	9%	5%	1,3%	0/13
Nombre de calculs analysés	80	226	88	166	797	13

*Dans cette étude, sont répertoriés les calculs contenant un type minéral. Le pourcentage total est donc supérieur à 100%.

Les résultats chez le chien sont plus dispersés. Les types minéraux les plus représentés sont les oxalates de calcium, les struvites et les calculs mixtes. Comme chez le chat, les calculs mixtes de ces études contiennent toujours des sels de calcium.

On observe également une plus grande diversité de la nature des lithiases du haut appareil urinaire. Par exemple, les calculs d'urates, très rares chez le chat, se retrouvent en quantité non négligeable dans le haut appareil urinaire chez le chien. Cette situation reflète celle généralement observée. Les calculs rénaux composés d'urates sont plus fréquemment observés chez le Dalmatien, race prédisposée à ce type de calcul (42).

Selon l'étude de Ling et al., les calculs rénaux de struvite sont plus fréquents chez la femelle que chez le mâle (58% contre 38%). Dans cette étude, les femelles présentaient plus fréquemment, et de façon concomitante, des infections du tractus urinaire (69.3% contre 57% chez les mâles). Les germes identifiés étaient principalement des germes producteurs d'uréase qui favorisent la formation de calculs de struvite (43). Ceci correspond à la répartition généralement observée des calculs urinaires chez le chien. Les calculs de struvite sont plus fréquents chez les femelles que chez les mâles car celles-ci sont plus sensibles aux infections urinaires (26).

Les sels de calcium, et plus particulièrement les oxalates de calcium, sont les types minéraux les plus présents dans le haut appareil urinaire. Bien, qu'ils représentent la quasi-totalité des lithiases à localisation haute chez le chat, ils sont en proportion équivalente à d'autres types minéraux chez le chien.

3. Hypothèses sur l'augmentation de la prévalence des lithiases oxalo-calciques

Il persiste aujourd'hui de nombreuses incertitudes quant à l'étiologie précise de l'urolithiase à oxalate de calcium. Certaines hypothèses sont cependant avancées pour expliquer l'importante part qu'a pris ce type minéral dans les lithiases urinaires des carnivores domestiques.

3.1 Chez l'homme

La lithiase rénale à oxalate de calcium est de loin la maladie lithiasique la plus fréquente chez l'homme. Son incidence n'a cessé d'augmenter depuis les 50 dernières années. Cette augmentation est aujourd'hui principalement attribuée à une modification des régimes alimentaires dans les pays industrialisés et, plus particulièrement, à une plus grande consommation de protéines animales qui augmentent la concentration urinaire d'oxalate et de calcium (31).

Chez l'homme, comme chez l'animal, certaines maladies métaboliques sont reconnues comme favorisant la formation de calculs d'oxalate de calcium. Chez l'homme, une origine génétique a clairement été établie pour des maladies telles que l'hyperoxaliurie primaire ou l'acidose tubulaire rénale distale qui sont à l'origine de la formation de lithiases à oxalate de calcium. Cette relation génétique n'a pas été identifiée chez l'animal mais il est probable qu'elle existe (50).

3.2 Chez l'animal

3.2.1 Race

Chez l'animal, certains facteurs intrinsèques, comme la race, sont mis en cause dans l'augmentation de la prévalence des lithiases oxalo-calciques. Entre 1981 et 1997, le centre d'analyse du Minnesota a diagnostiqué 24 263 chiens atteints de lithiase oxalocalcique. 58% de ces cas n'étaient représentés que par six races (50).

Certains auteurs avancent l'hypothèse que l'augmentation de la fréquence des lithiases oxalo-calciques pourrait être liée à un engouement pour des races prédisposées aux lithiases oxalo-calciques. Ces races sont en effet majoritairement des races de petite taille (Schnauzers nains, Lhasa Apso, Yorkshire terriers, Bichon frisés, Shih Tzus et Caniche nains) (50).

3.2.2 Alimentation

Les facteurs intrinsèques ne peuvent cependant pas expliquer à eux seuls l'étonnante part qu'a pris, en si peu de temps, l'oxalate de calcium dans les lithiases urinaires.

Chez l'animal, l'augmentation de l'oxalate de calcium est surtout concomitante à une diminution de la prévalence des calculs de struvite. De nombreuses hypothèses ont été avancées pour expliquer ce parallèle.

Les traitements médicaux visant à dissoudre les calculs de struvite ont largement été étudiés et sont aujourd'hui très efficaces (50). Le contrôle des facteurs de risque de la formation de calculs de struvite a certainement prédisposé les animaux à la formation de calcul d'oxalate de calcium et l'utilisation massive des régimes alimentaires struvolytiques est souvent la première cause avancée dans l'augmentation de la prévalence des lithiases oxalo-calciques (44, 50).

En effet, les aliments struvolytiques sont des aliments acidifiants, pauvres en magnésium et en phosphore. L'administration de ce type de régime pourrait favoriser la formation de calculs d'oxalate de calcium.

- Rôle du pH

L'acidification des urines favorise la solubilité des calculs de struvite. Bien que la solubilité des calculs d'oxalate de calcium soit moins affectée par la valeur du pH, l'utilisation de régimes acidifiants pourrait favoriser leur formation. Les calculs d'oxalate de calcium se forment en effet préférentiellement à pH acide, entre 6,3 et 6,7 (49).

- Rôle du magnésium

Le magnésium intervient comme inhibiteur de la formation des cristaux d'oxalate de calcium (49). Il existe un antagonisme rénal entre le calcium et le magnésium. Une augmentation du

taux de magnésium dans les urines entraîne une diminution de la calciurie car la réabsorption du calcium est privilégiée. La saturation des urines en calcium diminue ainsi que le risque de formation de cristaux d'oxalate de calcium. De ce fait, l'utilisation de régimes alimentaires dont la teneur est réduite en magnésium pourrait favoriser la précipitation de cristaux d'oxalate de calcium (44, 50).

- Rôle du phosphore.

La restriction phosphorique dans le régime alimentaire conduit à l'activation de la vitamine D (49). L'activation de la vitamine D conduit à une augmentation de l'absorption intestinale du calcium et à une calciurie secondaire qui peut favoriser la précipitation de cristaux d'oxalate de calcium.

Le phosphore a également la capacité d'augmenter la sécrétion urinaire de pyrophosphate qui est un inhibiteur de la formation de cristaux d'oxalate de calcium.

Pour toutes ces raisons, l'utilisation d'aliments struvolytiques intervient comme facteur de risque principal sur la formation des cristaux d'oxalate de calcium. L'utilisation massive de ce type de régime alimentaire pourrait expliquer l'augmentation de l'incidence des calculs composés d'oxalate de calcium (49, 50).

3.2.3 Rôle des bactéries

Chez l'homme, le rôle de certaines bactéries de la flore colique a été incriminé dans la pathogénie de la lithiase oxalo-calcique. A titre d'exemple, il a été démontré que la quantité d'*oxalobacter formigenes* dans le colon de patients atteints de lithiases oxalo-calcique est inférieure à celle de patients indemnes. Cette bactérie, responsable d'une consommation d'oxalate, réduit l'oxaliurie, mécanisme participant à la lithogénèse oxalo-calcique. L'utilisation d'antibiotiques diminue la colonisation colique par *oxalobacter* et pourrait donc favoriser la lithogénèse (29). Ce mécanisme reste inexploré chez le chat et le chien.

C. Facteurs prédisposants

Certains facteurs sont, à l'heure actuelle, considérés comme des éléments prédisposants à la maladie lithiasique. Certains de ces facteurs sont propres aux lithiases du haut appareil urinaire.

1. Race

1.1 Chez le chien

Dans l'ensemble des études publiées, les races ayant le risque le plus élevé de développer des calculs rénaux semblent être (43, 61) :

- le Schnauzer nain
- le Shih Tzu
- le Lhasa Apso
- le Yorkshire terrier
- le Caniche nain.

Ces races correspondent à celles prédisposées à développer des calculs d'oxalate de calcium (43, 61).

D'autres races ont également été identifiées comme ayant un risque non négligeable de développer des lithiases rénales. Ces races sont (61) :

- le Bichon frisé
- le Dalmatien
- le Bulldog anglais

1.2 Chez le chat

Chez le chat, il ne semble pas exister de race prédisposée aux lithiases du haut appareil urinaire. Dans les différentes études, la grande majorité des chats présentant des lithiases rénales sont des européens (43, 61).

2. Sexe

Selon les différentes enquêtes épidémiologiques, les lithiases du haut appareil urinaire semblent atteindre plus fréquemment les femelles que les mâles chez le chien et le chat (tableau 5 et 6).

Tableau 5 : Résultats des différentes enquêtes épidémiologiques chez le chien

Fréquence des lithiases du haut appareil selon le sexe (26, 43,61)

	Ling et al. 1998 ⁽⁴³⁾	Osborne et al. 1995 ⁽⁶¹⁾	Franti et al. 1999 ⁽²⁶⁾
Femelles	69%	55%	67%
Mâles	31%	41%	33%
Sexe inconnu	0	4%	0
Nombre total de lithiases rénales et urétérales analysées	284	226	439

Tableau 6 : Résultats des différentes enquêtes épidémiologiques chez le chat.

Fréquence des lithiases du haut appareil selon le sexe (26, 43, 61)

	Ling et al. 1998 ⁽⁴³⁾	Osborne 1995 ⁽⁶¹⁾	Kyles et al. 2005 ⁽²⁶⁾
Femelles	55%	32%	58%
Mâles	45%	63%	42%
Sexe inconnu	0	5%	0
Nombre total de lithiases rénales et urétérales analysées	62	113	163

3. Âge

Si certains cas de lithiases rénales ont été diagnostiqués chez des animaux de moins de 1 an, il semble que les lithiases rénales et urétérales apparaissent principalement entre 7 et 9 ans chez le chien comme chez le chat. Cette moyenne d'âge correspond à l'âge d'apparition des lithiases oxalo-calciques (39).

Ling et al. ont également montré que les lithiases rénales composées de struvite apparaissaient plutôt entre 4 et 6 ans. Cette moyenne d'âge correspond à l'âge d'apparition des lithiases composées de struvite, toutes localisations confondues. Ils concluent que l'âge d'apparition des lithiases rénales serait d'avantage lié au type minéral en cause qu'à la localisation dans l'appareil urinaire (43).

4. Facteurs métaboliques

Certaines anomalies métaboliques peuvent être à l'origine de la formation de lithiases urinaires. Nous ne développerons dans cette partie que les facteurs métaboliques à l'origine de la formation des 2 types de calculs les plus fréquents : les lithiases oxalo-calciques et les struvites.

4.1 Lithiases calciques

L'étiologie de la formation des lithiases calciques est mal connue. Cependant, tous les facteurs qui affectent la calciurie, l'oxaliurie et la concentration des facteurs inhibiteurs de la cristallisation peuvent être à l'origine de la précipitation de ces cristaux.

La formation de lithiases calciques peut être d'origine idiopathique ou secondaire à une hypercalciurie ou une hyperoxaliurie. Parmi les animaux hypercalciuriques, on distingue les animaux hypercalcémiques des animaux normocalcémiques.

4.1.1 Hypercalciurie

L'excrétion urinaire excessive de calcium contribue de façon significative à la formation de calculs d'oxalate de calcium chez le chien et le chat (6).

a. Associée à une hypercalcémie

L'origine métabolique des lithiases oxalo-calciques peut être une hypercalcémie dont il faut rechercher la cause. L'hypercalcémie provoque un excès de calcium qui dépasse les capacités de réabsorption des cellules tubulaires rénales d'où l'apparition d'une hypercalciurie.

Une étude montre que 35% des chats et 4% des chiens présentant des calculs d'oxalate de calcium sont hypercalcémiques (6). Dans la majorité des cas, la cause de cette hypercalcémie reste inconnue. Lorsqu'une insuffisance rénale est associée à une lithiase calcique, il est difficile de savoir si l'hypercalcémie est à l'origine de la formation de la lithiase ou, si elle est la conséquence de l'insuffisance rénale entraînant un hyperparathyroïdisme secondaire d'origine rénale.

Les causes d'hypercalcémie chez les carnivores domestiques sont nombreuses mais rares sont celles qui ont été mises en relation avec l'apparition de lithiases calciques. L'hyperparathyroïdie primaire est la seule maladie hypercalcémiant ayant été mise en relation avec la présence de lithiases calciques (6, 50). Cette affection reste cependant une étiologie rare des lithiases calciques (6).

b. Sans hypercalcémie.

La régulation calcique résulte de l'action d'une hormone parathyroïdienne (PTH) et du 1,25-dihydroxycholecalciferol (1,25-vitamine D) sur les os, les intestins et les reins. Lorsque le taux de calcium ionisé diminue dans le sérum, l'activité de la PTH et de la 1,25-vitamine D augmente ce qui entraîne une mobilisation du calcium osseux, une augmentation de l'absorption intestinale de calcium et une diminution de la réabsorption par les tubules rénaux. On observe le processus inverse lorsque le taux de calcium ionisé augmente (6, 50).

De ce fait, une hypercalciurie peut apparaître soit lorsque l'absorption intestinale en calcium est trop élevée soit, lors d'un défaut de réabsorption calcique au niveau des cellules tubulaires rénales soit, lorsque la résorption du calcium osseux est excessive (tableau 7). Chez le Schnauzer nain, l'hyperabsorption intestinale semble être le cas le plus fréquent (6).

Tableau 7 : Etiologie de l'hypercalciurie (55).

Hyper-absorption intestinale	Fuite rénale	Résorption squelettique
•Hypophosphatémie •Excès de vitamine D •Déficit alimentaire en magnésium •Idiopathique	•Acidose tubulaire •Excès de protéines alimentaires •Excès de sodium alimentaire •Excès de glucocorticoïdes •Idiopathique	•Hyperparathyroïdisme primaire •Pseudo-hyperparathyroïdisme (syndrome paranéoplasique) •Processus ostéolytique

4.1.2 Hyperoxaliurie

L'acide oxalique forme des ions solubles avec le sodium et le potassium mais des sels insolubles avec les ions calcium. Une excrétion urinaire excessive en acide oxalique peut donc provoquer la formation de calculs d'oxalate de calcium.

Quatre types d'hyperoxaliurie sont décrites chez l'homme : les hyperoxaliuries primaires (origine génétique), les hyperoxaliuries entériques secondaires (origine alimentaire), les hyperoxaliuries toxiques et l'hyperoxaliurie marginale dite idiopathique.

Chez l'animal, l'hyperoxaliurie a été observée chez des chatons nourris avec un régime alimentaire déficient en vitamine B6 (moins de 1 mg/kg d'aliment) (6). L'hyperoxaliurie a également été observée sur un groupe de chats présentant un déficit en une enzyme hépatique impliquée dans le métabolisme des précurseurs de l'acide oxalique (hyperoxaliurie primaire

de type II) (6). L'hyperoxaliurie primaire de type I, d'origine génétique, et les hyperoxaliuries entériques, démontrées chez l'homme n'ont pas été démontrées chez l'animal. L'hyperoxaliurie n'a jamais été identifiée chez le chien (6).

4.1.3 Lithiase calcique idiopathique

Si une origine métabolique doit toujours être recherchée lors de lithiase oxalo-calcique, ce type de lithiase est d'origine idiopathique dans 95% des cas (6).

4.2 Lithiases composées de struvite

4.2.1 Chez le chien

Chez le chien, les calculs de struvite sont, dans la très grande majorité des cas, secondaires à une infection urinaire. Il existe cependant des cas où ces calculs se forment en l'absence d'infection.

a. Infection urinaire à germe uréasique

Dans 60 à 70% des cas de lithiases contenant des cristaux de struvite, une infection urinaire est directement responsable de leur formation. Chez le chien, l'infection est généralement d'origine bactérienne. Dans la plupart des cas, les bactéries à l'origine de la formation de calculs de struvite possèdent la particularité de produire une uréase, mécanisme principal de la lithogénèse.

Le rôle de micro-organismes uréolytiques à l'origine de calculs de struvite est bien établi. L'uréase produite par certains micro-organismes possède la capacité d'hydrolyser l'urée (*staphylococcus spp.*, *streptococcus spp.*, *Klebsiella pneumoniae*, *corynebacterium urealyticum*, *Proteus spp.*) (31). Cette hydrolyse entraîne l'alcalinisation des urines et une production massive d'ions phosphate et d'ammoniac. Il s'en suit une sursaturation des urines en cristoïdes et la précipitation de cristaux de struvite dans des conditions de pH devenues favorables.

Certains uréoplasmes peuvent également causer des calculs de struvite chez le chien (61).

b. Rôle d'une infection ascendante

Les infections rénales peuvent être le résultat d'une infection urinaire associée à un reflux vésico-urétéral. Le reflux vésico-urétéral est une régurgitation de l'urine vésicale dans l'uretère puis dans le rein. Ce reflux peut être primaire (défaut de développement de la valve vésico-urétérale) ou bien secondaire à un trouble acquis de cette jonction (inflammation de la jonction vésico-urétérale, lithiases obstructives, autres uropathies obstructives, uretères ectopiques...). Il peut s'en suivre une néphropathie de reflux caractérisée le plus souvent par un tableau de pyélonéphrite chronique et le développement de lithiases rénales (31).

4.2.2 Chez le chat

De manière naturelle, le chat est protégé contre les infections urinaires. Le pH particulièrement acide, la densité élevée des urines ($> 1,030$) et la forte concentration en urée sont autant de facteurs défavorables à la croissance bactérienne (13). Cette résistance aux infections urinaires fait partie des hypothèses avancées afin d'expliquer la différence dans la répartition des types minéraux aujourd'hui observée entre le chien et le chat. Les calculs de struvite gardent une proportion importante dans les calculs urinaires chez le chien (63).

L'infection urinaire est toutefois possible dans cette espèce mais surtout sur des individus dont les défenses locales sont altérées (anomalies congénitales, tumeurs ou insuffisance rénale qui diminue la densité urinaire) (63). Dans l'étude de Kyles et al. menée sur les calculs urétraux chez le chat, seulement 8% (10/119) des chats présentaient une infection urinaire et le germe le plus fréquemment rencontré était *Escherichia coli* (33).

III- Aspects cliniques

Les connaissances épidémiologiques et cliniques sur les lithiases rénales et urétérales sont relativement récentes en médecine vétérinaire (1993) (35).

La démarche diagnostique consiste à mettre en évidence le calcul, définir ses caractéristiques (nature, taille, localisation...) et rechercher ses conséquences sur l'organisme.

La suspicion clinique d'une lithiase du haut appareil urinaire est souvent délicate étant donnée la symptomatologie souvent frustrante et peu spécifique de cette atteinte.

Les examens d'imagerie permettent d'authentifier les lithiases, de les localiser, de préciser leur caractère radio-opaque ou radio-transparent et d'apprécier leurs retentissements sur les voies urinaires. Ils permettent en particulier d'établir le caractère obstructif ou non des lithiases, élément déterminant dans la conduite thérapeutique.

Les examens biologiques, même s'ils ne permettent pas de poser un diagnostic, sont indispensables pour mesurer l'effet des lithiases sur la fonction rénale.

Préambule : Réponse physiologique lors d'obstruction urinaire haute

- Effets d'une obstruction urinaire sur le taux de filtration glomérulaire

Lors d'une obstruction complète unilatérale, la pression sanguine rénale et la pression urétérale augmentent pendant une heure environ du côté atteint. La pression sanguine commence ensuite à diminuer alors que la pression urétérale continue d'augmenter. Après cinq heures d'obstruction, la pression sanguine continue à diminuer et la pression urétérale commence à baisser. La pression urétérale retrouve une valeur proche de la normale après 24 heures d'obstruction. La pression sanguine du rein continue de diminuer pendant cette période et après 15 jours d'obstruction, la valeur de la pression rénale représente seulement 20% de la valeur normale. Chez le chien, lors d'un épisode obstructif, le taux de filtration glomérulaire augmente dans un premier temps mais diminue ensuite. En revanche, ce taux augmente dans le rein controlatéral (27).

Dans une étude expérimentale menée sur l'obstruction urétérale complète chez le chien, le taux de filtration glomérulaire redevenait normal si l'obstacle était levé dans les 4 jours suivant l'obstruction. En revanche, après 14 jours d'obstruction, ce taux n'était plus que de 46% de la valeur normale. Après 40 jours d'obstruction, le taux de filtration glomérulaire était proche de zéro (27, 34). La capacité du rein à concentrer l'urine redevient normale si l'obstruction dure moins d'une semaine mais est définitivement endommagée après 4 semaines d'obstruction. Lorsque l'obstruction est complète, l'atteinte de la fonction rénale est rapide et souvent irréversible. A l'inverse, si l'obstruction est partielle, les lésions rénales sont souvent moins sévères et la récupération de la fonction rénale est relativement rapide (24).

Les auteurs s'accordent à dire que la recouvrance de la fonction rénale après une obstruction urinaire haute est d'avantage liée à la durée et au degré de l'obstruction qu'aux valeurs du taux de filtration glomérulaire ou des valeurs de la créatininémie plasmatique.

- Hydronéphrose

La plupart des lithiases urétérales sont liées à la migration d'un calcul rénal vers la vessie. Le calcul peut, pendant sa migration, se bloquer dans l'uretère et conduire à une obstruction urétérale partielle ou totale. Cette obstruction est à l'origine d'une accumulation d'urine dans l'uretère en amont de l'obstacle puis dans le bassinet. L'accumulation d'urine provoque une dilatation urétérale et une hydronéphrose secondaire (23).

Une hydronéphrose peut également apparaître lors de calcul rénal par obstruction de l'écoulement dans la cavité pyélique. Cette situation peut n'entraîner aucun symptôme si le rein controlatéral est fonctionnel et les urines stériles (64).

- Obstruction urinaire haute et infection

Les obstructions répétées et l'infection sont les principales complications risquant, à terme, d'entraîner l'altération de la fonction rénale. L'association d'une obstruction urinaire haute et d'une infection est extrêmement délétère pour le rein. L'aboutissement final est le développement d'une pyélonéphrite qui, si elle n'est pas traitée, conduit à l'atrophie puis à la destruction fonctionnelle du rein. L'infection profonde et diffuse du rein peut évoluer vers une septicémie et obliger à la néphrectomie (31, 34).

A. Diagnostic clinique

1. Hétérogénéité des symptômes

Les symptômes cliniques des lithiases rénales et urétérales sont extrêmement variables et souvent peu spécifiques. Ils vont de l'absence de symptômes à des signes d'insuffisance rénale grave.

1.1 Facteurs influençant les manifestations cliniques

Les manifestations cliniques des lithiases du haut appareil urinaire sont dépendantes de nombreux facteurs et les répercussions urinaires ou systémiques sont le résultat de ces différents facteurs (tableau 8).

Tableau 8 : Facteurs influençant les manifestations cliniques des lithiases à localisation haute (64)

-
- ▶ implication d'un seul ou des deux reins
 - ▶ présence ou absence d'obstruction urinaire
 - ▶ implication des uretères, de la vessie ou de l'urètre
 - ▶ immobilité ou migration des lithiases, à l'origine de douleurs
 - ▶ présence d'une infection urinaire concomitante
 - ▶ taille, forme et nombre de lithiases en cause
 - ▶ statut de la fonction rénale
 - ▶ causes sous jacentes à l'origine de la formation de lithiases
-

Les principaux facteurs à l'origine de symptômes sont la présence ou l'absence d'obstruction urinaire et l'aspect unilatéral ou bilatéral de l'atteinte. Ces facteurs sont à rechercher en priorité lors de l'exploration clinique. Ce sont en effet des éléments déterminants dans le choix du traitement.

1.2 Insuffisance rénale associée aux lithiases du haut appareil urinaire

Le tableau clinique des lithiases du haut appareil urinaire dépend, entre autre, de la présence ou non d'une insuffisance rénale. Les études menées sur l'effet de la néphrectomie sur la fonction rénale montrent que cette fonction peut être supportée par un rein unique. De ce fait, l'apparition d'une insuffisance rénale devrait être le signe d'une atteinte lithiasique bilatérale. Certaines données surprenantes chez le chat montrent cependant que cette situation n'est pas la plus fréquente dans le cadre des lithiases du haut appareil urinaire.

1.2.1 Effets de la néphrectomie unilatérale sur la fonction rénale

Les effets de la néphrectomie unilatérale sur la fonction rénale ont été évalués dans une étude portant sur la transplantation rénale en médecine vétérinaire (45).

Dans cette étude, la fonction rénale de 16 chats sains est étudiée après néphrectomie. Le retrait de l'un des deux reins ne semble pas délétère pour le rein restant. Une hyperfiltration compensatrice secondaire au retrait de l'un des deux reins entraîne fréquemment une augmentation modérée de la créatininémie mais, sa valeur se maintient dans l'intervalle de référence classique. La capacité à concentrer les urines reste intacte. Les fonctions rénales de ces animaux sont cliniquement préservées dans les 2 à 5 ans qui suivent l'intervention chirurgicale.

Ces résultats montrent que la fonction rénale peut être supportée par un rein unique et laissent supposer qu'une atteinte lithiasique unilatérale ne devrait pas entraîner d'insuffisance rénale (62).

1.2.2 Etude chez le chat : données surprenantes

Dans l'étude menée par Kyles et al., 58 des 76 chats (soit 76%) présentant une obstruction urétérale unilatérale avaient des taux d'urée et de créatinine supérieurs aux valeurs usuelles alors que le deuxième rein paraissait sain (33). D'autres auteurs ont fait cette observation au cours d'études sur les lithiases du haut appareil urinaire (2, 35).

1.2.3 Hypothèses avancées sur ces résultats

Les hypothèses avancées pour expliquer ces résultats sont (33) :

- qu'il y aurait fréquemment une insuffisance rénale primitive lors de lithiases du haut appareil urinaire
- que les lithiases du haut appareil urinaire pourraient être fréquemment associée à une insuffisance rénale pré-rénale
- qu'une atteinte bilatérale ou une obstruction pourraient fréquemment passer inaperçues.

1.3 Symptômes cliniques les plus fréquents chez le chien et le chat

Le tableau clinique des lithiases du haut appareil urinaire est donc, pour toutes ces raisons, extrêmement variable et très peu spécifique (tableau 9).

Il est fréquent que les lithiases rénales, même bilatérales, ne soient à l'origine d'aucun symptôme. Si les lithiases sont immobiles, de petites tailles et qu'il n'y a pas d'infection urinaire associée, elles peuvent rester en place plusieurs années sans avoir de répercussions sur la fonction rénale (61).

En revanche, les lithiases urétérales sont plus souvent à l'origine de symptômes car elles provoquent fréquemment des obstructions urétérales. D'après une étude de Kyles et al. menée sur 163 chats atteints de lithiases urétérales, 92% étaient à l'origine d'une obstruction (33).

Tableau 9 : Principaux symptômes des lithiases rénales et urétérales chez le chien et le chat (2, 34, 61, 64, 66)

Symptômes urinaires	Symptômes généraux
Absence de symptômes	Absence de symptômes.
Hématurie	Signes d'insuffisance rénale (vomissement, diarrhée, polyuro-polydypsie, amaigrissement, anorexie, léthargie, hypertension)
Dysurie, pollakiurie (lors d'infection urinaire associée)	
Infections urinaires persistantes	Douleur abdominale (modérée ou aiguë)
Incontinence	Hyperthermie ou hypothermie
Symptômes de pyélonéphrite (lors d'obstruction urinaire associée à une infection)	Tachycardie (en cas de douleur)
	Néphromégalie (lors d'hydronéphrose)

2. Symptômes cliniques : différence entre le chien et le chat

2.1 Particularités du chien

En général, le tableau clinique diffère entre le chien et le chat. Chez le chien, les symptômes incluent des anomalies urinaires (hématurie, polyurie), des infections urinaires persistantes, des signes d'insuffisance rénale ou une douleur abdominale.

La douleur abdominale semble être un symptôme majeur dans cette espèce (66). Dans une étude menée par Snyder et al., sur 16 chiens présentant des lithiases urétérales, le symptôme clinique le plus fréquent était la douleur abdominale (13/16) (66). Au contraire, dans une deuxième étude menée sur 11 chats présentant la même pathologie, seulement 1 chat présentait une douleur abdominale à l'examen physique (33).

La manifestation clinique la plus typique de lithiase rénale ou urétérale chez l'homme est la colique néphrétique. Cette douleur lombaire très intense et souvent d'apparition aiguë est quasiment pathognomonique d'une maladie lithiasique chez l'homme (31). Chez l'animal, des signes pouvant être comparés à une colique néphrétique ont été rapportés dans de rares cas mais les signes cliniques sont en général plus frustres (27, 33).

2.2 Particularités du chat

Les études cliniques récentes s'accordent à dire que les signes cliniques sont particulièrement peu spécifiques chez le chat.

Dans cette espèce, les manifestations les plus fréquentes sont, une diminution de l'appétit, une léthargie ou un amaigrissement (27, 33). L'hématurie est également un symptôme fréquent et est parfois le seul (14).

La difficulté, surtout chez le chat, est de diagnostiquer la lithiase avant qu'elle n'altère définitivement la fonction rénale. Kyles et al. suggèrent dans leur étude que les chats suivis de façon chronique pour des symptômes peu spécifiques devraient subir une radiographie abdominale de contrôle afin d'écarter l'hypothèse d'une lithiase rénale ou urétérale (34). Aujourd'hui, la majorité des cas sont diagnostiqués lorsque l'atteinte concerne les deux reins et que des signes d'insuffisance rénale apparaissent (2).

B. Examens complémentaires

Les examens complémentaires ont plusieurs objectifs. Ils permettent tout d'abord de détecter la ou les lithiases et de préciser ses caractéristiques (nombre, localisation, taille et forme).

Ils permettent ensuite de préciser les éléments qui permettront de mettre en place un traitement adapté c'est-à-dire, la nature du calcul et les complications qui lui sont associées. En particulier, ces examens doivent permettre de définir le caractère obstructif ou non des lithiases, élément fondamental pour le choix thérapeutique.

1. Examens d'imagerie

1-1 Radiographie abdominale

1-1-1 Radiographie sans préparation

a. Technique

Pour rechercher une lithiasse du haut appareil urinaire, l'examen radiologique comporte toujours un cliché de face et un cliché de profil prenant l'ensemble de l'appareil urinaire. En effet, l'appareil urinaire est en partie dissimulé par du contenu digestif si l'animal n'est pas à jeun (51). Les lithiases, surtout en localisation urétérale, peuvent être masquées. Les deux incidences permettent également une meilleure localisation des calculs. Par exemple, les lithiases situées dans la portion rétro-péritonéale de l'uretère sont mieux visibles sur une vue de profil mais elles sont difficiles à latéraliser dans cette localisation car les uretères peuvent se superposer (33).

b. Radio-opacité des lithiases

La visualisation des lithiases sur une radiographie sans préparation dépend de leur caractère radio-opaque, de leurs tailles et de leurs localisations (21). La radio-opacité d'un calcul constitue une aide pour déterminer sa nature. Ce caractère est cependant peu discriminant à lui seul.

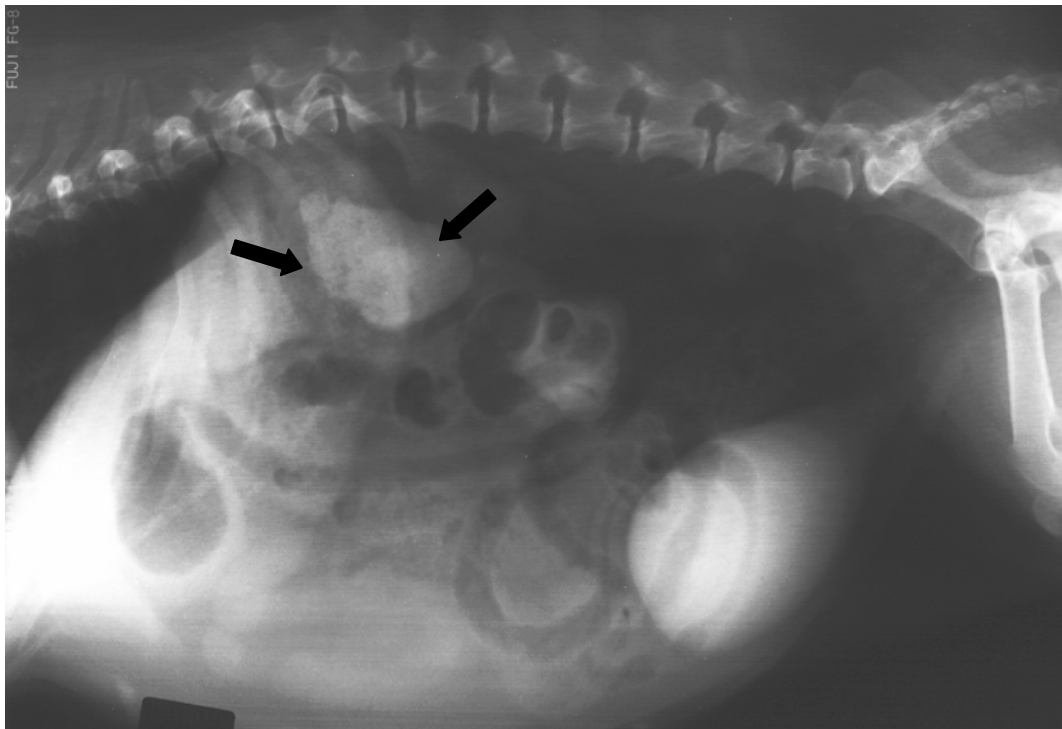
Le tableau 10 donne les caractéristiques radiographiques des différents types de lithiases rencontrées chez le chat et le chien.

Tableau 10 : Aspect radiographique des différents types de calculs rencontrés chez le chat et le chien (28)

Type minéral	Radiodensité	Aspect
Struvite	+ à +++	Surface lisse ; forme ronde ou géométrique à facettes, peuvent épouser la forme de la cavité pyélique lorsqu'ils sont dans le rein
Oxalate de calcium dihydraté	++++	Surface souvent rugueuse, forme ronde à ovale (parfois en forme d'oursin)
Oxalate de calcium monohydraté	+++	Surface souvent lisse, forme ronde (parfois en forme d'oursin)
Phosphate de calcium	++++	Surface lisse, forme ronde ou géométrique à facettes
Urate d'ammonium Acide urique	0 à ++	Surface lisse, parfois irrégulière, forme ronde à ovale
Cystine	+ à ++	Surface lisse, généralement de petite taille et de forme ronde ou ovale
Calculs mixtes et composés	+ à ++++	Leur forme varie selon leur composition
Matrice protéique	0 à +	Généralement de forme ronde, mais elle peut dépendre de la localisation (épouse la forme de la cavité pyélique dans le rein)

Tous les calculs contenant du calcium sont franchement radio-opaques. En revanche, les calculs d'acide urique pur et de xanthine sont radio-transparents et ne seront visibles qu'à l'échographie, l'urographie intraveineuse ou le scanner. Les calculs rénaux de grande taille sont très souvent des calculs de struvite induit par un germe producteur d'uréase (figure11.) (21).

Figure 11 : Volumineux calcul rénal composé de struvite chez un chien (image : Unité fonctionnelle d'imagerie ENVA)



Selon les critères épidémiologiques déjà décrits, plus de 90% des lithiases rénale et urétérale contiennent des sels de calcium et sont donc généralement visibles sur un cliché radiographique sans préparation.

Cependant, le caractère radio-opaque d'une lithiase ne suffit pas à sa visualisation. Les lithiases de trop petites tailles ou celles masquées par du contenu digestif ne peuvent pas être mises en évidence. D'après Snyder et al., une étude de Lulich et al. montre que les calculs urinaires ayant une taille inférieure à trois millimètres ne sont pas visibles sur un cliché radiographique (66).

c. Intérêts et limites de la radiographie abdominale

La radiographie sans préparation est le premier examen complémentaire à réaliser en cas de suspicion de lithiase rénale ou urétérale. Elle permet d'authentifier l'existence d'une lithiase, de déterminer le nombre, la localisation, la taille, l'aspect et la radio-opacité des calculs. La taille, la forme et la radio-opacité d'un calcul sont des éléments intéressants pour la prédiction du type minéral. La radiographie permet également d'observer certaines répercussions des lithiases comme une néphromégalie (en cas d'hydronéphrose) et parfois un méga-uretère (51). Les reins sont généralement bien visibles sur un cliché sans préparation mais, les uretères ne sont jamais visibles s'ils sont normaux (3).

Kyles et al. ont effectué une étude clinique cherchant à établir la sensibilité de l'examen radiographique dans le diagnostic des lithiases urétérales chez le chat (33). La sensibilité est calculée à partir des cas de lithiases urétérales diagnostiquées par radiographie abdominale et confirmées par chirurgie ou autopsie. Toutes les lithiases de cette étude étaient radio-opaques. La sensibilité du diagnostic par radiographie est de 81% dans cette étude (61/75 chats). Cependant pour 12 de ces 61 cas (soit 20%), l'interprétation radiologique du nombre et de la latéralisation des lithiases n'a pas été confirmée lors de la chirurgie ou de l'autopsie. Ceci peut être expliqué par des critères de taille cités précédemment ainsi que par la difficulté à latéraliser les lithiases urétérales situées en région rétropéritonéale. Dans cette localisation les calculs sont peu visibles sur une vue de face (3, 33).

Les lithiases rénales et urétérales doivent également être distinguées d'autres images calcifiées qui pourraient porter à confusion. Ces structures sont regroupées dans le tableau 11.

Tableau 11 : Structures radiodenses pouvant être confondues avec des lithiases rénales ou urétérales (64)

-
- ▶ Néphrocalcinose
 - ▶ Contenu intestinal radiodense
 - ▶ Calcification de nœuds lymphatiques
 - ▶ Métaplasie osseuse
 - ▶ Lithiases biliaires
-

La radiographie abdominale présente un intérêt majeur pour authentifier et caractériser les lithiases mais, elle possède des limites. Elle ne permet pas la détection de lithiases de trop petite taille et ne renseigne pas sur le caractère obstructif de l'urolithe. Les signes d'obstructions sont indirect (néphromégalie, asymétrie des reins, mégauretère) et ne peuvent s'observer que si la dilatation est marquée ce qui interdit un diagnostic précoce si le calcul n'est pas visible (51, 64).

1.1.2 Urographie intraveineuse (UIV)

a. Technique

L'urographie intraveineuse (UIV) consiste en une injection, par voie intra veineuse, d'un produit de contraste iodé. Ce produit est éliminé par le rein sans réabsorption ni sécrétion.

Une diète de 24 heures ou, un lavement, est conseillé avant l'examen afin d'éviter la présence de selles dans le colon qui gênerait l'interprétation. Aucune anesthésie n'est normalement nécessaire (51).

Le produit de contraste est injecté à la dose de 800 mg/kg. Cette dose peut être doublée si la fonction rénale est altérée. Quatre clichés radiographiques sont pris en décubitus ventro-dorsal à différents intervalles de temps (entre 5 et 20 secondes, à 5 minutes, à 20 minutes et à 40 minutes). Un cliché supplémentaire est pris à 5 minutes en décubitus latéral.

Dans un premier temps, on observe le néphrogramme (quelques secondes après l'injection). Il correspond au temps pendant lequel les vaisseaux rénaux sont infiltrés par le produit rendant visible l'ensemble du parenchyme rénal (28).

Dans un deuxième temps, le pyélogramme (entre 5 et 10 minutes après l'injection) (Figure 12). Il correspond au temps pendant lequel sont mis en évidence les organes collecteurs de l'urine et la cavité pyélique.

Dans un troisième temps, l'urétérogramme (entre 10 et 40 minutes après l'injection) (Figure 13). Temps pendant lequel sont mis en évidence les uretères. Les uretères ne sont jamais visibles sur toute leur longueur à cause du péristaltisme urétéral (28).

Figure 12 : Urographie intraveineuse : Pyélogramme.

Image normale sur une radiographie de face chez un chien. Rein gauche (19)

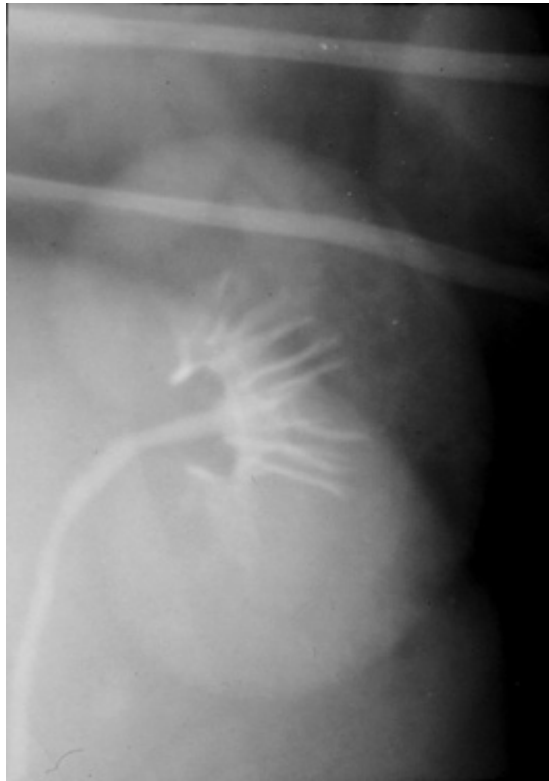


Figure 13 : Urographie intraveineuse : Urétérogramme.

Image normale. Radiographie de profil chez un chien (19)



b. Intérêts et limites de l'urographie intraveineuse

Cet examen présente de multiples intérêts par rapport à la radiographie sans préparation. Il permet tout d'abord d'avoir une vue d'ensemble sur l'appareil urinaire et de visualiser les uretères (2, 51). Il est le meilleur moyen d'identification d'une éventuelle anomalie anatomique à l'origine d'une stase urinaire qui favorise la formation de lithiases. Le néphrogramme et le pyélogramme donnent des informations supplémentaires sur la vascularisation du rein, sur sa taille et sur la présence ou non d'une hydronéphrose (51).

- diagnostique d'une obstruction urinaire par UIV

L'UIV peut permettre de diagnostiquer une obstruction partielle ou totale par une lithiasse radio-transparente. La présence d'une lithiasse radio-transparente se traduit par des images par soustraction dans le produit de contraste. Une obstruction est révélée par un arrêt ou un retard dans l'écoulement du produit de contraste. Elle est en général associée à une dilatation de l'uretère et de la cavité pyélique (figure 14) (51).

Figure 14 : Urographie intraveineuse. Vue de face du rein droit. Dilatation du bassinet, des diverticules et de l'uretère. Hydronéphrose modérée (19)



Cependant, lorsqu'une telle dilatation est observée, distinguer une cause obstructive d'une cause non obstructive peut s'avérer difficile si aucun élément obstructif n'est mis en évidence. En effet, une dilatation très importante d'un uretère représente un large réservoir d'urine qui dilue le produit de contraste. Ceci rend le produit très peu opaque et diminue la visibilité (51). De plus, lors d'une importante dilatation de l'uretère, le flot d'urine est fortement ralenti et peut mimer une obstruction.

- Le débit de filtration glomérulaire

Les produits de contraste injectés ont une cinétique d'élimination proche de l'inuline et peuvent être utilisés pour la mesure du débit de filtration glomérulaire. L'intensité de l'opacification des reins au cours des premières minutes de l'examen est en relation étroite avec le taux de filtration glomérulaire. Ceci apporte des éléments sur la fonctionnalité du rein. Un animal en insuffisance rénale aura une opacification faible, voire nulle, alors qu'un animal ayant une fonction rénale normale aura une opacification forte (20).

Malheureusement, le degré d'opacification des reins ne peut être mesuré avec beaucoup de précision sur les radiographies et l'appréciation de la fonction glomérulaire n'est que qualitative et souvent très approximative (20). Il est fréquent que le haut appareil urinaire soit mal opacifié lors d'une UIV ce qui ne signifie pas obligatoirement qu'il existe des lésions rénales irréversibles.

Un deuxième inconvénient majeur de cette technique réside dans l'impossibilité d'étudier le système collecteur du rein lorsque l'animal présente une oligurie ou une anurie. L'efficacité de l'UIV est en effet dépendante de la pression sanguine dans le rein et du degré de filtration glomérulaire (2). Hors, l'oligurie ou l'anurie sont des conséquences fréquentes d'obstruction urinaire.

- Complications

Si les complications liées à cet examen sont rares, il peut cependant entraîner une hypotension, un choc anaphylactique ou une insuffisance rénale aiguë. Ce produit, injecté par voie intra veineuse, aurait un effet cytotoxique sur le rein et pourrait entraîner une ischémie rénale dans certains cas. Il peut également être à l'origine d'une diminution du débit de filtration glomérulaire (2). La majorité des publications chez l'animal ne considère pas que

l'insuffisance rénale soit une contre indication à l'injection de produits de contraste iodé. Cependant, des études menées chez l'homme ont démontrées que l'insuffisance rénale était le principal facteur de risque d'apparition d'une néphropathie sévère induite par les produits de contraste iodés (2).

Depuis que l'utilisation de l'échographie est devenue courante en médecine vétérinaire, l'UIV est beaucoup moins utilisée. Dans l'étude de Kyles et al., la sensibilité de diagnostic des lithiases rénales et urétérales lorsque la radiographie et l'échographie sont associées atteint 90% (33). Ces examens présentent l'intérêt d'être rapides et non invasifs. Dans la plupart des études cliniques publiées, l'UIV est peu utilisée lorsque la radiographie et l'échographie suffisent au diagnostic et au bilan d'extension c'est-à-dire, dans la majorité des cas. Les éléments cliniques qu'elle apporte ne sont pas suffisants par rapport aux effets secondaires qu'elle peut entraîner (2, 33).

En pratique courante, l'UIV reste utilisée régulièrement. C'est un examen facile à réaliser en clientèle privée et son intérêt est majeur lorsque l'échographie n'est pas disponible. De plus, malgré le développement de l'échographie en médecine vétérinaire, il reste des cas où le diagnostic n'est possible que par l'injection de produits de contraste par exemple, lors de lithiases urétérales non radio-opaques et difficiles à localiser par échographie (27).

1.2 Examen échographique

L'échographie, examen rapide et non invasif, est un examen précieux pour le diagnostic et la surveillance des lithiases rénales et urétérales.

Elle présente plusieurs intérêts comme de pouvoir visualiser aussi bien les calculs radio-transparents que les calculs radio-opaques, de détecter les calculs de petites tailles et d'observer rapidement les répercussions des lithiases sur l'appareil urinaire (2).

1-2-1 Lithiases rénales

Les calculs forment, à l'échographie, des échos très intenses avec une ombre acoustique (figure 15). L'identification d'une lithiase par cet examen présente souvent peu de difficulté d'autant plus si le calcul est volumineux (20). Ceci est particulièrement vrai pour les calculs situés dans les reins qui sont des formations anatomiques que l'échographie permet d'explorer de façon complète. La sensibilité de cet examen reste cependant dépendante du manipulateur.

Figure 15 : Echographie rénale : calcul rénal.

Rein en coupe longitudinale. Image hyperéchogène suivie d'un cône d'ombre (19)



Il faut tout de même différencier des calculs de petites tailles d'autres images calcifiées citées précédemment ou de zones hyperéchogènes correspondant à du tissu fibreux, des vaisseaux ou de la graisse dans la région du bassinet (20).

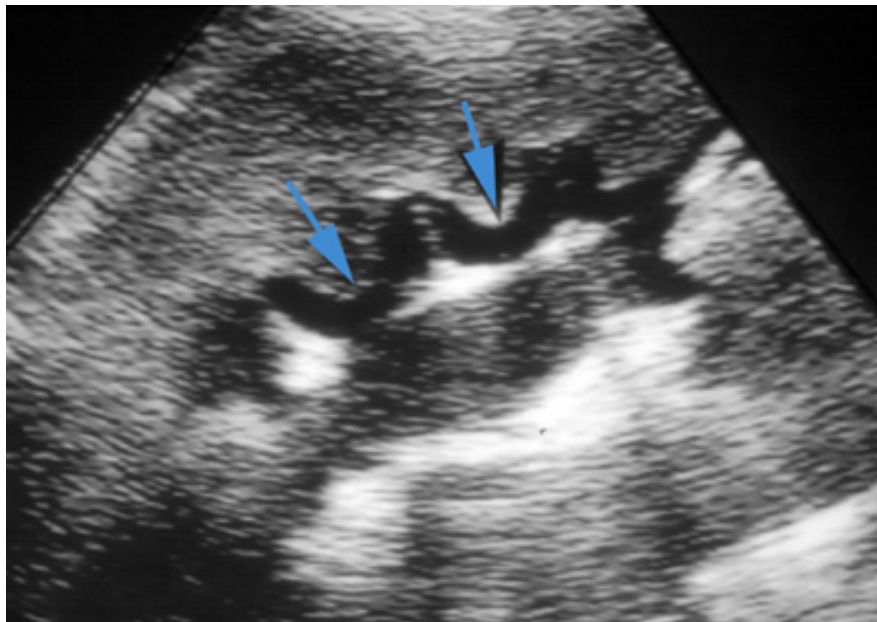
L'échographie présente également l'avantage de pouvoir observer la structure interne des reins et d'identifier d'éventuelles anomalies du parenchyme rénal pouvant être associées à une lithiase rénale (signes de pyélonéphrite ou d'hydronéphrose) (51).

1.2.2 Lithiases urétérales

Les lithiases urétérales sont parfois plus difficiles à mettre en évidence par cet examen d'imagerie. L'uretère n'est visible à l'échographie que s'il est dilaté et il est, dans tous les cas, difficile à suivre sur toute sa longueur car sa partie caudale est masquée par d'autres formations anatomiques (36, 51). Ainsi, un calcul ayant atteint la partie caudale de l'uretère ne peut pas toujours être identifié car sa visualisation dépend de l'importance de la dilatation urétérale, de la taille de l'animal, de l'interférence avec le colon et de la taille de la vessie. Une vessie pleine offre une bonne fenêtre échographique sur les structures situées caudalement (20). Le seul signe échographique de la présence d'une lithiasé urétérale peut n'être qu'une dilatation urétérale et pyélique (figure 16).

L'utilisation de l'échographie a largement augmenté la capacité à détecter rapidement une dilatation, même modérée, des cavités pyéliqués ou des uretères qui sont des signes fréquemment associés à une obstruction (36).

Figure 16 : Echographie rénale. Rein en coupe longitudinale. Hydronéphrose modérée (19)



Cependant, comme décrit précédemment, il existe des causes obstructives et des causes non obstructives de dilatation urétérale. Si une cause évidente d'obstruction n'est pas mise en évidence, il est difficile de différencier les deux par échographie (2, 36). Dans l'étude de Kyles et al. déjà citée, la sensibilité de l'échographie dans le diagnostic d'une dilatation urétérale et pyélique est de 100% alors que la sensibilité dans le diagnostic des lithiases urétérales n'est que de 77% (33). Cette différence s'explique par le fait que la dilatation de l'uretère n'atteint pas toujours le site du calcul et celui-ci devient difficile à visualiser.

1.2.3 Echographie doppler

L'échographie doppler pourrait être une technique utile pour différencier une dilatation obstructive d'une dilatation non obstructive. Les études menées sur l'utilisation de cet examen sont très récentes chez l'homme et encore plus chez l'animal (20).

L'intérêt de cette technique est fondé sur l'effet délétère qu'a une obstruction urinaire sur la pression sanguine des artères rénales.

Une obstruction urinaire provoque une augmentation de la pression intra pyélique et, après 18 à 24 heures, une vasoconstriction des artères rénales. Cette vasoconstriction peut être repérée par effet doppler grâce à la mesure de l'index de résistivité. L'index de résistivité, qui représente la différence de vitesse entre la systole et la diastole divisée par la vitesse en systole, augmente lors d'obstruction urinaire (20).

Malheureusement, cet index est peu sensible car beaucoup d'animaux présentant une affection rénale ont un index de résistivité normal. Cependant, l'observation d'une différence entre les index de résistivité des deux reins associée à une dilatation urétérale et pyélique est en faveur d'une cause obstructive. Des études supplémentaires sont nécessaires pour savoir si cet examen peut être rendu plus sensible par l'utilisation de diurétique par exemple (51).

1.3 Pyélo-urétérographie descendante

La pyélo-urétérographie permet d'étudier les voies excrétrices de façon antégrade par la pose d'un cathéter de néphrostomie percutanée placé sous échographie dans des cavités rénales généralement dilatées (2).

1.3.1 Technique

Cet examen s'effectue sous anesthésie générale. Il est en général précédé d'une radiographie de l'ensemble de l'appareil urinaire, afin de régler les constantes de l'appareil, ainsi que d'un examen échographique afin de juger de la dilatation pyélique et urétérale. La mise en place du cathéter de néphrostomie se fait après une préparation chirurgicale du site par une approche ventro-latéral en maintenant fermement le rein. Le cathéter de néphrostomie est introduit, sous guidage échographique, dans le cortex rénal puis dans le bassinet avec un angle perpendiculaire à la capsule rénale. Selon la dilatation du bassinet, 1 à 2 ml d'urine sont aspirés du rein pour effectuer des examens urinaires. Une quantité de produit de contraste iodé, équivalente à la quantité d'urine aspirée, est injectée dans le bassinet. Le cathéter de néphrostomie est ensuite retiré. Le bassinet et l'uretère sont visualisés immédiatement par une série d'image sous radioscopie et radiographie (figure 17) (2).

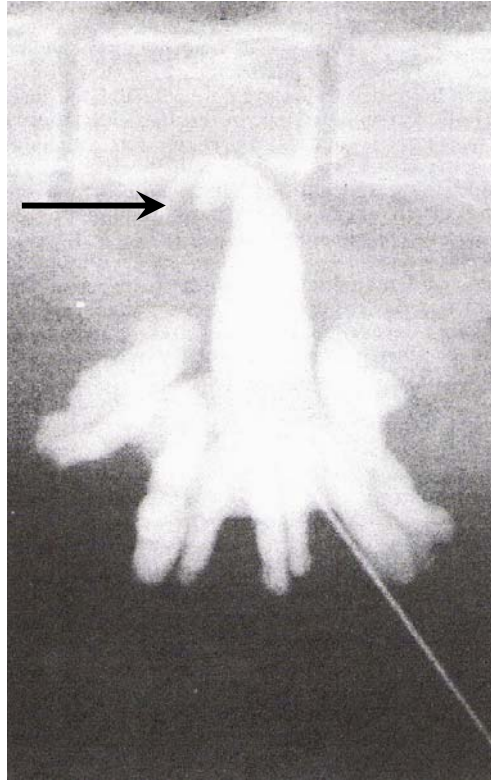
1.3.2 Indications

Le recours à cet examen peu parfois être nécessaire dans le cas de lithiases urétérales. Une étude montre en effet que la sensibilité et la spécificité de cet examen dans le diagnostic et la localisation d'une obstruction urétérale sont meilleures que celles de la radiographie et de l'échographie (2). Dans cette étude, 18 uretères obstrués sont explorés par la pyélographie. La sensibilité et la spécificité de cet examen sont de 100% lorsque le résultat est interprétable.

Par rapport à l'urographie intra-veineuse, la pyélographie diminue le risque de néphropathie induite par le produit de contraste iodé car le produit n'est pas injecté par voie intra-veineuse. Le remplissage du système collecteur du rein est meilleur par cette technique et ne dépend pas de la fonction rénale.

Figure 17 : Pyélographie.

Radiographie. Rein de chat, vue de profil. Dilatation du bassin et de l'uretère proximal. La flèche montre un défaut de remplissage de l'uretère dû à une obstruction (2)



1.3.3 Inconvénients de la pyélographie

Cet examen présente cependant plusieurs inconvénients. Il nécessite une anesthésie générale, il est invasif et les résultats ne sont parfois pas interprétables. En effet, la réalisation de cet examen peut entraîner des fuites du produit de contraste dans la cavité abdominale qui rendent souvent l'image ininterprétable (figure 18).

Dans l'étude citée précédemment, ce problème s'est posé pour 8 animaux sur 18 et a empêché un diagnostic dans 5 cas. La pose du cathéter de néphrostomie peut également provoquer des hémorragies rénales (1 cas sur 18 dans cette étude) (2).

Figure 18 : Pyélographie. Fuite de produit de contraste dans la cavité abdominale (2)



1.4 Examen tomodensitométrique

L'association de la radiographie et de l'échographie permet de diagnostiquer la grande majorité des lithiases du haut appareil urinaire et ces examens suffisent en général pour apprécier les répercussions sur l'appareil urinaire. De ce fait, même si ses indications sont larges, la tomodensitométrie présente peu d'intérêt en médecine vétérinaire en examen de première intention. C'est en effet un examen coûteux, peu accessible et qui nécessite une anesthésie générale chez l'animal (46).

Cependant, le recours à la tomodensitométrie est parfois nécessaire pour le diagnostic de certaines lithiases urinaires car sa sensibilité à détecter des calculs de très petite taille est supérieure à celle de l'échographie ou de la radiographie (33). Il permet de visualiser les calculs, de les dénombrer et de les localiser de façon précise dans l'uretère en vue d'une chirurgie. En cas de calcul ramifié et volumineux dans le rein, cet examen est particulièrement utile pour décider d'une technique chirurgicale et repérer d'éventuels fragments de calculs. Il est enfin le meilleur moyen de différencier avec certitude un calcul radio-transparent de certaine tumeur parenchymateuse car, tous les calculs, quelque soit leur radio-opacité, ont une densité supérieure au parenchyme rénal sur le scanner (51).

1.5 Scintigraphie rénale

La scintigraphie isotopique permet de quantifier la valeur fonctionnelle respective de chaque rein (61).

1.5.1 Technique

La technique la plus répandue utilise un traceur marqué au Technétium 99m (^{99m}Tc) injecté par voie intraveineuse. Le traceur utilisé est le DTPA (Acide Diéthylène Triamine Pentacétique) dont l'élimination par filtration glomérulaire est proche de l'inuline. C'est un test dynamique qui permet l'évaluation de la fonction rénale et de la perméabilité des voies excrétrices (11, 63).

1.5.2 Intérêts

La scintigraphie permet de mesurer le taux de filtration glomérulaire (63). C'est le meilleur examen pour permettre de faire la différence entre un retard d'élimination par un rein et une obstruction au niveau des voies excrétrices (11). En revanche, la quantification de la fonction rénale restante d'un rein obstrué est souvent peu fiable car la présence d'une obstruction réduit la filtration de l'isotope ce qui peut entraîner une diminution artificielle du taux de filtration glomérulaire (33). Une valeur faible du taux de filtration glomérulaire pendant l'épisode obstructif ne permet pas de prévoir l'évolution de la fonction rénale après la levée de l'obstruction. La récupération de la fonction rénale dépend principalement du temps qu'a duré l'obstruction (34). L'intérêt principal de la scintigraphie est de pouvoir s'assurer de l'intégrité de la fonction rénale sur le rein controlatéral lorsqu'une néphrectomie est envisagée sur le rein obstrué.

L'utilisation de la scintigraphie rénale reste anecdotique dans le cadre des lithiases urinaires en médecine vétérinaire. C'est un examen très peu accessible, très onéreux et contraignant.

2. Diagnostic biologique

Les analyses biologiques comprennent les analyses urinaires et sanguines. Elles ont pour objectif d'aider à prévoir le type minéral d'un calcul, de mesurer les complications associées à la présence d'un calcul et de rechercher une origine à la maladie lithiasique.

2.1 Analyse urinaire

L'analyse des urines fait partie, avec la radiographie, des premiers examens complémentaires à effectuer lors d'une suspicion de lithiases à localisation haute. Cet examen comprend une étude des caractères physico-chimiques et une analyse bactériologique des urines.

L'analyse des urines révèle peu d'éléments permettant d'établir un diagnostic de lithiase urinaire. Les objectifs de cet examen sont d'aider à prévoir le type minéral d'une lithiase et d'apprécier les complications sur l'appareil urinaire.

2.1.1 Caractères physico-chimiques

a. Densité urinaire

La mesure de la densité urinaire se fait par réfractométrie. Cette mesure permet d'apprécier la capacité de concentration des reins.

Les valeurs normales de la densité sont comprises entre 1,013 et 1,035 chez le chien et 1,030 et 1,060 chez le chat. Lors d'insuffisance rénale aiguë, la mesure de la densité permet de distinguer une insuffisance rénale parenchymateuse d'une insuffisance pré-rénale ou post-rénale. Elle est élevée lors d'insuffisance pré-rénale. Elle peut être normale ou basse dans le cas d'une insuffisance rénale aigue post rénale ou rénale (28). Lorsqu'une obstruction rénale ou urétérale est diagnostiquée, une diminution de la densité oriente donc vers une altération de la fonction rénale. Une densité urinaire diminuée peut être associée à des valeurs d'urée et de créatinine normale par exemple lors de lithiase rénale associée à une pyélonéphrite ou d'atteinte unilatérale (61).

Cependant, certains paramètres peuvent provoquer une diminution temporaire de la densité urinaire malgré une fonction rénale normale. Par exemple, la douleur que provoque une lithiase urétérale peut entraîner une polydipsie primaire et une diminution de la densité. Certains traitements provoquent une diminution de la densité (fluidothérapie, anti-inflammatoire non stéroïdiens, anesthésie). Après levée d'une obstruction, une diurèse post-obstructive survient diminuant également la densité. (11)

b. pH urinaire

Le pH peut être mesuré de façon fiable avec les bandelettes urinaires classiques. La valeur du pH des urines a une influence sur la précipitation de certains types de cristaux (tableau 12). Associée à d'autres caractéristiques, la valeur du pH permet d'émettre une hypothèse quant à la nature du calcul en cause.

Tableau 12 : Comparatif des différents cristaux urinaires et leur pH respectif de cristallisation (28)

Type minéral	pH acide	pH neutre	pH alcalin
Acide urique	+	-	-
Oxalate de calcium dihydraté	+	+	+/-
Oxalate de calcium monohydraté	+	+	+/-
Phosphate-ammoniac-magnésien	+/-	+	+
Phosphate de calcium	+/-	+	+
Urate d'ammonium	+	+	+
Urates de sodium	+	+/-	-
Xanthine	+	+/-	-

+ = pH auquel les cristaux se forment le plus couramment

+/- = pH auquel les cristaux peuvent parfois se former

- = pH auquel les cristaux ne se forment pas

Le pH n'a pas la même influence sur tous les types de cristaux et ces différences s'expliquent par les caractéristiques de solubilité des types minéraux. Par exemple, le pH urinaire a une influence négligeable sur la précipitation des cristaux d'oxalate de calcium (6).

Cependant, la valeur du pH ne permet que d'émettre une hypothèse sur le type minéral car d'autres facteurs entrent en jeu. Certains cristaux peuvent précipiter à des valeurs de pH inhabituelles si les urines sont très concentrées en substances cristallogènes (31).

c. Hématurie

L'examen de la bandelette urinaire permet d'apprécier une hématurie microscopique.

d. Leucocyturie

L'examen de la bandelette urinaire permet une détection chimique de la présence de leucocytes dans les urines. La plage réactive aux leucocytes sur les bandelettes urinaires est spécifique de pyurie mais elle est peu sensible. En revanche, la spécificité est de 90% ce qui indique qu'un examen cyto bactériologique est indispensable en cas de résultat positif (7).

La plage réactive aux leucocytes n'est pas interprétable chez le chat, les résultats faux positifs étant très fréquents (7).

e. Nitriturie

La présence de nitrites dans les urines peut être la conséquence d'une infection urinaire par des bactéries qui transforment les nitrates en nitrites. Les résultats chez le chien sont très inégaux ce qui rend l'interprétation aléatoire (7).

2.1.2 Examen du culot urinaire

L'examen du culot urinaire se fait au microscope après récolte et centrifugation des urines sur tube EDTA (7).

a. Cristallurie

- intérêts de l'étude de la cristallurie

L'étude de la cristallurie est un reflet simple et direct du risque lithogène et présente plusieurs intérêts. La détermination de la présence, du nombre et du type des cristaux, ainsi que de leur taille, fournit une indication sur le type des calculs en formation (13). La détermination quantitative du volume cristallin est un élément plus précis encore pour mesurer l'activité lithogène des urines et apprécier soit, l'efficacité d'un traitement soit, des causes prédisposantes d'une maladie lithiasique (60).

Lorsque la présence de calculs urinaires est confirmée, l'évaluation des cristaux urinaires est une aide pour la prévision du type minéral du calcul mais ne doit pas être utilisée comme seul critère. Seule l'analyse quantitative du calcul, après extraction, peut déterminer la nature complète du calcul. Cependant, l'analyse de la cristallurie associée à d'autres éléments cliniques permet d'émettre une hypothèse souvent proche de la réalité (60).

- interprétation d'une cristallurie

Les cristaux ne se forment que dans des urines qui sont, ou ont été, sursaturées en substances cristallogènes. Même si une cristallurie représente un facteur de risque de formation de calculs, la présence d'une cristallurie n'est pas synonyme de calculs urinaires ni d'une tendance à en former. Par exemple, des cristaux urinaires apparaissant chez un animal dont l'appareil urinaire est fonctionnellement et anatomiquement normal peuvent être évacués avant que n'aient le temps de se former des calculs. De plus, des mauvaises conditions de conservations du prélèvement urinaire peuvent entraîner la formation de cristaux dans le récipient (60).

A l'inverse, il n'est pas rare que la présence de calculs urinaires ne soit pas associée à une cristallurie (49, 60). Ce phénomène est interprété grâce aux différents facteurs qui interviennent sur la formation des calculs et qui ne sont pas présents au moment de l'analyse

des urines. Ces facteurs sont, un changement d'alimentation, une anorexie, une dilution rapide des urines par le traitement, la variation du pH *in vitro* et la technique utilisée pour analyser les cristaux (31, 60).

La mise en évidence de certains type de cristaux (cystine ou urate d'ammonium) sur des animaux asymptomatiques, la présence de large agrégats de cristaux (oxalate de calcium), ou l'observation d'une cristallurie lorsque la présence d'un calcul a été confirmée, peut avoir une valeur de diagnostic, de pronostic ou de suivi thérapeutique (60).

b. Cellularité

L'examen du culot urinaire, dans le cadre de lithiases du haut appareil urinaire, permet essentiellement de rechercher des signes d'inflammation (présence d'hématies ou de leucocytes) ou de visualiser des éléments confirmant l'origine rénale d'une infection lors de pyélonéphrite (cylindres leucocytaires ou granuleux) (11).

2.1.3 Analyse bactériologique

Une infection urinaire peut être la cause ou la conséquence de la présence d'un calcul. L'analyse bactériologique des urines doit toujours faire partie des examens complémentaires lorsqu'un calcul est identifié car une obstruction urinaire partielle ou complète associée à une infection est particulièrement délétère pour le rein et constitue une urgence thérapeutique. L'analyse bactériologique permet de confirmer la présence d'un germe et d'établir un antibiogramme.

Les calculs de struvite sont quasiment toujours associés à une infection urinaire à germes producteurs d'uréase. En revanche, une infection urinaire est rarement associée à des calculs d'oxalate de calcium, de cystine ou d'urate d'ammonium (61).

Il semble également exister un rôle favorisant de l'infection des urines par des germes non uréolytiques, notamment à l'égard de la lithiase phospho-calcique. L'observation a été faite chez l'homme que l'existence concomitante ou antérieure d'une infection à *Escherichia coli* est fréquemment observée chez les patients atteints de lithiase phospho-calcique (31).

2.2 Analyse sanguine

Il convient d'évaluer les répercussions des lithiases urinaires sur la fonction rénale et sur les fonctions de régulations métaboliques auxquelles le rein participe en particulier, lors de suspicion d'obstruction du flux urinaire. Le statut de la fonction rénale est un élément fondamental à prendre en considération avant tout choix thérapeutique. Il est couramment exploré par la détermination du taux d'urée et de créatinine dans le sang (33).

Les analyses sanguines permettent également de participer à l'enquête étiologique de la maladie lithiasique.

2.2.1 Créatininémie

La créatinine est principalement issue du métabolisme musculaire. La créatinine est éliminée par le rein au niveau du glomérule et ne subit pas de réabsorption tubulaire (11).

La mesure de la créatinémie est donc plus appropriée pour explorer la fonction rénale que celle de l'urémie.

Cependant, lors de lésions rénales, les néphrons sains compensent la perte fonctionnelle des néphrons lésés jusqu'à ce qu'environ 75% du parenchyme rénal soit détruit. Le taux de créatinine dans le sang n'augmente donc qu'à partir du moment où 75% de la fonction rénale des deux reins est altérée. La valeur de la créatinémie est, de ce fait, un paramètre qui se modifie tardivement et qui ne renseigne pas sur la localisation de l'insuffisance rénale (7).

La mesure de la créatinémie ne permet pas de prévoir le caractère réversible ou non de la lésion. Dans le cas d'une obstruction urinaire, le rétablissement de la fonction rénale est essentiellement dépendant de la durée de l'obstruction et non pas des valeurs de créatinémie (27).

Cependant, si cette technique n'est pas la plus précise, elle donne une bonne indication de la fonction rénale, paramètre essentiel en vue d'une anesthésie, et est techniquement la plus simple à réaliser.

2.2.2 Urémie

L'urée est la molécule définitive du processus de détoxification et d'élimination des déchets azotés. Le taux sanguin d'urée varie en fonction de l'apport protéique alimentaire, de l'état d'hydratation et de la fonction hépatique. Pour ces raisons, elle ne permet pas à elle seule d'explorer de façon satisfaisante la fonction rénale (52, 63).

2.2.3 Exploration des fonctions de régulation du rein

Le rein participe à la régulation du métabolisme protéique, du métabolisme phospho-calcique, de l'équilibre hydro-électrique et acido-basique.

L'insuffisance rénale que peut provoquer une lithiase obstructive peut être associée à des désordres métaboliques graves qu'il convient de rechercher et de corriger.

a. Métabolisme phosphocalcique

Le rein contrôle les excrétions urinaires de calcium et de phosphate.

- Phosphore

L'insuffisance rénale entraîne fréquemment une hyperphosphatémie liée à une diminution de l'excrétion urinaire des phosphates dont le degré est corrélé à la réduction néphronique (65). L'hyperphosphatémie peut entraîner à long terme des minéralisations tissulaires et un hyperparathyroïdisme (hyperparathyroïdisme secondaire d'origine rénale)

- Calcium

La détermination de la calcémie est importante dans le suivi d'une insuffisance rénale mais également dans l'enquête étiologique des lithiases calciques.

Le rein assure la régulation de la calcémie par la synthèse de la forme active de la vitamine D. Lors d'insuffisance rénale, une normo, une hyper ou une hypocalcémie peuvent être observées (65).

La présence d'une lithiase calcique peut être le résultat d'une maladie hypercalcémiant qu'il faut rechercher. Même si cette cause est rare, la réussite thérapeutique dépend, dans ce cas, du traitement de la maladie causale (53, 61).

b. Equilibre hydro-électrolytique et acido-basique

Le rein contrôle et ajuste l'équilibre hydro-électrolytique et acido-basique. Lors d'insuffisance rénale, ces deux fonctions peuvent être profondément perturbées, particulièrement en cas d'insuffisance rénale aiguë. Il est donc recommandé de réaliser un ionogramme comportant en particulier la détermination de la natrémie, de la kaliémie, de la chlorémie et de la réserve alcaline afin d'analyser et de corriger tout déséquilibre (7).

Dans les cas avancés d'insuffisance rénale aiguë obstructive, le ionogramme peut révéler une acidose métabolique ($\text{HCO}_3^- < 15 \text{ mEq/L}$). L'apparition d'une hyperkaliémie, aggravée par l'acidose métabolique associée complique le traitement qui dépasse la levée de l'obstruction. Il convient, dans ce cas de pratiquer un examen électro-cardiographique avant, pendant et après la correction de l'hyperkaliémie, de surveiller les risques d'hypokaliémie relatifs à la levée de l'obstruction et au traitement médical, et d'intervenir en cas d'acidose métabolique grave par injection intraveineuse de bicarbonate de sodium (65).

2.2.4 Hémogramme

La numération de la formule sanguine permet, dans le cadre des lithiases du haut appareil urinaire, de mesurer les répercussions d'une éventuelle insuffisance rénale et de suspecter la présence d'une infection rénale.

Les anomalies de la formule sanguine les plus fréquemment retrouvées dans ce cas sont une anémie, résultat de l'insuffisance rénale chronique, et une réaction inflammatoire (63). L'insuffisance rénale peut en effet entraîner une anémie arégénérative par défaut de synthèse d'érythropoïétine par le rein qu'il est important de caractériser (7).

La présence d'une leucocyturie associée à une lithiase du haut appareil urinaire est évocatrice d'une infection rénale. Lors de pyélonéphrite, la numération de la formule sanguine montre une leucocytose caractérisée par une neutrophilie (11).

Ces modifications dans la numération formule sont le signe de conséquences systémiques graves de l'atteinte rénale qui nécessitent une adaptation du traitement médical.

2.2.5 Recherche d'une maladie métabolique responsable de l'apparition de lithiases

Les analyses sanguines permettent de rechercher une éventuelle maladie métabolique causale de l'apparition de lithiases urinaires et participent à l'enquête permettant de prévoir le type minéral d'un calcul.

Par exemple, une hypercalcémie peut être associées à un calcul contenant du calcium (61), une urémie peut être associée à des calculs d'urate ou d'acide urique. Une hyperchlorémie, hypokaliémie et une acidose peuvent être associée à une acidose tubulaire rénale et à des calculs de phosphate de calcium ou de struvite (61).

IV- Traitement

La conduite à tenir face à une lithiase rénale ou urétérale est d'abord d'évaluer les conséquences urinaires, morphologiques et systémiques de cette lithiase. Ces résultats permettent de juger de l'utilité d'une chirurgie et de son caractère d'urgence. Dans certains cas, le traitement médical seul peut permettre la dissolution du calcul ou son passage dans la vessie.

Le choix thérapeutique dans le cas des lithiases du haut appareil urinaire dépend de caractéristiques propres du calcul en cause (nature, forme, taille, localisation rénale ou urétérale), de son effet sur le rein ou l'écoulement urinaire et de la présence ou non d'une infection.

Nous détaillerons ici les possibilités thérapeutiques médicales et chirurgicales avant de préciser les critères de choix d'un traitement par rapport à l'autre.

A. Traitement médical

Le traitement médical des lithiases urinaires comprend trois étapes distinctes. En première intention, le traitement vise à améliorer les conséquences directes de la présence d'un calcul en particulier, lorsque la lithiase provoque une obstruction urinaire.

La deuxième étape vise à corriger, si possible, les désordres à l'origine de la formation de calculs. L'enquête étiologique à la recherche d'une maladie causale ou, de facteurs de risque lithogène est indispensable pour définir un traitement préventif adapté au cas de chaque animal. Même si les lithiases secondaires à une maladie identifiable sont les plus rares, il est indispensable de les reconnaître pour agir sur la cause car le traitement étiologique est, dans ce cas, le seul efficace.

Enfin, des traitements propres à chaque type de calculs permettent de diminuer le risque de récurrence ou de dissoudre le calcul en place.

Les recommandations actuelles concernant les lithiases du haut appareil urinaire sont de toujours privilégier le traitement médical seul s'il est possible. Si la chirurgie s'avère indispensable, la plupart des auteurs conseillent de soutenir la fonction rénale et de corriger les désordres métaboliques avant la chirurgie (27, 33).

1. Traitement de la crise obstructive

1.1 Fluidothérapie

La fluidothérapie par voie intra veineuse est le premier traitement à mettre en place. Elle permet de corriger la crise urémique éventuelle, la déshydratation, les troubles électrolytiques (hyperkaliémie, acidose), les pertes digestives et apporter les besoins d'entretien quotidien. (Perfusion de Ringer Lactate glucosé, 40 à 60 ml/ kg/j pour les besoins d'entretien) (33, 64).

1.2 Traitement médicamenteux

1.2.1 Traitement de l'insuffisance rénale

Les conséquences de l'éventuelle insuffisance rénale associée à la lithiase doivent être recherchées et corrigées (anémie, hypertension artérielle, désordres électrolytiques, ulcères digestifs, hyperparathyroïdie secondaire rénale).

Une alimentation entérale assistée est mise en place en cas d'anorexie prolongée.

1.2.2 Diurétiques

Associée à un diurétique, la fluidothérapie peut permettre le passage de certains calculs rénaux ou urétéraux de petite taille. Cette technique médicale est préconisée si la taille et la forme du calcul est favorable à son passage et si le calcul n'est pas déjà à l'origine d'une obstruction nécessitant une chirurgie d'urgence (27). Dans le cas d'une lithiase urétérale, une surveillance régulière confirmant le passage du calcul par des examens d'imagerie répétés est indispensable.

1.2.3 Anti-spasmodiques

L'utilisation d'anti-spasmodique urinaire peut permettre le passage du calcul dans la vessie.

Chez le chat, l'administration de glucagon (0,1 mg par chat par voie intra veineuse, deux fois par jour) pourrait provoquer le relâchement des muscles lisses de l'uretère et favoriser le passage d'un calcul (27).

1.2.4 Antibiotiques

Le choix de l'antibiotique pour le traitement d'une éventuelle infection urinaire se fait à partir des résultats de l'antibiogramme et de l'élimination urinaire de l'antibiotique. En traitement de première intention l'antibiotique peut être choisi empiriquement en fonction de son action sur les germes les plus souvent rencontrés (amoxicilline et acide clavulanique ; triméthoprim-sulfamide ; céfalexine ; marbofloxacin). La durée du traitement peut aller de 3 à 8 semaines. Il est arrêté lorsque les résultats des examens bactériologiques urinaires de contrôle sont négatifs (57).

1.3 Néphrostomie percutanée

1.3.1 Indications

Dans les cas où une obstruction lithiasique provoque une insuffisance rénale sévère, il est recommandé d'améliorer la fonction rénale par dérivation de l'urine avant la chirurgie définitive (27, 33). La dérivation de l'urine s'obtient par néphrostomie percutanée.

Le but de la néphrostomie percutanée est de diminuer le taux d'urée et de créatinine avant une chirurgie définitive et de mettre en place un traitement médical permettant un éventuel passage du calcul dans la vessie. Le second avantage de dériver l'urine du rein obstrué est de pouvoir évaluer la fonction rénale restante avant une chirurgie. La néphrostomie peut également être utilisée en post-opératoire pour dévier l'urine du site opératoire et favoriser la cicatrisation.

1.3.2 Technique

Le principe est de ponctionner par voie percutanée les voies urinaires intrarénales et de mettre en place un cathéter de drainage externe dans le bassinet du rein obstrué. Cet acte s'effectue sous guidage échographique lorsque le bassinet du rein est dilaté. Cette technique n'est pas réalisable si le bassinet n'est pas dilaté, dans le cas d'une obstruction aiguë par exemple (38).

1.3.3 Inconvénients

L'utilisation de la néphrostomie percutanée peut entraîner des péritonites localisées ou des fuites urinaires telles que cette technique est désormais peu utilisée (34).

2. Traitement de la lithiase non obstructive

2.1 Recommandations générales

2.1.1 Lithiase non obstructive associée à une insuffisance rénale

Une insuffisance rénale peut être associée à une lithiase non obstructive. Lorsqu'elle est modérée, un traitement médical de l'insuffisance rénale et de ses conséquences associé à un traitement spécifique du type de calcul en cause est indiqué.

2.1.2 Lithotripsie extracorporelle

En médecine humaine, la majorité des lithiases rénales sont traitées par la lithotripsie extracorporelle.

a. Technique

Le principe de la lithotripsie extracorporelle est d'obtenir la destruction des calculs par fragmentation sous l'effet d'ondes de choc passant à travers les tissus mous de l'organisme et focalisées sur le calcul. Ces ondes sont de type acoustique. Elles traversent la peau et les tissus mous sans les altérer. La transmission de l'énergie entre le générateur d'ondes de chocs et l'organisme nécessite l'interposition d'eau dégazée. L'eau est contenue soit dans une « baignoire » dans laquelle est partiellement immergé l'animal soit, dans une poche plastique placée au contact de la peau (1).

L'absorption d'énergie produisant la fragmentation du calcul est d'autant plus élevée que l'impédance acoustique du calcul est faible, ce qui est le cas des calculs d'oxalate de calcium dihydraté, de struvite ou d'acide urique. En revanche, les calculs d'oxalate monohydraté ou de cystine réfléchissent à leur surface la plus grande partie de l'énergie et se fragmentent beaucoup moins bien (1). Le calcul fragmenté peut alors être évacué par les voies naturelles. Les fragments commencent à bouger 24 heures après la séance mais cela peut prendre plusieurs semaines avant qu'ils ne soient complètement évacués. Le repérage du calcul se fait soit par rayons X soit par ultrasons (37).

b. Utilisation en médecine vétérinaire

- lithiases rénales

En médecine vétérinaire, la lithotripsie extracorporelle a fait l'objet de quelques études cliniques (4, 9). La plus importante à ce jour a été réalisée sur une série de 30 chiens présentant des lithiases rénales (37). La fragmentation des calculs a été possible sur 90% de ces chiens après un ou deux traitements. Plusieurs traitements peuvent en effet être nécessaires selon la taille et la nature du calcul.

Les complications possibles de ce traitement sont une inflammation du rein, des hémorragies rénales et l'apparition d'une insuffisance rénale. Ces effets secondaires semblent être passagers dans la plupart des cas (9).

- lithiases urétérales

Le traitement des lithiases urétérales est considéré comme plus difficile à cause de leurs petites tailles et de la mobilité de l'uretère. Dans une étude, 10 chiens présentant des calculs urétéraux ont cependant été traités avec succès (37).

- particularités du chat

Les études cliniques chez le chat donnent des résultats moins satisfaisants. Dans l'étude d'Adams et al., la fragmentation de lithiases rénales n'a été possible que pour un chat sur cinq (1). Tous ces chats ont présenté une insuffisance rénale temporaire ou définitive après le traitement. D'autres études cliniques ont confirmé ces résultats (37). Il semble que les calculs félins soient plus difficiles à fragmenter par les ondes de chocs et que ce traitement soit particulièrement délétère pour les reins chez le chat.

La lithotripsie extracorporelle permet aujourd'hui de traiter 80% des lithiases rénales chez l'homme. Ses indications sont déterminées par la nature, la taille, le nombre, la localisation des calculs. Lorsqu'elle n'est pas utilisable, d'autres techniques non invasives comme l'urétéroscopie ou la chirurgie percutanée du rein peuvent être utilisées. L'emploi de ces techniques a largement augmenté le taux de réussite dans le traitement des lithiases du haut

Tableau 13 : Traitements calculolytiques pour les calculs de struvite, d'urate et de cystine (7, 10, 54, 57)

	Régime alimentaire	Traitement médicamenteux
Calculs de struvite	- Acidifiant - Teneur réduite en phosphore - Teneur réduite en magnésium	- Antibiothérapie ciblée en cas d'infection urinaire associée jusqu'à dissolution complète du calcul
Calculs d'urates	- Teneur réduite en purine	- Allopurinol (30 mg/kg/j en 2 ou 3 prises
Calculs de cystine	- Régime alimentaire qui diminue l'excrétion urinaire en cystine - Alcalinisant	- N-(2-mercaptopropionyl)-glycine ou tioprosine (15 à 20 mg/kg 2 fois par jour) - D-pénicillamine (20 à 30 mg/kg/j) - Citrate de potassium, parfois nécessaire pour obtenir un pH de 7,5 (40 à 75 mg/kg 2 fois par jour)

appareil urinaire chez l'homme (27). Elles évitent d'avoir recours aux chirurgies habituelles qui sont à l'origine de nombreuses complications.

La lithotripsie extracorporelle reste cependant anecdotique en médecine vétérinaire. Elle n'en est qu'à l'état d'étude, nécessite un investissement financier très lourd et semble, pour l'instant, peu applicable en pratique courante.

2.2 Recommandations en fonction de la nature du calcul

Lorsqu'une lithiase urinaire est détectée, les examens complémentaires permettent de suspecter sa nature. Deux cas de figure sont alors possibles. Soit il s'agit d'un calcul qu'il est possible de dissoudre médicalement soit, il n'existe aucun traitement médical permettant sa dissolution. Dans ce deuxième cas de figure, un traitement médical préventif est mis en place pour limiter la croissance et la multiplication du calcul ou pour éviter la récurrence après traitement chirurgical.

2.2.1 Traitements calculolytiques

Seuls les calculs de struvite, d'urate et de cystine peuvent être dissous médicalement (tableau 13). Pour que le traitement soit efficace, il faut pouvoir obtenir une diminution de la concentration urinaire en cristaux en augmentant la solubilité des cristaux et en augmentant le volume des urines pour les diluer (64).

L'efficacité des traitements calculolytiques est reconnue pour les lithiases du bas appareil urinaire. Concernant les lithiases du haut appareil urinaire, ces traitements se révèlent moins efficaces car le temps de contact entre les lithiases et l'urine est moins long dans cette localisation.

2.2.2 Traitements préventifs

Pour les calculs ne pouvant pas être dissous médicalement, le traitement médical permet de limiter le risque de récurrence (tableau 14). Ce traitement peut également être mis en place pour les lithiases rénales non obstructives et asymptomatiques pour lesquelles la chirurgie n'est pas indiquée.

Tableau 14 : Traitements préventifs pour les calculs composés d'oxalate de calcium, de phosphate de calcium et de xanthine (6, 7, 32, 57, 61)

	Régime alimentaire	Traitement médicamenteux
Calculs d'oxalate de calcium	- Aliment à teneur réduite en protéines et en sodium, alcalinisante et riche en citrate.	- Diurétiques thiazidiques : limitent l'excrétion rénale des ions calciques (2 à 4 mg/kg 2 fois par jour)* - Eviter l'administration de glucocorticoïdes, de furosémide et de médicaments qui contiennent du sodium en quantité importante (ils augmentent la calciurie)* - Citrate de potassium si les urines sont trop acides (75 mg/ kg 2 fois par jour). Le pH doit être compris entre 7 et 7,5.
Calculs de phosphate de calcium	- Aliment à teneur réduite en protéines et en sodium. Teneur en phosphore normale*	- Diurétiques thiazidiques : limitent l'excrétion rénale des ions calciques. (2 à 4 mg/kg 2 fois par jour)*
Calculs de xanthine	- Aucun aliment spécifique	- Arrêt du traitement à l'allopurinol.

* Le niveau de preuve scientifique de l'utilisation de ces traitements est encore faible.

2.3 Résultats du traitement médical

L'efficacité du traitement médical des lithiases du haut appareil urinaire est peu documentée. Les études cliniques sur un grand nombre de cas sont peu nombreuses et très récentes.

Les complications les plus fréquentes des lithiases rénales et urétérales lorsque le traitement médical n'est pas efficace sont, l'apparition d'une insuffisance rénale sévère et la rupture des voies urinaires. (30, 62)

Dans le cas de lithiases rénales, le pronostic d'un traitement médical seul est souvent favorable car il est réservé aux cas les moins graves. La réussite du traitement dépend essentiellement de la nature du calcul en cause (52).

Lorsque la lithiase est urétérale, la réussite du traitement médical est essentiellement liée au passage ou non du calcul dans la vessie.

Dans l'étude de Kyles et al. menée sur les lithiases urétérales, le traitement médical seul a conduit à une récupération de la fonction rénale pour 30% des chats ayant survécu un mois après le diagnostic. La récupération de la fonction rénale était liée, dans ces cas, au passage du calcul dans la vessie (34).

Lorsqu'un traitement médical est entrepris, le suivi régulier par des examens d'imagerie et d'analyse urinaire et biochimique est largement recommandé.

B. Traitement chirurgical

Toute décision chirurgicale sur les voies urinaires hautes doit être précédée d'un bilan clinique complet comprenant des examens biologiques, des examens urinaires et des examens d'imagerie. Le nombre, la taille et la localisation des calculs doivent être connus avec précision.

Le choix de la technique chirurgicale est dépendant du statut de la fonction rénale, de l'importance d'une éventuelle infection ou obstruction, de la localisation anatomique et de la forme du calcul. Dans certains cas, les lithiases sont bilatérales et le chirurgien devra choisir entre une intervention simultanée ou différée dans le temps. Ce choix se fait en fonction des facteurs déjà cités et des répercussions sur l'état général de l'animal (15). Dans le cas d'une intervention différée, la première chirurgie sera réalisée sur le rein le moins atteint. Les deux chirurgies doivent être séparées de 4 à 6 semaines (34).

1. Lithiases rénales

Les calculs rénaux peuvent être retirés chirurgicalement par néphrectomie (ou urétéronéphrectomie), néphrotomie ou pyélolithotomie.

1.1 Néphrectomie

La néphrectomie correspond à l'ablation complète d'un rein et de l'uretère correspondant.

1.1.1 Indications

Elle est indiquée dans le cas d'une hydronéphrose majeure, d'un rein non fonctionnel ou d'une pyélonéphrite ne répondant pas au traitement médical.

La néphrectomie doit cependant être réservée aux cas où l'atteinte rénale est particulièrement sévère et que le rein représente un risque pour la vie de l'animal (69). Elle n'est bien sûr envisageable que dans le cas où la fonction rénale du rein controlatérale est suffisante pour permettre la vie de l'animal (69). De ce fait, la mise en évidence d'une insuffisance rénale est

une contre-indication majeure à la réalisation d'une néphrectomie car elle est le signe d'une atteinte rénale bilatérale.

Déterminer la fonctionnalité du rein controlatéral est parfois difficile et le calcul du taux de filtration glomérulaire par la scintigraphie est intéressant dans ce cas (69). Dans une étude sur l'utilisation de la scintigraphie rénale, la décision d'effectuer une néphrectomie lors de lithiase rénale était prise lorsque le rein atteint contribuait à moins de 33% du taux de filtration glomérulaire total (69). Cependant, la scintigraphie rénale étant peu disponible, l'urographie intraveineuse est souvent utilisée pour apprécier qualitativement la fonction rénale (62).

Le risque majeur de l'utilisation de la néphrectomie dans le traitement des lithiases rénales est l'apparition de lithiases dans le rein laissé en place, en particulier pour les lithiases oxalo-calciques dont le risque de récurrence est élevé (69).

1.1.2 Technique chirurgicale

L'abord chirurgical peut se faire par le flanc ou par la ligne blanche. L'abord par la ligne blanche présente l'avantage de pouvoir examiner l'ensemble de l'appareil urinaire. L'incision se fait de l'appendice xiphoïde jusque quelques centimètres sous l'ombilic (38).

Le rein est exposé après avoir récliné les organes abdominaux. Il est ensuite extrait de l'espace rétropéritonéal en commençant la dissection sur la face latérale du rein. Par dissection mousse, le rein est progressivement libéré pour pouvoir être mobilisé. Le rein est ensuite ramené médialement pour exposer l'artère et la veine rénale ainsi que l'uretère situé sur la face dorsale du hile (figure 19).

L'artère, puis la veine rénale sont ligaturées par une double ligature (ligature simple et ligature transfixante). Le fil de ligature est du fil résorbable synthétique monobrin. L'artère rénale doit être ligaturée le plus proche possible de l'aorte afin de s'assurer que toutes ses branches sont prises dans la ligature (figure 20).

La vascularisation rénale est variable, particulièrement sur le rein gauche. Il est donc nécessaire de vérifier qu'il n'existe pas plusieurs artères rénales lors de la néphrectomie (38). L'étape suivante consiste à disséquer l'uretère afin de le libérer de l'espace rétropéritonéal jusqu'à la vessie. L'uretère est ligaturé le plus proche possible de la vessie afin d'éviter

l'accumulation d'urine dans le résidu d'uretère qui favoriserait une cystite postopératoire (figure 19).

Figure 19 : Néphrectomie.

(A) Le rein est libéré de ses attaches péritonéales. (B) Le pôle crânial du rein est ramené dans le plan médian pour révéler les vaisseaux rénaux. (C) L'artère rénale est située sur la face dorsale de la veine rénale (68)

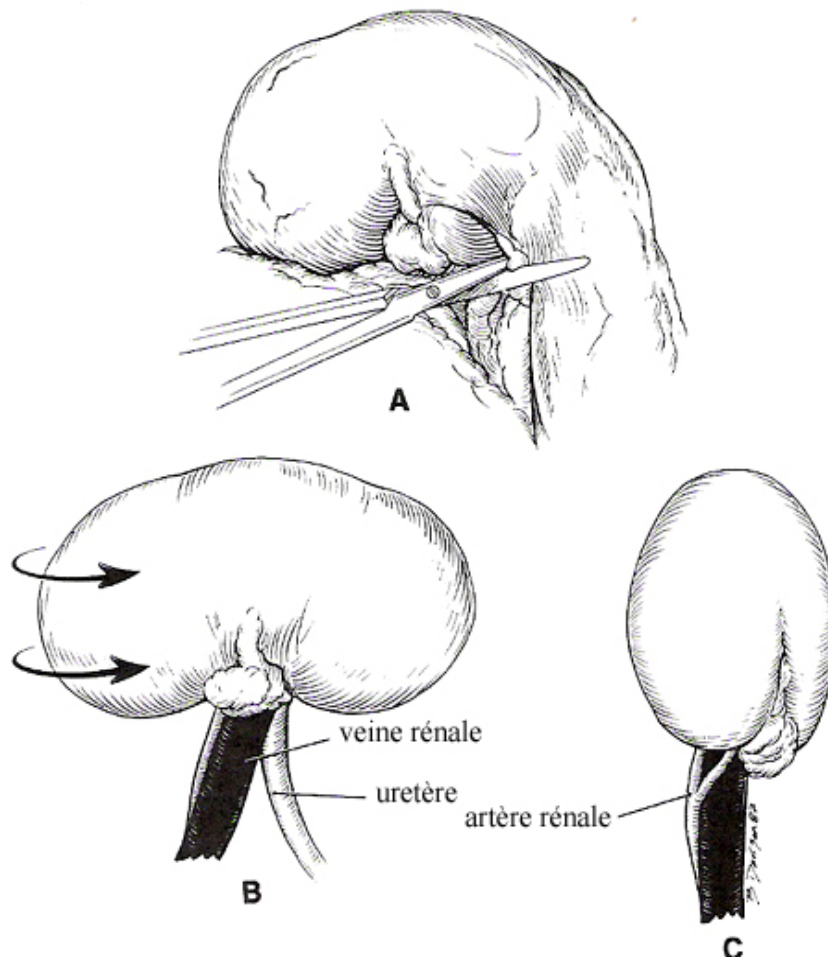
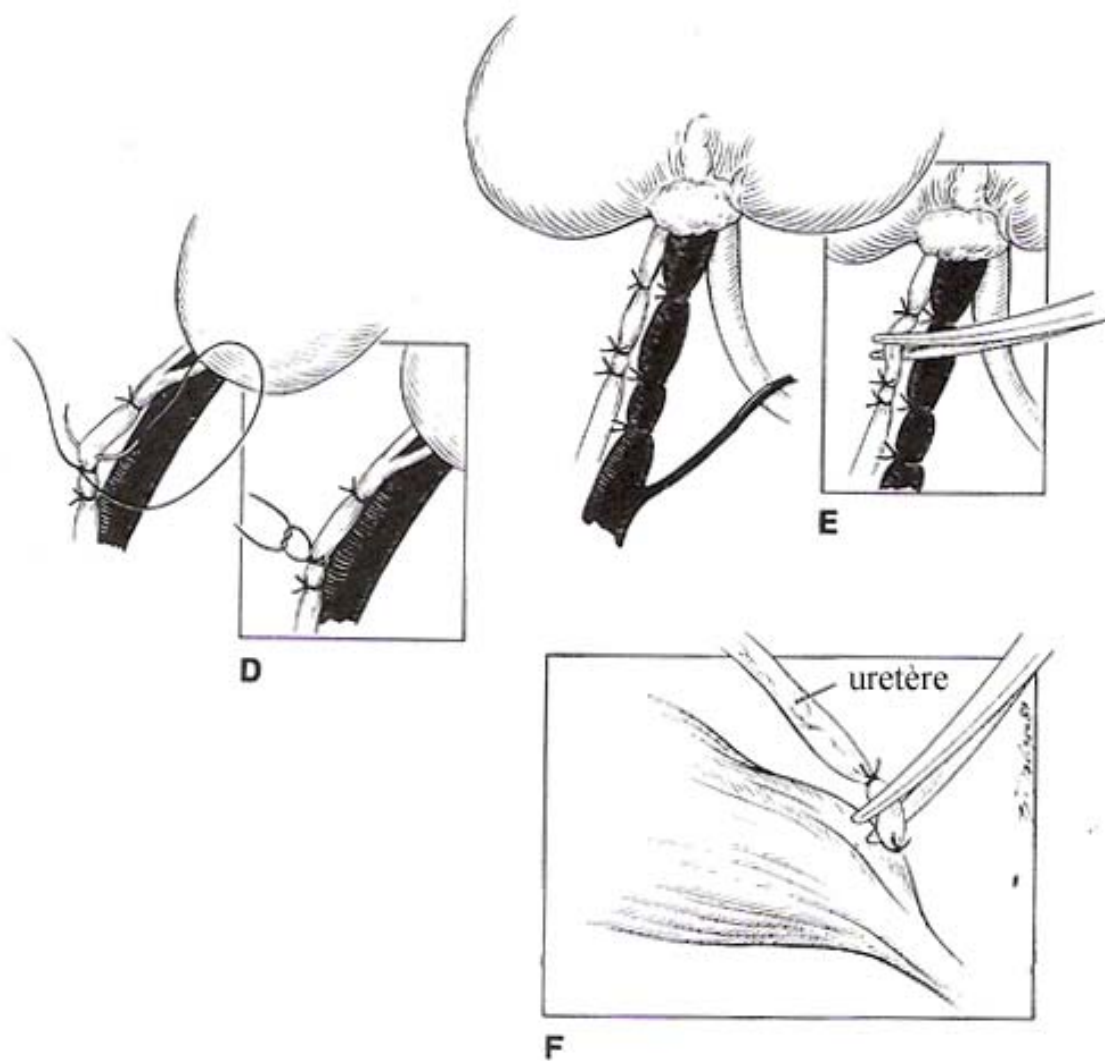


Figure 20 : Néphrectomie.

(D) Ligature de l'artère rénale (E) Ligature de la veine rénale. (F) Ligature de l'uretère
(68)



1.2 Néphrotomie

1.2.1 Indications

La néphrotomie est une incision dans le rein. L'avantage de cette technique est qu'elle peut toujours être réalisée et ceci, même en l'absence de dilatation pyélique et urétérale et quelle que soit la localisation ou la taille du calcul (25, 38, 62). Elle autorise, entre autres, l'extraction de volumineux calculs rénaux de type coralliforme (figure 21).

Figure 21 : Néphrotomie. Calcul coralliforme (Photo : A. HIDALGO Service de chirurgie ENVA)



Cette technique présente cependant de nombreux inconvénients. Elle nécessite en effet une occlusion temporaire des vaisseaux rénaux et entraîne une diminution temporaire la fonction rénale (38). D'après Block G. et al., Garhing et al. ont démontré que la fonction rénale diminuait de 27% à 52% immédiatement après une néphrotomie et qu'elle était toujours diminuée de 22% à 34% trois semaines après la chirurgie (9). Cette diminution de la fonction rénale est liée à une perte irréversible de néphrons directement par l'incision et indirectement par la section de certains vaisseaux rénaux.

En cas de lithiase bilatérale, une néphrotomie des deux reins au cours de la même chirurgie est fortement déconseillée. Les risques de provoquer une insuffisance rénale aiguë en postopératoire sont très importants. Il est recommandé de différer les deux chirurgies de 4 à 6 semaines (38, 62). La néphrotomie est également déconseillée en cas d'hydronéphrose majeure ou de pyélonéphrite. Le parenchyme rénal est en effet fragilisé et la suture rénale n'est souvent pas suffisamment solide pour empêcher les fuites urinaires (38).

1.2.2 Technique chirurgicale

L'abord chirurgical et la technique de libération du rein de l'espace rétropéritonéal sont identiques à la néphrectomie.

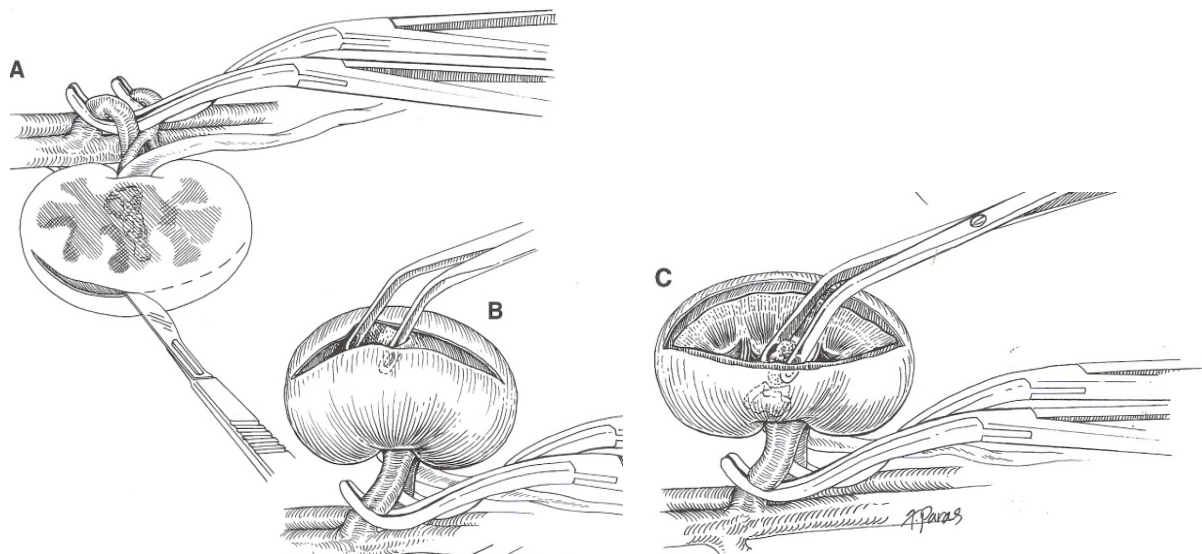
L'artère et la veine rénales sont mises en évidence et occlues temporairement à l'aide de pinces vasculaires non traumatiques ou par les doigts d'un aide. L'occlusion des vaisseaux rénaux ne doit pas durer plus de 20 minutes. L'incision de la capsule rénale s'effectue à l'aide d'un bistouri à lame froide par une incision longitudinale dans le plan sagittal et sur la partie convexe du rein. Il est essentiel de ne pas dévier de ce plan pour ne pas risquer de sectionner des vaisseaux interlobaires. Une fois la capsule rénale incisée, les diverticules du bassinet et le calcul peuvent être atteints par une dissection mousse du parenchyme rénal. Cette technique provoque moins de perte de néphrons qu'une incision au bistouri froid (38, 62). La longueur de l'ouverture doit être juste assez longue pour permettre l'extraction du calcul (figure 22).

Une fois le calcul extrait, le bassinet est rincé avec une solution physiologique stérile afin de ne laisser aucun fragment de calcul qui pourrait s'agréger de nouveaux. L'uretère est également rincé sous pression à l'aide d'un cathéter (25, 38).

La circulation artérielle et veineuse est rétablie en maintenant l'une contre l'autre les deux moitiés de parenchyme incisées. Une faible pression est appliquée sur chaque face du rein pendant cinq minutes environ. Le rein peut ensuite être refermé en suturant la capsule rénale avec du fil résorbable par un surjet simple suffisamment serré pour assurer l'étanchéité. La capsule rénale est fine et se déchire parfois au moment de la suture. Il est possible dans ce cas, d'intégrer dans la suture une fine épaisseur de parenchyme rénale pour assurer la solidité de la suture. Une petite hémorragie rénale est fréquente lors de néphrotomie et peut se poursuivre pendant 24 à 72 heures (38).

Le rein est ensuite pexié à la paroi musculaire pour éviter une torsion rénale. L'abdomen est rincé et l'incision de laparotomie est suturée.

Figure 22 : Néphrotomie (38)



1.3 Pyélolithotomie

1.3.1 Indications

La pyélolithotomie est une incision dans le bassinet du rein et dans l'uretère proximal. Cette technique endommage beaucoup moins le parenchyme rénal et ne nécessite pas d'occlusion temporaire des vaisseaux (25, 62). Lorsqu'elle est applicable, la pyélolithotomie sera toujours préférée à la néphrotomie. En effet, la pyélolithotomie ne peut pas s'appliquer lorsque les calculs sont dans les diverticules rénaux. Sa réalisation nécessite la présence d'une pyélectasie et d'un calcul de taille et de forme adaptée. Les calculs de taille importante et les calculs coralliformes ne peuvent pas être extraits par cette technique.

1.3.2 Technique chirurgicale

L'abord chirurgical est identique à celui de la néphrectomie. Le rein est dégagé de l'espace rétropéritonéal. Dans la position normale du rein, le bassinet et l'uretère proximal sont cachés par les vaisseaux rénaux. Pour visualiser ces formations, le rein est tourné vers le plan médian. Une incision est faite au bistouri froid dans le bassinet et l'uretère proximal et le calcul est retiré. L'uretère et le bassinet sont rincés de la même façon que dans les techniques précédentes puis, suturés par un surjet simple avec du fil résorbable (figure 23).

Figure 23 : Pyelolithotomie (38)

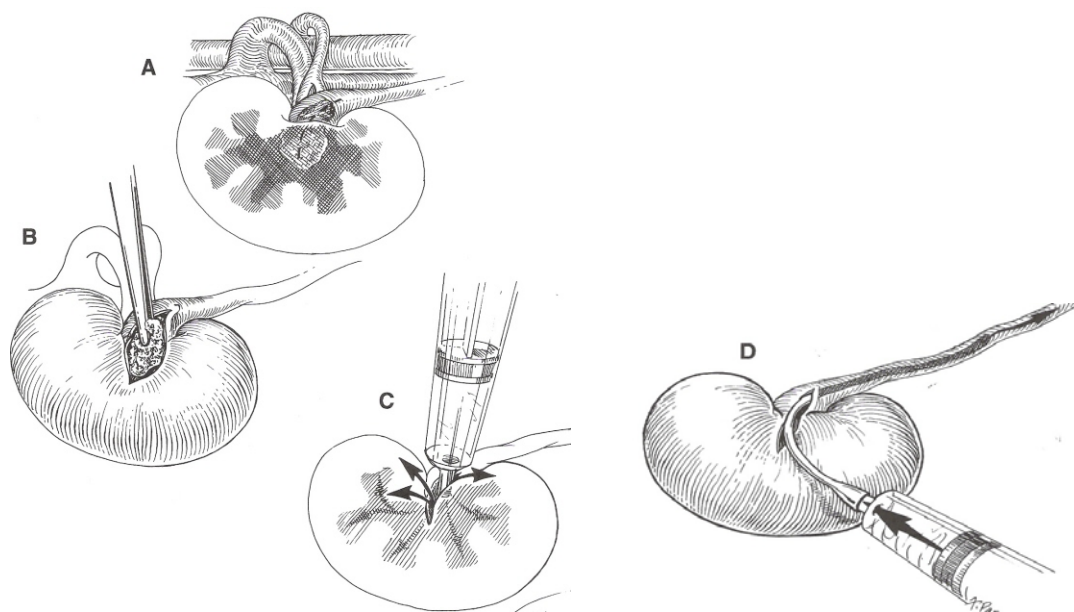


Tableau 15 : Récapitulatif : Avantages et inconvénients des différentes chirurgies rénales (25, 38, 62, 68)

	Avantages	Inconvénients
Néphrectomie	- Applicable dans toutes les situations. - Chirurgie rénale techniquement la plus simple	- S'assurer du fonctionnement normal du rein controlatéral.
Néphrotomie	- Applicable à toute les situations quelques soient les caractéristiques du calcul (taille, forme, localisation)	- Perte de néphrons liée à l'occlusion temporaire des vaisseaux et à l'incision dans le parenchyme rénal
Pyélolithotomie	- Peu de pertes de néphrons - Ne nécessite pas d'occlusion temporaire des vaisseaux - La pyélolithotomie est toujours préférée si elle est applicable	- Applicable qu'en présence d'une dilatation suffisante du bassinet et de l'uretère proximal. - Non applicable aux calculs présents dans les diverticules rénaux

2. Lithiases urétérales

La chirurgie des uretères est techniquement difficile car les uretères sont des formations anatomiques fines et les complications chirurgicales sont nombreuses. Les principes de la chirurgie urétérale sont de pouvoir préserver l'irrigation sanguine de l'uretère, de dévier l'urine du site opératoire et d'apposer correctement les tissus lors de la suture afin d'obtenir des tensions minimales. Ces tensions, associées à une incision trop large peuvent entraîner une fibrose importante de l'uretère provoquant une sténose cicatricielle et une nouvelle obstruction (52).

La chirurgie des uretères est techniquement difficile, elle s'effectue sous microscope et nécessite un chirurgien expérimenté (15).

Les différentes techniques pour extraire les lithiases urétérales sont l'urétérotomie, l'urétéronéocystostomie et l'anastomose urétérale. Le choix de la technique dépend essentiellement de la localisation du calcul dans l'uretère. Toutes ces techniques ne sont envisageables que si le rein correspondant est fonctionnel et ont pour but d'extraire un calcul urétéral sans léser la fonction rénale.

Les lithiases urétérales peuvent également être traitées par urétéro-néphrectomie. La technique et les indications sont les mêmes que pour les lithiases rénales.

2.1 Urétérotomie

2.1.1 Indications

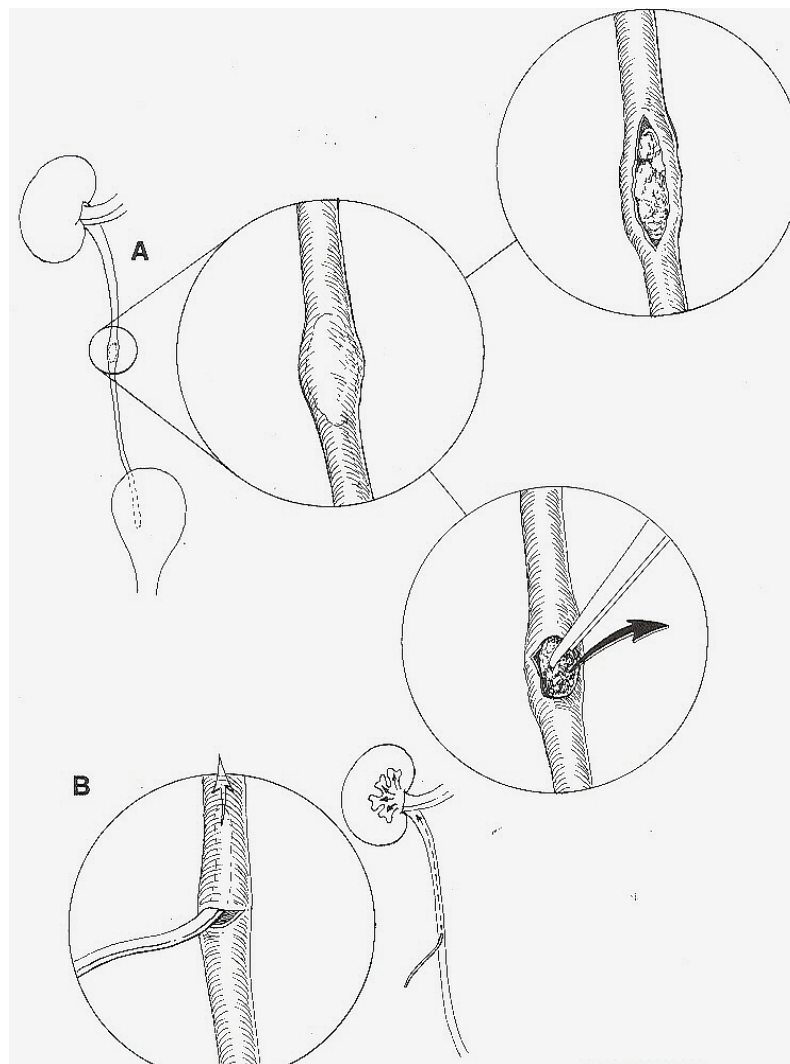
L'urétérotomie est une incision dans l'uretère. C'est la technique chirurgicale la plus fréquemment utilisée pour l'extraction d'un calcul urétéral car elle est applicable quelle que soit la localisation du calcul (34, 52).

2.1.2 Technique chirurgicale

L'abord chirurgical se fait par la ligne blanche. L'uretère est repéré et le calcul peut être directement visualisé ou palpé. La dilatation urétérale, si elle est présente, a pour point de départ la partie proximale de l'uretère et s'étend distalement. Elle peut ne pas atteindre le site du calcul. Certains calculs sont de très petites tailles et sont difficiles à visualiser. Dans ce cas, une cystotomie peut être nécessaire afin de cathétériser l'uretère depuis la vessie pour repérer le calcul (27).

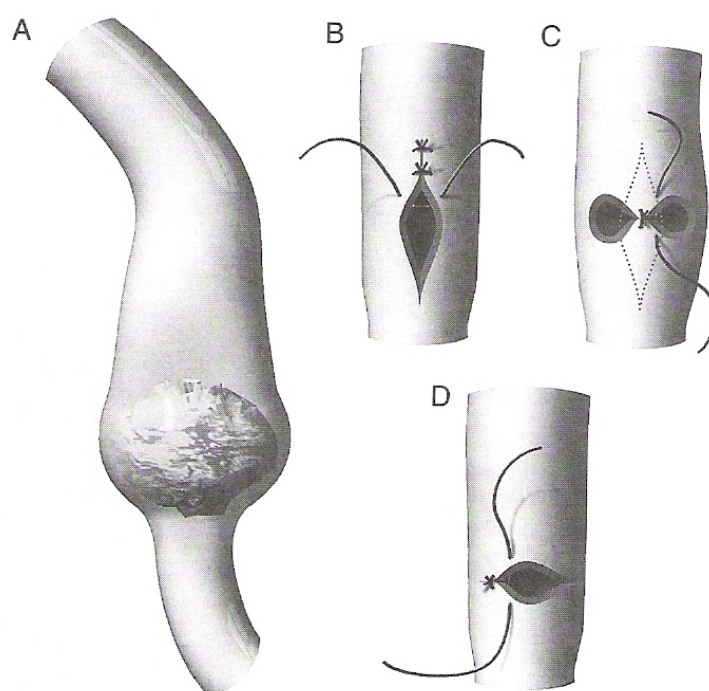
Une fois le calcul localisé, l'uretère est extrait de l'espace rétropéritonéal sur une distance aussi courte que possible (figure 24). Chez le chat, l'uretère est entouré d'une grande quantité de tissu graisseux qu'il est nécessaire de disséquer avant d'intervenir (27, 52).

Figure 24 : Urétérotomie (38)



L'incision de l'uretère peut être longitudinale ou transversale et se fait dans la partie dilatée de l'uretère, proximale au calcul (figure 25). Une incision longitudinale permet d'élargir l'ouverture au cours de la chirurgie si nécessaire et certaines études ont montré que ce type d'incision respecte mieux la vascularisation de l'uretère (27, 29). En revanche, l'incision longitudinale provoque plus de tension sur l'uretère, une fois celui-ci suturé, et favorise la sténose cicatricielle (51).

Figure 25 : Urétérotomie. (B) Incision longitudinale. (D) Incision transversale (52)



Le calcul est parfois enchâssé dans la muqueuse urétérale. Si la paroi urétérale est lésée après l'extraction, la résection de la partie lésée est nécessaire.

Après l'extraction du calcul, l'uretère est rincé plusieurs fois avec du sérum physiologique stérile sous pression afin de s'assurer de l'absence d'autres obstructions. Le rinçage peut se faire à l'aide d'une sonde urinaire de petit calibre ou d'un cathéter (52). Le diamètre de ce type de matériel est souvent trop grand pour permettre un rinçage urétéral chez le chat.

Dans ce cas, il est possible d'utiliser du fil de suture qui est introduit dans l'uretère pour confirmer l'absence d'obstruction supplémentaire.

La suture est réalisée avec un fil résorbable 5/0 à 7/0 soit par un surjet simple soit, par des points séparés. Certains auteurs conseillent l'utilisation du surjet qui permet une suture plus étanche (27). Idéalement, les sutures ne sont pas perforantes (27).

Dans le cas d'une ouverture longitudinale, une suture transversale peut être intéressante pour limiter la sténose cicatricielle (27).

2.2 Urétéronéocystostomie

2.2.1 Indications

L'urétéronéocystostomie consiste à réséquer la partie la plus distale de l'uretère et de réimplanter l'uretère proximal sur la vessie.

Cette technique chirurgicale est généralement utilisée lorsqu'un calcul se situe dans le tiers distal de l'uretère (27, 34). Certains chirurgiens estiment que l'urétéronéocystostomie est techniquement plus simple que l'urétérotomie et que les risques de fuite urinaire sont moins importants (34).

L'urétéronéocystostomie peut se réaliser par une technique intra-vésicale ou extra-vésicale (27). La technique intra-vésicale est souvent utilisée chez le chien et parfois chez le chat lorsque la dilatation urétérale est importante. En revanche, chez le chat, en l'absence de dilatation, les uretères ne mesurent que 0,4 mm de diamètre à leur abouchement à la vessie et la technique extra-vésicale est souvent préférée dans ce cas car les risques de sténose cicatricielle sont moins importants. Elle est cependant techniquement difficile étant donnée la petite taille de l'uretère en l'absence de dilatation (27).

2.2.2 Urétéronécystostomie : technique intra-vésicale

La technique intra-vésicale consiste à apposer les muqueuses urétérale et vésicale après avoir effectué une cystotomie ventrale et une éversion de la vessie (27).

L'uretère est sectionné le plus proche possible de la vessie et un fil de suture est passé à travers l'uretère comme points d'appui (figure 26). La graisse péri-urétérale doit être disséquée sur une longueur d'environ 1 cm à l'extrémité de l'uretère. Ceci est particulièrement important chez le chat chez qui cette graisse est très développée. Idéalement, l'artère urétérale doit être ligaturée (27).

Une ponction dans la muqueuse vésicale est réalisée et un tunnel sous-muqueux est créé avec une pince fine. A l'aide du point d'appui mis en place sur l'uretère distale, la portion terminale de l'uretère est tirée à travers le tunnel créé de l'extérieur vers l'intérieur de la vessie. Une encoche longitudinale de 2 à 4 mm est créée à l'extrémité distale de l'uretère. La muqueuse urétérale est ensuite suturée à la muqueuse vésicale avec un fil résorbable 5/0 à 7/0 par des points simples. La vessie est suturée après avoir effectué un rinçage urétéral (figure 26) (27).

Chez le chat, la muqueuse vésicale devient rapidement oedémateuse et l'apposition précise des muqueuses lors de la suture peut être difficile ce qui augmente le risque de sténose cicatricielle.

2.2.3 Urétéronécystostomie : technique extra-vésicale

La technique extra-vésicale ne nécessite pas de cystotomie. Une incision d'une longueur de 1 cm est faite dans la couche séromusculaire à l'apex de la vessie. La muqueuse vésicale est alors visible. Une incision de 0,5 cm est faite à travers la muqueuse vésicale à l'extrémité la plus caudale de l'incision séromusculaire. Une encoche longitudinale de 2 à 4 mm est créée à l'extrémité distale de l'uretère. Les muqueuses urétérale et vésicale sont apposées de la même manière que dans la technique précédente et suturée par des points simples. Cette suture doit être faite avec un minimum de points, en général six, car un trop grand nombre de points augmente les risques d'obstruction urétérale (27). La couche séromusculaire est ensuite suturée par des points simples (figure 27). Cette suture assure en grande partie l'étanchéité de l'anastomose et doit être réalisée en prenant soin de ne pas comprimer l'uretère.

Figure 26 : Urétéronécystostomie. Technique intra-vésicale (62)

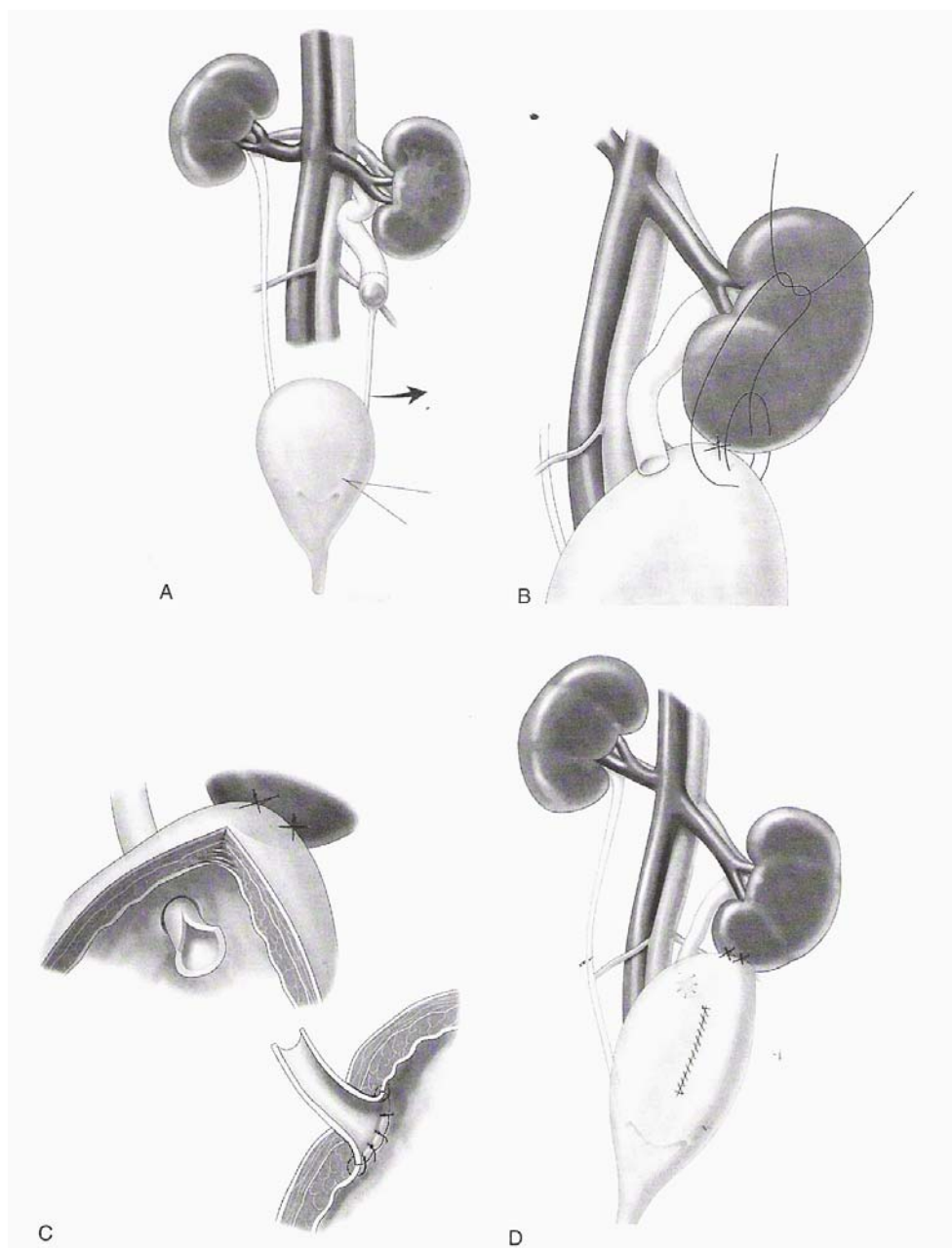
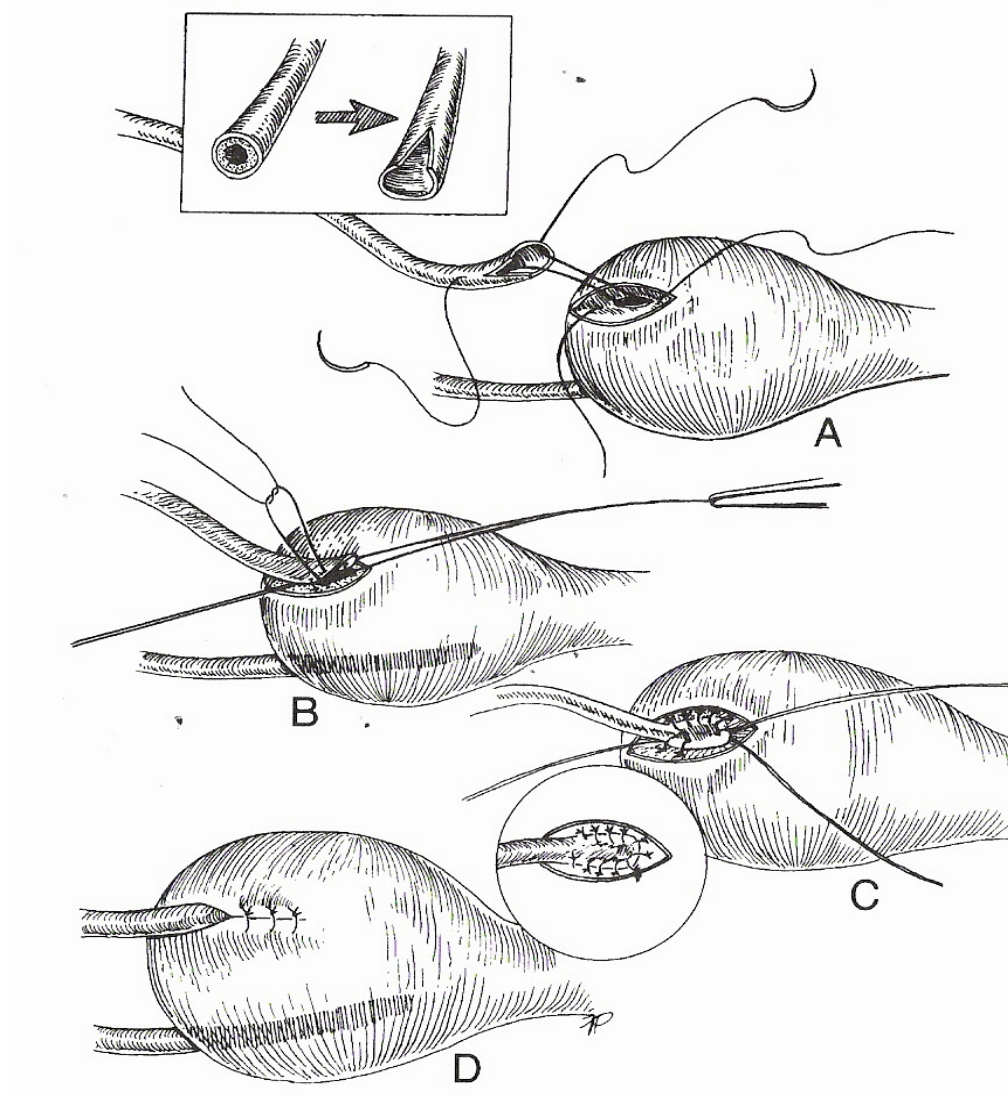


Figure 27 : Urétéronécystostomie. Technique extra-vésicale (27)



2.3 Anastomose urétérale

2.3.1 Indications

L'anastomose urétérale est indiquée lorsqu'une résection d'une partie de l'uretère est indispensable. Cette technique permet d'aboucher les deux parties de l'uretère sectionnées (62).

Cette procédure chirurgicale est techniquement difficile et associée à de fréquentes complications. Elle n'est utilisée que dans le cas où une partie très proximale de l'uretère doit être réséquée et que l'abouchement à la vessie est impossible car l'uretère proximal restant est trop court. Il existe cependant une alternative chirurgicale à cette situation qui consiste à aboucher l'uretère proximal à l'uretère controlatéral (38).

2.3.2 Technique chirurgicale

Pour diminuer le risque élevé de sténose cicatricielle lors d'une anastomose urétérale, il est nécessaire d'augmenter la circonférence de l'anastomose. Pour ceci, une incision longitudinale de 2 à 4 mm est réalisée à chaque extrémité sectionnée de l'uretère. L'anastomose est réalisée en suturant les deux extrémités de l'uretère à l'aide de points simples (figure 28). Il est important de vérifier qu'il n'y a pas de rotation des deux extrémités urétérales l'une par rapport à l'autre (62).

Figure 28 : Anastomose urétérale (52)

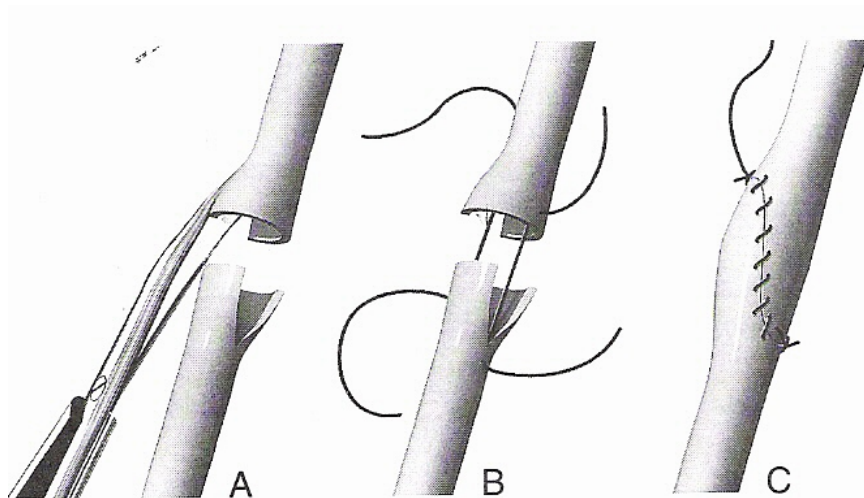


Tableau 16 : Récapitulatif : Avantages et inconvénients des différentes chirurgies urétérales (25, 38, 52, 68)

		Indications	Inconvénients
Urétérotomie		- Utilisable pour tous les calculs urétéraux	- Techniquement difficile (particulièrement en l'absence de dilatation urétérale)
Urétéronécystotomie	Technique intra-vésicale	- Calcul situé dans le tiers distal de l'uretère. - Jugée plus simple techniquement par certains auteurs. - Le risque de fuite urinaire serait moins important.	- Inutilisable chez le chat en l'absence de dilatation urétérale
	Technique extra-vésicale	- Calcul situé dans le tiers distal de l'uretère chez le chat, en l'absence de dilatation urétérale - Jugée techniquement plus simple que l'urétérotomie par certains chirurgiens en l'absence de dilatation urétérale.	
Anastomose urétérale		- Résection d'une partie lésée de l'uretère dans la partie proximale (interdisant l'utilisation de l'urétéronécystostomie)	- Risques majeurs de sténose cicatricielle.

2.4 Réduction des tensions

Les techniques d'urétéronéocystostomie et d'anastomose urétérale provoquent d'importantes tensions sur les anastomoses. Ceci peut entraîner des fuites urinaires ou des obstructions urétérales par fibrose excessive des tissus. Ces tensions peuvent être réduites soit, en descendant le rein correspondant soit, en réalisant une cystopexie sur le muscle psoas (27).

La descente du rein s'effectue par section de son attache péritonéale, le rein ne restant fixé que par ses gros vaisseaux. Il est ensuite pexié plus caudalement.

La cystopexie sur le muscle psoas s'effectue en ramenant l'apex de la vessie crânialement et latéralement vers le rein. La vessie est ensuite suturée sur le muscle psoas.

2.5 Déviation de l'urine du site opératoire : Tube de néphrostomie

Il a souvent été conseillé de poser un cathéter de néphrostomie pendant 24 à 48 heures après une chirurgie rénale ou urétérale afin de détourner l'urine du site opératoire. Cependant, l'utilisation de cette technique est aujourd'hui controversée car les complications qui lui sont associées sont fréquentes (34).

Dans une étude, le taux de mortalité des sujets ayant subi une néphrostomie percutanée est significativement plus élevé que celui des sujets pour lesquels elle n'a pas été utilisée (39% contre 24% de mortalité) (34). Malgré le fait que les chats nécessitant cette intervention étaient ceux dont l'insuffisance rénale était très sévère avant la chirurgie, le taux de mortalité plus élevé est essentiellement dû aux complications liées à cette intervention (extravasation urinaire, faible drainage des urines, déplacement du cathéter de néphrostomie).

Les auteurs de cette étude concluent que l'utilisation de la néphrostomie devrait être réservée aux cas d'insuffisance rénale sévère pour améliorer la fonction rénale avant une chirurgie. Son utilisation pour dévier l'urine du site opératoire après une chirurgie ne semble pas avantageuse étant donné les nombreuses complications qui lui sont associées (34).

2.6 Post-opératoire

Les calculs extraits chirurgicalement sont toujours soumis à une analyse afin d'identifier leur nature et mettre en place un traitement médical préventif spécifique.

En post-opératoire, l'administration de fluides par voie intraveineuse permet de rétablir la diurèse et d'éliminer les caillots sanguins pouvant se loger dans le bassinet du rein ou dans les uretères (34, 35).

Toutes ces chirurgies nécessitent, en post-opératoire, une surveillance rapprochée de la fonction rénale par la mesure de la diurèse et le dosage des paramètres rénaux plasmatiques (35).

2. Résultats du traitement chirurgical

Le résultat d'une chirurgie rénale ou urétérale s'évalue en deux temps. Dans un premier temps, il convient d'évaluer les éventuelles complications directement associées à la chirurgie. Il convient ensuite d'évaluer la récupération de la fonction rénale sur un plus long terme. Ce pronostic est en particulier dépendant de la durée et de l'importance de l'obstruction préexistante.

2.1 Lithiases rénales

Les complications les plus fréquentes lors de chirurgie rénale sont (66) :

- les hémorragies
- l'hématurie persistante
- les fuites urinaires
- une insuffisance rénale persistante

2.2 Lithiases urétérales

Les complications les plus fréquentes lors de chirurgie urétérale sont (18, 33, 52) :

- la sténose cicatricielle
- les fuites urinaires

Ces complications surviennent majoritairement lors d'urétérotomies et d'anastomoses urétérales. D'après une étude rétrospective menée sur les obstructions urétérales chez le chat, le pourcentage de complications majeures après chirurgie est de 31% et le pourcentage de mortalité pendant la chirurgie est de 19%. Les complications les plus fréquentes sont les fuites urinaires et la sténose cicatricielle (34). Dans cette étude, le taux de survie à 12 mois après le diagnostic était de 66 % pour les chats ayant été traités médicalement et de 91% pour ceux traités chirurgicalement.

Le suivi à long terme après une chirurgie réussie montre donc que le traitement chirurgical préserve mieux la fonction rénale que le traitement médical. Mais, les complications liées à la chirurgie sont fréquentes (34).

2.3 Risque de récurrence

Lulich et al. ont montré qu'après exérèse chirurgicale de calculs d'oxalate de calcium, on notait une récurrence de la lithiase dans 36% des cas à 1 an, 42% des cas à 2 ans et plus de 50% des cas dans les 3 ans qui suivaient la chirurgie (30). Le risque de récurrence est donc très élevé pour les lithiases calciques.

C. Recommandations thérapeutiques actuelles

Le choix du traitement le plus adapté dans le cadre des lithiases du haut appareil urinaire est particulièrement délicat et fait intervenir de nombreux facteurs. Les recommandations actuelles pour le traitement des lithiases du haut appareil urinaire sont de toujours privilégier un traitement médical à un traitement chirurgical (14, 17). Ces recommandations sont fondées sur la difficulté des techniques chirurgicales et sur les complications liées à ce type de chirurgie.

1. Recommandations en fonction du type minéral

Le choix thérapeutique dépend, entre autres, du type minéral suspecté. Le fait qu'il existe un traitement médical calculolytique ou non pour le type minéral suspecté est en effet un élément important dans le choix de l'option thérapeutique. Il existe certains types de calculs comme les calculs de struvite, pour lesquels l'efficacité du traitement médical est largement reconnue. En revanche, pour d'autres types comme les calculs d'oxalate de calcium, aucun traitement médical calculolytique n'existe. Il est donc utile de pouvoir prévoir le plus précisément possible le type minéral du calcul identifier.

Le tableau 17 rappelle les différents facteurs permettant de prévoir le type minéral d'un calcul.

Tableau 17 : Facteurs permettant de prévoir le type minéral des lithiases rénales et urétérales chez le chien et le chat (61)

-
- pH urinaire
 - Présence d'une cristallurie dans des urines récemment prélevées et non contaminées
 - Présence ou non de bactéries dans les urines et identification du type de bactéries
 - Radio-densité des calculs
 - Analyse biochimique : recherche d'un désordre métabolique à l'origine de la formation de lithiases
 - Race et âge de l'animal
 - Antécédents de lithiases et type minéral lors des premiers épisodes
-

2. Recommandations en fonction de la localisation du calcul

2.1 Efficacité du traitement médical en fonction de la localisation du calcul

Les traitements médicaux calculolytiques ont une efficacité différente selon que le calcul soit localisé dans l'uretère ou dans le rein.

Ce type de traitement permet en effet la dissolution des calculs par une modification des caractéristiques physiques et chimiques des urines. Les cristaux, pour se dissoudre, doivent être largement baignés dans des urines dont la concentration en cristaux est faible. Dans le rein, le flot d'urine est suffisant pour permettre la dissolution des calculs et l'alternative médicale peut être envisagée. En revanche, dans l'uretère, ce flot d'urine est insuffisant et les traitements calculolytiques sont souvent peu efficaces (30).

2.2 Lithiases rénales

2.1.1 Lithiases rénales non obstructives et asymptomatiques

Les lithiases rénales non obstructives et asymptomatiques sont fréquentes chez le chien et le chat et leur découverte est souvent fortuite. Les recommandations actuelles concernant ce type de lithiase sont de ne pas avoir recours à la chirurgie (17, 64). Dans ce cas, un traitement médical spécifique du type de calcul supposé est mis en place. Ce traitement vise à dissoudre le calcul ou à limiter sa croissance. Une surveillance régulière de l'évolution des caractéristiques morphologiques du calcul et de ses répercussions sur l'appareil urinaire est recommandée. Cette surveillance se fait tous les 3 mois si aucun symptôme n'apparaît (17).

2.1.2 Lithiases rénales obstructives.

Les obstructions urinaires dans le haut appareil urinaire sont de plusieurs types (obstruction partielle ou totale, unilatérale ou bilatérale, associée ou non à une infection urinaire). L'indication chirurgicale est évaluée en fonction de ces différents paramètres (tableau 17). L'option médicale sera toujours préférée si elle est possible (34).

Les indications du traitement chirurgical lors de lithiases du haut appareil urinaire sont données dans le tableau 18.

Tableau 18 : Indications chirurgicales des lithiases rénales et urétérales (64)

-
- ▶ Obstruction urinaire totale (obstruction suspectée par la présence d'une hydronéphrose ou d'une dilatation de l'uretère ou par un examen avec produit de contraste)
 - ▶ Obstruction urinaire partielle associée à une infection urinaire
 - ▶ Présence d'une insuffisance rénale importante même s'il est possible de dissoudre le calcul médicalement
 - ▶ Calcul urétéral immobile (immobilité caractérisée par des examens d'imagerie répétés)
 - ▶ Calcul à l'origine de symptômes, même discrets, et qui augmente en taille malgré un traitement médical adapté
 - ▶ Calcul à l'origine de symptômes et dont la dissolution est impossible médicalement.
 - ▶ Présence d'une anomalie anatomique favorisant la formation de calculs
 - ▶ Traitement médical inefficace
-

2.3 Lithiases urétérales

Les indications du traitement chirurgical lors de lithiase urétérale sont répertoriées dans le tableau 18. Elles sont identiques à celles des lithiases rénales mais le recours à la chirurgie dans cette localisation est plus fréquent (52).

2.3.1 Traitement médical d'une lithiase urétérale

Les lithiases urétérales ne peuvent que très rarement être traitées médicalement car elles provoquent plus fréquemment des obstructions urinaires du fait du petit diamètre des uretères. De plus, dans les uretères, le flot d'urine n'est pas suffisant pour permettre la dissolution des calculs et les traitements médicaux sont souvent peu efficaces (30).

Dans certains cas rares, les calculs urétéraux peuvent être évacués spontanément dans la vessie ou, grâce à l'administration de fluides et de diurétiques (27). Ceci dépend essentiellement de leur taille et de leur forme.

Le diamètre normal de l'uretère du chien, mesuré en utilisant le scanner hélicoïdal, varie entre 1.3 et 2.7 mm (46). Expérimentalement, une sphère de 2,3 mm de diamètre passe librement dans l'uretère d'un chien jusqu'à la vessie mais, une sphère de 2,8 mm, ou plus, reste bloquée. En l'absence de symptômes et de signes d'obstruction, la décision chirurgicale peut donc être différée.

Les recommandations actuelles lors de lithiase urétérales sont d'opérer lorsque l'immobilité du calcul urétéral est constatée par des examens d'imagerie répétés car le risque d'obstruction est majeur. Malheureusement, la durée optimale entre le diagnostic et la décision chirurgicale est peu précise.

2.3.2 Temps de transit d'un calcul urétéral du rein vers la vessie.

Certaines études expérimentales chez le chien ont suggéré que le temps de transit dans un uretère de petits calculs artificiels variait de une à 24 heures. Passé ce délai, le calcul urétéral a peu de chances de migrer (27).

Ce temps de transit a été évalué expérimentalement et non cliniquement. Il permet de donner certaines indications mais, il n'existe pas de données cliniques permettant de définir

précisément une durée optimale de traitement médical avant d'avoir recours à la chirurgie. Le temps entre le diagnostic de lithiase urétérale et la décision chirurgicale doit également tenir compte de la durée de l'obstruction, paramètre difficile à évaluer. Une obstruction urinaire entraîne en effet des lésions rénales irréversibles au bout de 4 semaines environ et la fonction glomérulaire est diminuée environ de moitié au bout de 15 jours. Dans l'étude de Kyles et al., la durée moyenne entre le diagnostic et la chirurgie est passée de 19 jours, pendant la première moitié de l'étude, à 2 jours pendant la deuxième moitié de l'étude. Cette différence est attribuée à une plus grande facilité à reconnaître rapidement les cas nécessitant une chirurgie durant la deuxième partie de l'étude (34).

Conclusion

Les lithiases du haut appareil urinaire, jusqu'ici considérées comme rares chez le chien et le chat, se révèlent de plus en plus fréquentes au regard des données épidémiologiques actuelles. Cette situation peut être expliquée par plusieurs phénomènes. L'augmentation de l'incidence des lithiases du haut appareil urinaire pourrait être liée à celle des lithiases oxalo-calciques dont la localisation est préférentiellement rénale. Des études supplémentaires sont nécessaires en médecine vétérinaire pour pouvoir affirmer cette hypothèse. Les connaissances récentes sur l'épidémiologie et la symptomatologie souvent frustrée et peu spécifique de ce type de lithiasse doivent désormais amener à considérer plus facilement cette affection dans le diagnostic différentiel de l'insuffisance rénale. Le développement des examens d'imagerie en médecine vétérinaire a désormais facilité le diagnostic des lithiases du haut appareil urinaire. Cependant, de nombreuses études sont encore nécessaires pour fournir une conduite thérapeutique fondée sur un niveau de preuve satisfaisant.

Dans l'état actuel des connaissances, l'intervention chirurgicale demeure le seul recours lors d'obstruction urinaire haute malgré les nombreuses complications qui leur sont associées. Les moyens thérapeutiques comme la lithotripsie extracorporelle restent anecdotiques chez les animaux étant donné leur coût élevé.

Références bibliographiques

1. ADAMS L. G., SENIOR D. F. Electrohydraulic and extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1999, **29**, 293-302.
2. ADIN C. A., HERRGESELL E. J., NYLAND T. G., HUGHES J. M., GREGORY C. R., KYLES A. E. *et al.* Antegrade pyelography for suspected ureteral obstruction in cats: 11 cases (1995-2001). *JAVMA*, 2003, **222**, 1576-1581.
3. ARMBRUST L., KRAFT S. L., COWAN L. A., TILLSON D. M., HOSKINSON J. J. Radiographic diagnosis: canine ureteral calculus. *Vet. Radiol. Ultrasound*, 1997, **38**, 360-362.
4. BAILEY G., BURK R. L. Dry extracorporeal shock wave lithotripsy for treatment of ureterolithiasis and nephrolithiasis in a dog. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1995, **207**, 592-595.
5. BARONE R. Appareil uro-génital. In: *Anatomie comparée des mammifères domestiques*. 2^{ème} éd. Vol. 4. Vigot, Paris, 1990, 1-501.
6. BARTGES J. W., KIRK C., LANE I. F. Update: management of calcium oxalate uroliths in dogs and cats. *Vet. Clin. Small Anim.*, 2004, **34**, 969-987.
7. BARTGES J. W., LANE I. F. Medical treatment of urolithiasis. In: SLATTER D. editor. *Textbook of small animal surgery*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2003, 1661-1672.
8. BARTGES J. W., OSBORNE C. A., LULICH J. P., KIRK C., ALLEN T. A., BROWN C. Methods for evaluating treatment of uroliths. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1999, **29**, 45-57.
9. BLOCK G., ADAMS L. G., WIDMER W. R., LINGEMAN J. E. Use of extracorporeal shock wave lithotripsy for treatment of nephrolithiasis in five dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1996, **208**, 531-536.
10. BOVEE K. C. Urolithiasis. In: *Canine Nephrology*. Philadelphia: Harwall, 1984, 355-379.

11. BROWN S. A. Pathophysiology and therapeutics of urinary tract diseases. In: SLATTER D. editor. *Text book of small animal surgery*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2003, 1583-1594.
12. BROWN S. A. Physiology of the urinary tract. In: SLATTER D. editor. *Textbook of small animal surgery*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2003, 1575-1583.
13. BUFFINGTON C. A., CHEW D. J., DIBARTOLA S. P. Lower urinary tract diseases in cats. In: SLATTER D. editor. *Textbook of small animal surgery*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2003, 1651-1660.
14. CARTER W. O., HAWKINS E. C., MORRISON W. B. Feline nephrolithiasis: eight cases (1984 through 1989). *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1993, **29**, 247-256.
15. CAYWOOD D. D., OSBORNE C. A. Surgical removal of canine uroliths. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1986, **16**, 389-407.
16. CHRISTIE B. A. Anatomy of the urinary system. In: SLATTER D. editor. *Textbook of small animal surgery*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2003, 1558-1575.
17. DIERINGER T. M., LEES G. E. Nephroliths: approach to therapy. In: KIRK R. W., BONAGURA J. D. editors. *Current Veterinary Therapy XII. Small animal practice*. Philadelphia: WB Saunders, 1992, 889-892.
18. DUPRE G. P., DEE L. G., DEE J. F. Ureterotomies for treatment of ureterolithiasis in two dogs. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1990, **26**, 500-504.
19. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. *Site de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort* [en ligne], Mise à jour le 10 décembre 2005 [http://cours.vet-alfort.fr/fichier/dbegon/r_cours_233/index.htm], (consulté le 10 décembre 2005).
20. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon. *Site de l'école Nationale Vétérinaire de Lyon*. [en ligne], Mise à jour le 8 février 2005. [<http://www.vet-lyon.fr/ens/imagerie/D2/9.Rein/R-notes.html>], consulté le 30 novembre 2005.

21. FEENEY D. A., WEICHSELBAUM R. C., JESSEN C. R., OSBORNE C. A. Imaging canine urocystoliths. Detection and prediction of mineral content. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1999, **29**, 59-72.
22. FINCO D. R. Applied physiology of the kidney. In: OSBORNE C. A., FINCO D. R. editors. *Canine and feline nephrology and urology*. Philadelphia: Williams and Wilkins, 1995, 29-46.
23. FINCO D. R. Obstructive uropathy and hydronephrosis. In: OSBORNE C. A., FINCO D. R. editors. *Canine and feline nephrology and urology*. Philadelphia: Williams and Wilkins, 1995, 889-894.
24. FINK R. L., CARIDIS D. T., CHMIEL R., RYAN G. Renal impairment and its reversibility following variable periods of complete ureteric obstruction. *Aust. N. Z. J. Surg.*, 1980, **50**, 77-83.
25. FOSSUM T. W. Surgery of the kidney and ureter. In: *Small animal surgery*. 2nd ed. St Louis: Mosby, 2002, 549-571.
26. FRANTI C. E., LING G. V., RUBY A. L., JOHNSON D. L. Urolithiasis in dogs: regional comparisons of breed, age, sex, anatomic location, and mineral type of calculus. *AJVR*, 1999, **60**, 29-42.
27. HARDIE E. M., KYLES A. E. Management of ureteral obstruction. *Vet. Clin. Small Anim.*, 2004, **34**, 989-1010.
28. HEBERT F. *Guide pratique d'uro-néphrologie vétérinaire*. Paris : Med'com, 2004, 251p.
29. HOPPE B., VON UNRUH G. E., BLANK G., RIETSCHER E., SIDHU H., LAUBE N. et al Absorptive hyperoxaluria leads to an increased risk for urolithiasis or nephrocalcinosis in cystic fibrosis. *Am. J. Kidney Dis.*, 2005, **46**, 440-445.
30. JACQUES D., BOUVY B. Un cas de lithiase oxalocalcique récidivante rénale et urétérale chez un chien. *Prat. Méd. Chir. Anim. Comp.*, 2002, **37**, 33-38.

31. JUNGERS P., DAUDON M., CONORT P. *Lithiase Rénale. Diagnostic et traitement*. Paris : Flammarion Médecine-Sciences, 1999, 256p.
32. KUCERA J., BULKOVA T., RYCHLA R., JAHN P. Bilateral xanthine nephrolithiasis in a dog. *J. Small Anim. Pract.*, 1997, **38**, 302-305.
33. KYLES A. E., HARDIE E. M. WOODEN B. G., ADIN C. A., STONE E. A., GREGORY C. R. *et al.* Clinical, clinicopathologic, radiographic, and ultrasonographic abnormalities in cats with ureteral calculi: 163 cases (1984-2002). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 2005, **226**, 932-935.
34. KYLES A. E., HARDIE E. M. WOODEN B. G., ADIN C. A., STONE E. A., GREGORY C. R. *et al.* Management and outcome of cats with ureteral calculi: 153 cases (1984-2002). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 2005, **226**, 937-944.
35. KYLES A. E., STONE E. A., GOOKIN J., SPAULDING K., CLARY E. M., WYLIE K. *et al.*, Diagnosis and surgical management of obstructive ureteral calculi in cats: 11 cases (1993-1996), *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1998, **213**, 1150-1156.
36. LAMB C. R. Ultrasonography of the ureters. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1998, **28**, 823-848.
37. LANE I. F. Lithotripsy: an update on urologic applications in small animals. *Vet. Clin. Small Anim.*, 2004, **34**, 1011-1025.
38. LANZ O. I., WALDRON D. R. Renal and ureteral surgery in dogs. *Clin. Tech. Small Anim. Pract.*, 2000, **15**, 1-10.
39. LEKCHAROENSUK C., LULICH J. P., OSBORNE C. A., KOEHLER L. A., URLICH L. K., CARPENTER K. A. *et al.* Association between patient-related factors and risk of calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 2000, **217**, 520-525.
40. LEKCHAROENSUK C., OSBORNE C. A., LULICH J. P., ALBASAN H., ULRICH L. K., KOEHLER L. A. *et al.* Trends in the frequency of calcium oxalate uroliths in the upper urinary tract of cats. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 2005, **41**, 39-46.

41. LIGNEREUX Y. Uro-Néphrologie – Anatomie urinaire. *In : Encyclopédie vétérinaire*. Elsevier, Paris, 1996, 1-10.
42. LING G. V. Nephrolithiasis: prevalence of mineral type. *In: KIRK R. W., BONAGURA J. D. editors. Current Veterinary Therapy XII. Small animal practice*. Philadelphia: WB Saunders, 1995, 980.
43. LING G. V., RUBY A. L., JOHNSON D. L., THURMOND M., FRANTI C. E. Renal calculi in dogs and cats: prevalence, mineral type, breed, age, and gender interrelationships (1981-1993). *J. Vet. Intern Med.*, 1998, **12**, 11-21.
44. LING G. V., THURMOND M. C., CHOI Y. K., FRANTI C. E., RUBY A. L., JOHNSON D. L. Changes in proportion of canine urinary calculi composed of calcium oxalate or struvite in specimens analyzed from 1981 through 2001. *J. Vet. Intern Med.*, 2003, **17**, 817-823.
45. LIRTZMAN R. A., GREGORY C. R. Long-term renal and hematologic effects of uninephrectomy in healthy feline kidney donors. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1995, **207**, 1044-1047.
46. LOZEAR L., TIDWELL A. S. Evaluation of the ureter and ureterovesicular junction using helical computed tomographic excretory urography in healthy dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound*, 2003, **44**, 155-164.
47. LULICH J. P. Feline calcium oxalate urolithiasis. Cause, detection, control. *In: Consultations in feline internal medicine 2*. Philadelphia: WB Saunders, 1994, 343-349.
48. LULICH J. P., OSBORNE C. A. Canine calcium oxalate uroliths. *In: BONAGURA J. D., KIRK R. W. editors. Current Veterinary Therapy XII. Small animal practice*. Philadelphia: WB Saunders, 1995, 992-996.
49. LULICH J. P., OSBORNE C. A., LEKCHAROENSUK C., KIRK C. A., BARTGES J. W. Effects of diet on urine composition of cats with calcium oxalate urolithiasis. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 2004, **40**, 185-191.

50. LULICH J. P., OSBORNE C. A., THUMCHAI R., LEKCHAROENSUK C., ULRICH L. K., KOEHLER L. A. *et al.* Epidemiology of canine calcium oxalate uroliths. Identifying risk factors. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1999, **29**, 113-122.
51. MAHAFFEY M. B., BARBER D. L. Radiographic and ultrasonographic evaluation of the urinary tract. In: STONE E. A., BARSANTI J. A. editors. *Urologic surgery of the dog and cat*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1992, 53-77.
52. McLOUGHLIN M. A., BJORLING D. E. Ureters. In: SLATTER D. editor. *Text book of small animal surgery*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2003, 1619-1628.
53. MOON M. L., DALLMAN M. A. Calcium oxalate ureterolith in a cat. *Vet. Radiol. Ultrasound*, 1991, **32**, 261-263.
54. OSBORNE C. A. Medical dissolution and prevention of canine uroliths. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1999, **29**, 1-16.
55. OSBORNE C. A., FINCO D. R. Diseases of the upper and lower urinary tract. In: *Canine and feline nephrology and urology*. Philadelphia: Williams and Wilkins, 1995, 834.
56. OSBORNE C. A., FLETCHER T. F. Applied anatomy of the urinary system with clinicopathologic correlation. In: OSBORNE C. A., FINCO D. R. editors. *Canine and feline nephrology and urology*. Philadelphia: Williams and Wilkins, 1995, 3-28.
57. OSBORNE C. A., LULICH J. P., BARTGES J. W., FELICE L. J. Medical dissolution and prevention of canine and feline uroliths: Diagnostic and therapeutic caveats. *Vet. Record*, 1990, **127**, 369-373.
58. OSBORNE C. A., LULICH J. P., POLZIN D. J., SANDERSON S. L., KOEHLER L. A., ULRICH L. K. *et al.* Analysis of 77,000 canine uroliths Perspectives from the Minnesota Urolith Center. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1999, **29**, 17-38.
59. OSBORNE C. A., LULICH J. P., THUMCHAI R. Feline calcium oxalate uroliths. In: BONAGURA J. D., KIRK R. W. editors. *Current Veterinary Therapy XII. Small animal practice*. Philadelphia: WB Saunders, 1995, 989-992.

60. OSBORNE C. A., LULICH J. P., ULRICH L. K., BIRD K. A. Feline crystalluria detection and interpretation. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1996, **26**, 369-391.
61. OSBORNE C. A., UNGER L. K., LULICH J. P. Canine and feline nephroliths. In: BONAGURA J. D., KIRK R. W. editors. *Current Veterinary Therapy XII. Small animal practice*. Philadelphia: WB Saunders, 1995, 981-985.
62. RAWLINGS C. A., BJORLING D. E., CHRISTIE B. A. Kidneys. In: SLATTER D. editor. *Textbook of small animal surgery*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2003, 1606-1619.
63. RAWLINGS C. A., BJORLING D. E., CHRISTIE B. A. Principles of urinary tract surgery. In: SLATTER D. editor. *Textbook of small animal surgery*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2003, 1594-1606.
64. ROSS S. J., OSBORNE C. A., LULICH J. P., POLZIN D. J., ULRICH L. K., KOEHLER L. A. *et al.* Canine and feline nephrolithiasis. Epidemiology, detection, management. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1999, **29**, 231-250.
65. RUBIN S. I. Chronic renal failure and its management and nephrolithiasis. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 1997, **27**, 1331-1354.
66. SNYDER D. M., STEFFEY M. A., MEHLER S. J., DROBATZ K. J., ARONSON L. R. Diagnosis and surgical management of ureteral calculi in dogs: 16 cases (1990-2003). *N. Z. V. et J.*, 2004, **53**, 19-25.
67. STONE E. A., BARSANTI J. A. Postoperative management and surgical complications of urinary tract trauma. In: *Urologic surgery of the dog and cat*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1992, 197-198.
68. STONE E. A., BARSANTI J. A. Surgical therapy for urinary tract trauma. In: *Urologic surgery of the dog and cat*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1992, 189-196.
69. STONE E. A., GOOKIN J. Indications for Nephrectomy and Nephrotomy. In: KIRK R. W., BONAGURA J. D. editors. *Current Veterinary Therapy XIII. Small animal practice*. Philadelphia: WB Saunders, 2000, 866-868.

70. WHITE J. V. Cyclosporine: prototype of a T-cell selective immunosuppressant. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1986, **189**, 566-570.

Les lithiases du haut appareil urinaire chez le chien et le chat

NOM Prénom : STEIGER Marion

Résumé :

Les lithiases du haut appareil urinaire, jusqu'ici considérées comme rares chez les carnivores domestiques, se révèlent être de plus en plus fréquentes au regard des données épidémiologiques actuelles. La constatation a été faite que l'augmentation du nombre de cas, observée principalement chez le chat, est parallèle à l'augmentation de l'incidence des lithiases oxalo-calciques remarquée depuis une vingtaine d'année chez le chat et le chien.

Le tableau clinique de cette affection est caractérisé par une symptomatologie très frustre voir absente chez l'animal et ce type de lithiase est souvent de découverte fortuite. Le développement récent des examens d'imagerie en médecine vétérinaire permet cependant un diagnostic précis dans la majorité des cas et une appréciation des retentissements de la lithiase sur l'appareil urinaire en particulier, son caractère obstructif ou non.

Les recommandations thérapeutiques actuelles sont de privilégier le traitement médical étant donné les nombreuses complications associées aux chirurgies rénales et urétérales. Toutefois, des données cliniques supplémentaires sont nécessaires pour déterminer avec un niveau de preuve suffisant le meilleur choix thérapeutique. Les perspectives thérapeutiques sont des traitements non invasifs comme la lithotripsie extracorporelle, largement utilisée en médecine humaine, mais qui restent d'utilisation très anecdotique en médecine vétérinaire.

Mots clés : Lithiase, haut appareil urinaire, rein, uretère, carnivores, chien, chat

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Dr. C. MAUREY-GUENEC

Assesseur : Dr. V. VIATEAU

Adresse de l'auteur :

Melle STEIGER Marion – 42 rue François Couperin 94440 Santeny (France)