



Le diagnostic de laboratoire de l'insuffisance rénale féline



Redun Heine, DVM, PhD

Département des Sciences Cliniques des Animaux de Compagnie, Ecole Norvégienne de Sciences Cliniques, Oslo, Norvège

Le Dr. Heine est diplômée de l'Ecole Norvégienne de Science Vétérinaire (NVH) depuis 1988. Elle effectue un internat petits animaux à Utrecht (Pays-Bas) de 1989 à 1991 et soutient sa thèse de PhD en néphrologie à la NVH en 1996. Elle mène des recherches de post-doctorat à l'Université de Davis (Californie) en 1997-98 et est actuellement professeur adjoint de médecine interne à la NVH. Le Dr. Heine est présidente de l'ESVNU, membre certifié de l'IRIS et membre du WSAVA *Renal Standardization Group*.

■ Introduction

Chez le chat, l'insuffisance rénale donne souvent des signes cliniques flous et non spécifiques. Le propriétaire peut très bien ne remarquer qu'une augmentation du temps de sommeil ou une diminution de l'activité physique de son chat. Ces signes sont vagues et peuvent être attribués à une paresse de l'animal ou à son vieillissement. Que le vétérinaire soit face à un animal en très mauvais état général avec une azotémie sévère et des signes évidents d'insuffisance rénale chronique (IRC) ou à une simple azotémie légère découverte fortuitement à l'occasion d'un bilan pré-anesthésique, les examens diagnostiques de laboratoire sont toujours importants lors d'IRC féline, car l'anamnèse ne fournit que très peu d'informations.

La présence d'une polyuro-polydipsie (PUPD) d'origine indéterminée chez un chat en bon état général peut

justifier la réalisation d'examen d'imagerie diagnostique et des analyses de laboratoire. L'échographie donne très souvent des informations précieuses et peut servir à réaliser des biopsies échoguidées. De plus en plus souvent, les vétérinaires découvrent, à l'occasion d'une échographie abdominale réalisée pour un autre motif, des anomalies qui les amènent à s'interroger sur une éventuelle baisse de la fonction rénale. Il peut aussi leur arriver de détecter des reins anormaux à la palpation abdominale ou une créatininémie élevée sur un profil biochimique.

Lors d'insuffisance rénale clinique sévère, il peut être utile d'en identifier la cause pour établir un pronostic et déterminer le meilleur traitement. Il est important de savoir faire la différence entre une insuffisance rénale aiguë, une insuffisance rénale chronique et un éventuel phénomène aigu s'ajoutant à un processus pathologique chronique. Il peut également être intéressant de savoir si une composante pré- ou post-rénale contribue à la sévérité du tableau clinique. Les causes primaires sous-jacentes ou les complications secondaires doivent être évaluées pour mettre en place une prise en charge optimale.

La notion de « néphroprotection » fait depuis peu l'objet d'un intérêt croissant. Nous devrions donc bientôt en savoir plus sur les facteurs qui justifient la mise en place de mesures préventives et néphroprotectrices. Cela devrait nous inciter, en tant que cliniciens, à jouer notre rôle de conseil auprès des propriétaires demandeurs. Par exemple, on s'est demandé pendant longtemps si un aliment diététique à visée rénale permettait simplement de soulager les signes cliniques de l'urémie ou également de prolonger la survie des animaux grâce à une action néphroprotectrice. Des études sérieuses ont montré l'effet bénéfique de ces aliments, et parfois des inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (IECA), sur la durée de survie des chats en IRC (1-4). Bien que plusieurs points restent encore à éclaircir, de nombreux

propriétaires souhaitent agir de manière préventive lors d'insuffisance rénale débutante. La protéinurie et l'hypertension sont des facteurs de risque de progression rapide de l'atteinte rénale.

Même si une échographie rénale de qualité est très importante pour la gestion du patient, elle dépend fortement de l'opérateur et il est clair que les vétérinaires en charge d'animaux insuffisants rénaux ne sont pas tous des échographistes qualifiés. Par ailleurs, la majorité des vétérinaires ont accès aux examens de laboratoire décrits pour l'évaluation de la fonction rénale, qu'ils soient simples ou sophistiqués. Nous espérons que cet article vous éclairera sur la façon d'utiliser au mieux ces différents examens en fonction de chaque cas.

■ Analyse urinaire

Les zones de test du glucose, du pH, des protéines, du sang ou des corps cétoniques des bandelettes urinaires sont très utiles. Il faut cependant veiller à ce que les bandelettes ne soient pas abîmées et éviter les artefacts de dilution dus à la dilution des urines ou au trempage prolongé de la bandelette, responsable d'une fuite du réactif de la zone de test dans l'urine. Attention, la contamination fécale des urines peut entraîner un résultat faussement positif de la zone de test du sang/hémoglobine. Les zones de test des nitrites, des leucocytes et de la densité urinaire n'ont aucune valeur chez le chat. Le seuil rénal d'excrétion de la bilirubine est plus bas chez le chat que chez le chien et chez l'homme, et une réaction positive, même faible, est toujours anormale. Un pH alcalin peut indiquer un repas récent, une présence de bactéries uréasiques (*Staphylococcus spp.* ou *Proteus sp.*) ou une alcalose. Un pH urinaire acide est normal chez les carnivores, mais il peut également s'observer lors d'acidose, d'infection à bactéries acidogènes, d'hypokaliémie et d'utilisation de diurétiques de l'anse (5).

Pour déterminer de manière précise la densité urinaire, un réfractomètre est nécessaire. Comme tout le monde le sait, le chat produit une urine plus concentrée que celle du chien ou de l'homme. Bien que l'osmolalité urinaire soit plus précise, la densité urinaire est beaucoup plus facile à mesurer et les valeurs obtenues sont suffisamment précises dans la majorité des cas. En règle générale, une densité urinaire inférieure à 1035 est considérée comme anormale chez le chat. La PUPD peut être définie par une consommation hydrique supérieure à 100 mL/kg/j ou par une incapacité à concentrer les urines au-delà de 1035 de densité urinaire.

Rappelons qu'environ la moitié seulement des chats urémiques en IRC présente une PUPD détectable par le propriétaire. Ce dernier peut être appelé à mesurer précisément la consommation hydrique de son animal sur 24 heures et à scruter les moindres modifications comportementales qui pourraient signer une augmentation de cette consommation. Dans les rares cas où un diabète insipide central est suspecté, la PUPD est généralement plus sévère que celle observée lors d'IRC (**Figure 1**).

Plusieurs études ont évalué chez le chien et le chat ce qu'on appelle la « microalbuminurie ». Celle-ci correspond à une protéinurie comprise entre 30 et 300 mg/L et elle a été l'objet de plusieurs publications depuis la mise sur le marché, il y a quelques années, d'une méthode de laboratoire semi-quantitative. Bien que des études publiées désignent certaines situations particulières où une microalbuminurie peut être observée, des données non publiées démontrent qu'une microalbuminurie est présente chez à peu près la moitié des chats âgés ou malades (pas nécessairement du rein), rendant tout résultat positif difficile à interpréter. Un résultat négatif, à l'inverse, signifie généralement qu'il n'y a pas de protéinurie. Un chat en IRC peut très bien ne pas être protéinurique, mais plus sa créatininémie sera élevée et plus il aura de risques de présenter une protéinurie (6).

L'avancée de nos connaissances sur le rapport protéines/créatinine urinaire (RPCU) chez le chat et les autres espèces ont fait évoluer certaines notions. Celles-ci méritent notre attention.

1. Le niveau de protéinurie a une signification clinique. Plus la protéinurie est élevée et plus il y a de risques



Figure 1. Comportement dipsique anormal évoquant une PUPD.

que l'insuffisance rénale évolue vers son stade terminal et vers l'euthanasie ou la mort (6, 7).

2. Plus la protéinurie est élevée et plus l'intervention thérapeutique sera bénéfique (2).
3. Les valeurs « normales » de RPCU chez le chat sont inférieures aux valeurs anciennement fixées. Depuis que l'utilisation des RPCU sur des prélèvements ponctuels a été validée dans les années 1980, il a été communément considéré qu'un RPCU supérieur à 1 était anormal, normal en dessous de 0,5 et « limite » entre les deux. De nombreux ouvrages et articles de référence donnent en effet ces valeurs. Mais les recherches récentes indiquent qu'il faudrait déjà considérer comme significatives toutes les valeurs supérieures à 0,2 chez le chat. Une étude réalisée sur 136 chats (6) a montré que la survie était inversement corrélée au RPCU lorsque les chats étaient classés selon les catégories suivantes de RPCU : <0,2, entre 0,2 et 0,4 et >0,4.
4. Bien que l'utilisation d'une bandelette urinaire constitue la principale méthode de dépistage de la protéinurie, elle s'avère peu fiable. Le groupe IRIS, qui a travaillé à la classification de l'insuffisance rénale (voir ci-après), s'est également intéressé au RPCU. Il n'a pour l'heure établi aucune recommandation concernant la meilleure méthode de dépistage des protéines urinaires car il existe peu d'études sur le sujet et les motivations des propriétaires pour un dépistage approfondi varient selon les pays. Les principales méthodes, à savoir la bandelette urinaire, le test à l'acide sulfosalicylique, la microalbuminurie et le RPCU, sont discutées dans des articles récents (8). Le vétérinaire peut choisir d'utiliser le RPCU pour évaluer la protéinurie, notamment s'il suspecte une insuffisance rénale.
5. Bien que l'idée soit logiquement séduisante, peu d'éléments tendent à prouver qu'une réduction de la protéinurie permettrait d'augmenter la survie des chats faiblement protéinuriques (2). La protéinurie pourrait n'être qu'un simple indicateur de la gravité de la maladie. Néanmoins en médecine humaine, les experts s'accordent aujourd'hui à dire que la réduction de la protéinurie permet de ralentir la progression de la maladie (9).

Culot urinaire

L'analyse du culot urinaire est cruciale pour l'évaluation de l'insuffisance rénale. Les culots urinaires peuvent sembler difficiles à interpréter pour un jeune clinicien à cause des quantités variables de débris et précipitations de pigments présentes, mais il n'en est rien si celui-ci adopte une approche méthodique (5).

1. Utiliser une quantité standard d'urine ou, si le volume est faible, une proportion standard de surnageant (20 % du volume total) pour remettre en suspension le dépôt, afin de pouvoir en évaluer la quantité.
2. Examiner une lame fraîche non colorée pour rechercher les bactéries sans être perturbé par d'autres éléments, car les réactifs ou les débris colorés peuvent gêner l'interprétation.
3. Examiner une préparation colorée pour évaluer les éléments cellulaires car les noyaux se colorent et il est donc possible de faire la distinction entre les différents types de cellules ou les cellules mortes moins intéressantes.
4. Se concentrer sur les éléments reconnaissables en procédant par ordre de probabilité de leur présence dans l'urine : cellules épithéliales, sanguines ou inflammatoires, bactéries, cristaux, rarement levures ou œufs de parasites.
5. Les cellules tubulaires rénales félines peuvent être riches en gouttelettes lipidiques chez l'animal sain, et la présence de nombreuses gouttelettes lipidiques dans l'urine ou les cylindres peut donc être normale.
6. Des cellules tubulaires rénales sont parfois observées ; si elles sont nombreuses ou présentes dans les cylindres, cela indique une insuffisance rénale aiguë (**Figure 2**). Elles sont toutefois rarement présentes dans les cylindres et peuvent être confondues avec des petites cellules épithéliales transitionnelles ou des leucocytes.

Culture urinaire

Dans une étude récente réalisée sur 77 chats en IRC, la culture urinaire a révélé une infection urinaire chez 17 chats, malgré la présence de signes cliniques d'affections du bas appareil urinaire (ABAU) chez 4 chats seulement et l'absence fréquente de leucocytes ou de bactéries dans le culot urinaire (10). Il est donc recommandé de réaliser une culture chez tous les chats en IRC. Un prélèvement d'urine peut être recueilli par cystocentèse à l'occasion de l'échographie rénale. Il faut prendre l'habitude de prélever, chaque fois qu'une anomalie rénale est détectée, un échantillon d'urine par cystocentèse pour analyse et culture.

Normalement, l'urine inhibe la croissance des bactéries du fait notamment de sa forte osmolalité et de sa richesse en sel. Une modification de sa composition (osmolalité diminuée ou autres modifications dues à l'IRC) ou une glycosurie légère favorisera le développement des bactéries. Un épithélium urinaire lésé pourra également, par ses caractéristiques anatomiques/mécaniques, servir de support au développement des bactéries.

LE DIAGNOSTIC DE LABORATOIRE DE L'INSUFFISANCE RÉNALE FÉLINE

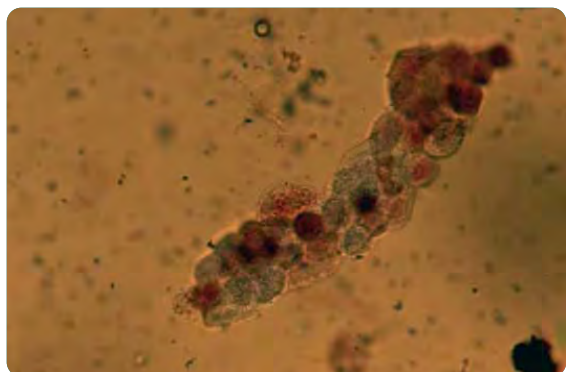


Figure 2. Cellules tubulaires rénales présentes dans un cylindre du culot urinaire.

Dans de rares cas, une pyélonéphrite chronique peut être présente. La culture bactérienne d'un prélèvement réalisé au niveau du bassinnet peut se révéler positive, même si la culture d'urine vésicale est négative, du fait de la présence de facteurs d'inhibition bactérienne dans l'urine normale. Le vétérinaire doit savoir que cette situation, bien que rare, peut exister, car il peut sauver la vie de l'animal s'il arrive à juguler le processus infectieux délétère et stopper ainsi la progression de l'IRC.

■ Biochimie sérique

Pour évaluer la gravité de l'atteinte rénale, tous les vétérinaires mesurent les concentrations plasmatiques ou sériques d'urée et de créatinine. L'azotémie peut être pré-rénale, rénale ou post-rénale. Toute cause sévère d'azotémie pré- ou post-rénale peut entraîner une azotémie rénale et justifie à ce titre notre attention. En règle générale, plus le rapport urée/créatinine plasmatiques est élevé et plus il y a de chances que l'azotémie soit d'origine pré-rénale (cause circulatoire - déshydratation, insuffisance cardiaque, choc). L'urée étant réabsorbée au niveau des tubules collecteurs médullaires, elle s'accumule davantage dans le plasma quand la circulation médullaire rénale est faible.

Une azotémie légère ayant pour origine une IRC ne donne pas de signes cliniques. Donc, si un chat présente une créatininémie de 200 $\mu\text{mol/L}$ (2,62 mg/dL) et un état général très dégradé, d'autres causes doivent être recherchées. Bien que, dans la plupart des cas, les signes cliniques s'intensifient avec le taux de l'azotémie (système de classification IRIS présenté en page 21), le seuil d'azotémie corrélé avec l'apparition de signes cliniques graves varie fortement selon les individus. Tandis que la majorité des chats présente des signes cliniques flous de type anorexie et perte de poids, apathie et vomissements occasionnels avec des taux de créatinine

compris entre 300 et 500 $\mu\text{mol/L}$ (3,93-6,56 mg/dL), l'auteur a déjà vu quelques chats souffrant de signes cliniques avec une créatininémie de 250 $\mu\text{mol/L}$ (3,28 mg/dL) et aussi un chat sans atteinte de l'état général malgré une créatininémie de 2000 $\mu\text{mol/L}$ (26,23 mg/dL). Il arrive parfois chez le chat, surtout lors d'insuffisance rénale aiguë secondaire à une ABAU obstructive, que la créatininémie atteigne des valeurs de 1600-1800 $\mu\text{mol/L}$ (20,98-23,6 mg/dL) et que l'évolution soit favorable ; contrairement au chien où de telles valeurs sont toujours synonymes de pronostic sombre. Une étude a récemment défini les paramètres clinico-pathologiques ayant un rôle pronostique lors d'IRC chez le chat, en soulignant l'importance de l'urémie et de la créatininémie, de la phosphatémie, de l'hématocrite et du RPCU (7).

La créatininémie est moins influencée par les facteurs autres que la filtration glomérulaire et elle est donc généralement considérée comme un meilleur indicateur de la fonction rénale que l'urémie (**Figure 3**). La créatininémie est plus élevée chez le chat que chez le chien, et les valeurs limites de l'intervalle de référence varient d'un laboratoire à l'autre. La créatininémie peut également varier chez un même individu en fonction de sa consommation alimentaire et hydrique, en dehors des variations d'origine analytique. En cas de résultat limite, il est donc préférable de refaire un dosage avant de se lancer dans d'autres examens complémentaires onéreux.

Il est bien connu qu'une hyperphosphatémie est observée lors d'IRC majeure. Même si l'hyperkaliémie est une anomalie universellement reconnue comme évocatrice d'une insuffisance rénale aiguë (IRA), la phosphatémie peut elle aussi fortement augmenter lors d'IRA.

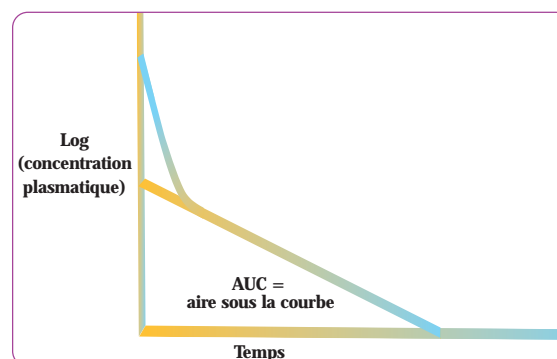


Figure 3. Courbe type de clairance plasmatique d'un marqueur de la filtration glomérulaire. Clairance = Dose/AUC. Pour l'approche simplifiée, une correction est généralement réalisée pour intégrer la partie supérieure de l'aire sous la courbe qui n'est pas prise en compte quand seule la partie droite de la courbe est utilisée.

En cas de suspicion d'IRA, il peut être utile de savoir il s'agit d'une IRA seule ou d'une IRA avec IRC sous-jacente pour déterminer le pronostic ainsi que la durée du traitement d'attaque. Une échographie ou une biopsie rénale de qualité peuvent aider à trancher.

■ Système de classification IRIS

Le système de classification de l'IRC établi par l'IRIS (*International Renal Interest Society*) est aujourd'hui largement accepté. Ce système est venu remplacer un certain nombre de dénominations peu précises et mal définies (maladie rénale, défaillance rénale, syndrome néphrotique...).

Grâce à lui, il est maintenant possible de communiquer de façon plus précise sur les cas, que ce soit dans la littérature scientifique ou entre vétérinaires. Ce travail est financé depuis quelques années par Novartis, travail dont nous donnons un aperçu en **Figure 4**. Le système IRIS classe l'insuffisance rénale en 4 stades, subdivisés eux-mêmes en sous-stades d'après les valeurs de protéinurie et de pression artérielle (11).

Les chats en stade 1 et certains chats en stade 2 ont des valeurs de créatininémie normales. Il existe néanmoins, par définition, des signes d'insuffisance rénale, comme nous l'avons déjà souligné dans l'introduction.

■ Estimation du DFG par les méthodes de clairance

L'estimation du débit de filtration glomérulaire (DFG) peut permettre d'identifier de manière précoce une insuffisance rénale (**Tableau 1**) et ainsi de pouvoir rapidement mettre en place des mesures néphroprotectrices (traitement nutritionnel ou médical). La mesure du DFG est indiquée pour le dépistage de l'insuffisance rénale chez les animaux présentant une polyurie sans azotémie ou une légère augmentation de la créatininémie, le dépistage chez les races prédisposées aux néphropathies héréditaires, le contrôle pré-chirurgical ou post-traitement, et l'ajustement des posologies des médicaments à excretion rénale (12). Les mesures répétées du DFG peuvent aider à suivre dans le temps les effets des interventions thérapeutiques sur la fonction rénale.

Le DFG est considéré comme le meilleur indicateur global de la fonction rénale, quel que soit l'état de l'animal, et sa meilleure estimation provient de la mesure de la clairance d'un marqueur. La clairance urinaire de l'inuline (polymère du fructose) est considérée depuis

longtemps comme la méthode de référence chez l'homme, le chien et le chat.

Pour éviter les prélèvements d'urine, il est également possible de déterminer la clairance plasmatique d'un marqueur, tel que l'inuline, l'iohexol (produit de contraste iodé utilisé en radiographie), les radionucléides ou la créatinine. Toutes ces méthodes ont été évaluées chez le chat (13-20). L'inuline est peu utilisée du fait de son coût, des analyses et de sa faible disponibilité, et les radionucléides nécessitent d'avoir accès à un établissement de médecine nucléaire. L'iohexol est largement utilisé en néphrologie humaine. Contrairement à ce qui se passe chez l'homme, où la créatinine subit davantage d'interaction avec les différents systèmes organiques, la clairance de la créatinine exogène semble donner une estimation fiable du DFG chez le chien et le chat.

Le principal avantage de la créatinine est qu'elle peut être analysée sur place. Le principal avantage de l'iohexol est qu'il est excrété 3 fois plus vite que la créatinine (méthode plus rapide et peut-être même plus fiable en cas de baisse de la fonction rénale) et qu'il peut s'avérer plus précis si le degré de déshydratation est inconnu. Ces deux méthodes peuvent ainsi assez bien se compléter en pratique. Les valeurs de référence chez le chat avec une approche simplifiée (2 à 4 prises de sang après l'injection de la créatinine ou de l'iohexol) ont été déterminées pour différents poids et différents âges.

■ Biopsie rénale

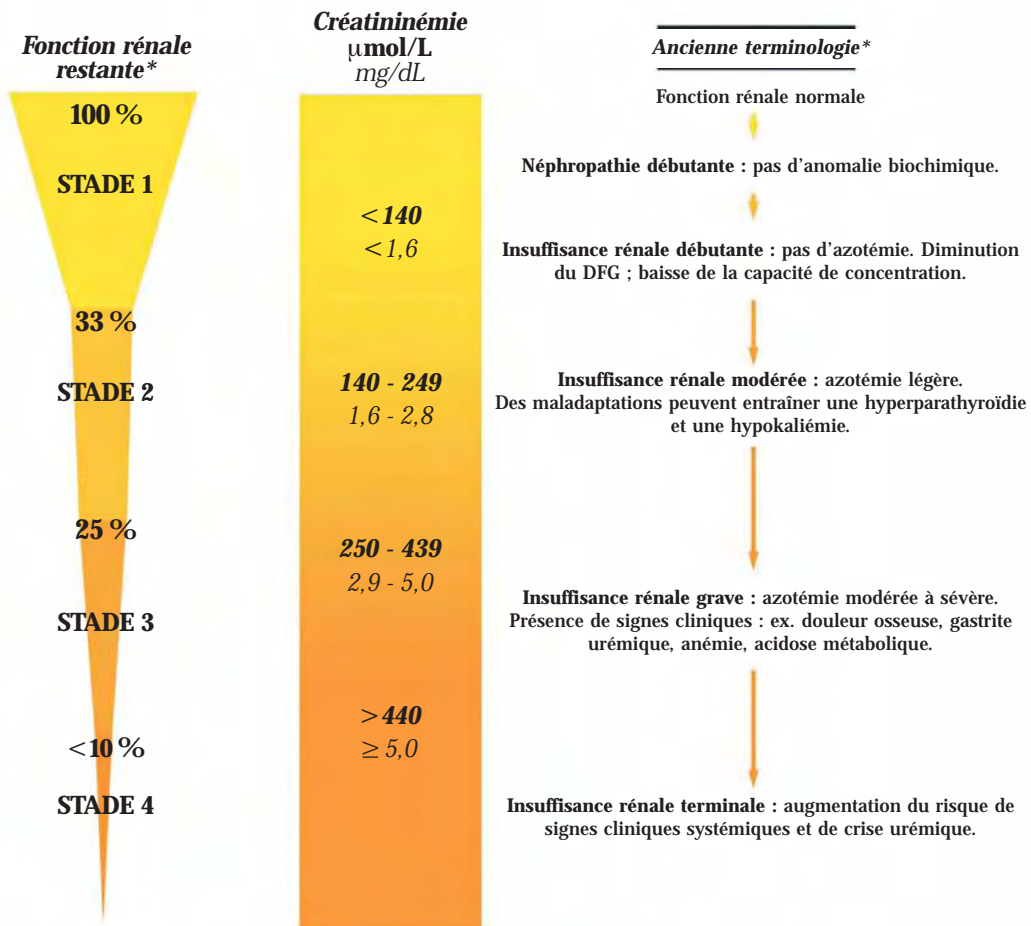
La biopsie rénale est techniquement assez facile à réaliser chez le chat, car les reins sont situés caudalement dans l'abdomen et qu'il est possible de les immobiliser à travers la peau avec une main. La biopsie comporte toujours le risque d'une hémorragie ou autre complication liée à la biopsie elle-même, ou d'un déficit circulatoire pendant la tranquillisation et l'anesthésie (21). Elle ne doit donc être réalisée que si elle est déterminante pour le traitement.

Le diagnostic établi par la biopsie peut modifier le choix du traitement, surtout dans le cas où une insuffisance rénale aiguë est suspectée ou lorsqu'une glomérulonéphrite est probable. Une IRA peut être suspectée si les modifications rénales chroniques observées à l'échographie sont peu importantes comparées aux anomalies clinicopathologiques ou s'il existe une hypertrophie rénale. La biopsie peut permettre de déterminer de façon précise la gravité des lésions ou des causes éventuelles, ou la nature de l'éventuel processus pathologique sous-jacent.

LE DIAGNOSTIC DE LABORATOIRE DE L'INSUFFISANCE RÉNALE FÉLINE

SYSTÈME DE CLASSIFICATION DE L'INSUFFISANCE RÉNALE CHRONIQUE (IRC)

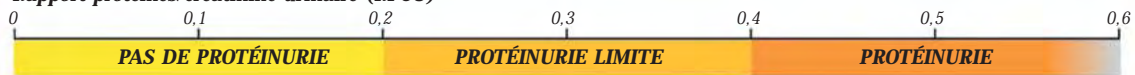
ETAPE 1. La classification initiale est basée sur la créatininémie à jeun mesurée au moins deux fois chez le patient stable.



ETAPE 2. Détermination de la sous-classe d'après la protéinurie (RPCU) et la pression artérielle (PA).

Notons que le RPCU et la PA varient de façon indépendante l'un par rapport à l'autre et par rapport au stade d'IRC, de sorte que tous les degrés de protéinurie et d'hypertension peuvent être observés à tous les stades d'IRC ou degrés d'azotémie.

Rapport protéines/créatinine urinaire (RPCU)



Risque d'atteinte des organes cibles par l'hypertension (pression artérielle systolique en mmHg)



D'après le Manual of Canine & Feline Nephrology & Urology (Fig : 5.5) 2nd Edition edited by J. Elliott & G. Grauer (2006) avec l'autorisation de la British Small Animal Veterinary Association.

*Les pourcentages relatifs de fonction rénale résiduelle ne sont que des estimations conceptuelles. Cette terminologie, anciennement utilisée sans définition précise, doit être remplacée par le système de classification numérique.

Avec le soutien de Novartis Animal Health Inc.

D'après la classification IRIS 2006 de l'IRC.

Figure 4. Résumé du système de classification IRIS chez le chat.

LE DIAGNOSTIC DE LABORATOIRE DE L'INSUFFISANCE RÉNALE FÉLINE

Tableau 1.
Récapitulatif des données publiées sur le DFG au cours des 10 dernières années

Marqueur	Nombre de chats	Données exprimées sous forme de	Valeurs (mL/min/kg)	Référence
Inuline ^{99mTc} -DTPA	n = 8	Moyenne (fourchette)	3,01 (1,90-4,60) 2,84 (1,82-4,19)	16
Créatinine, Iohexol	n = 12	Moyenne ± ET*	2,30 ± 1,32 1,83 ± 0,64	20
Créatinine, Iohexol	n = 6	"	2,30 ± 0,73 1,80 ± 0,32	15
Iohexol	n = 19	"	2,75 ± 0,74	13
Inuline	n = 30	Médiane (fourchette)	2,72 (2,07-3,69)	14
Iohexol	n = 17	Médiane (fourchette)	3,68 (3,22-6,22)	18
Iohexol, Créatinine	n = 4	Moyenne ± ETM**	3,64 ± 0,13 3,34 ± 0,13	19
Inuline, Créatinine	n = 10	Moyenne ± ET*	3,60 ± 0,67 4,24 ± 0,94	17

*ET: écart type **ETM: écart type par rapport à la moyenne

Une glomérulonéphrite peut être suspectée en cas de rapport protéines/créatinine urinaire (RPCU) élevé. S'il existe effectivement une glomérulonéphrite, le traitement peut être poursuivi et le pronostic peut s'avérer assez bon.

La glomérulonéphrite féline est souvent supposée membraneuse, comme chez l'homme, et le traitement de la glomérulonéphrite membraneuse reste controversé en médecine humaine. Le récent projet d'étude de la

WSAVA sur les biopsies rénales devrait bientôt nous permettre d'avoir accès à des diagnostics anatomopathologiques plus détaillés (22). Si l'histologie révèle une amyloïdose, le pronostic est sombre et le traitement immunosuppresseur n'a aucun intérêt.

D'autres problèmes rares comme les néphropathies héréditaires ou l'intoxication à l'éthylène glycol peuvent également justifier une biopsie rénale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Elliott J, Rawlings JM, Markwell PJ, *et al.* Survival of cats with naturally occurring chronic renal failure: effect of dietary management. *J Small Anim Pract* 2000; **41**: 235-242.
- King JN, Gunn-Moore DA, Tasker S, *et al.* Tolerability and efficacy of benazepril in cats with chronic kidney disease. *J Vet Intern Med* 2006; **20**: 1054-1064.
- Mizutani H, Koyama H, Watanabe T, *et al.* Evaluation of the clinical efficacy of benazepril in the treatment of chronic renal insufficiency in cats. *J Vet Intern Med* 2006; **20**: 1074-1079.
- Ross SJ, Osborne CA, Kirk CA, *et al.* Clinical evaluation of dietary modification for treatment of spontaneous chronic kidney disease in cats. *J Am Vet Med Assoc* 2006; **229**: 949-957.
- Wamsley H, Alleman R. Complete urinalysis. In: Elliott J and Grauer GF eds. *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology* 2007; **2**: 87-116.
- Syme HM, Markwell PJ, Pfeiffer D, *et al.* Survival of cats with naturally occurring chronic renal failure is related to severity of proteinuria. *J Vet Intern Med* 2006; **20**: 528-535.
- Kuwahara Y, Ohba Y, Kitoh K, *et al.* Association of laboratory data and death within one month in cats with chronic renal failure. *J Small Anim Pract* 2006; **47**: 446-450.
- Lees GE, Brown SA, Elliott J, *et al.* Assessment and management of proteinuria in dogs and cats: 2004 ACVIM Forum Consensus Statement (small animal). *J Vet Intern Med* 2005; **19**: 377-385.
- Verhove JC, Gansevoort RT, Hillege HL, *et al.* An elevated urinary albumin excretion predicts de novo development of renal function impairment in the general population. *Kidney Int Suppl* 2004, S18-S21.
- Mayer-Roenne B, Goldstein RE, Erb HN. Urinary tract infections in cats with hyperthyroidism, diabetes mellitus and chronic kidney disease. *J Feline Med Surg* 2007; **9**: 124-132.
- Elliott J. Staging Chronic Kidney Disease. In: Elliott J and Grauer GF eds. *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology* 2007; **2**: 159-167.
- Bailey DB, Rassnick KM, Erb HN, *et al.* Effect of glomerular filtration rate on clearance and myelotoxicity of carboplatin in cats with tumors. *Am J Vet Res* 2004; **65**: 1502-1507.
- Goy-Thollot I, Chafotte C, Besse S, *et al.* Iohexol plasma clearance in healthy dogs and cats. *Vet Radiol Ultrasound* 2006; **47**: 168-173.
- Haller M, Rohner K, Muller W, *et al.* Single-injection inulin clearance for routine measurement of glomerular filtration rate in cats. *J Feline Med Surg* 2003; **5**: 175-181.
- LeGarreres A, Laroute V, De La FF, *et al.* Disposition of plasma creatinine in non-azotaemic and moderately azotaemic cats. *J Feline Med Surg* 2007; **9**: 89-96.
- McClellan JM, Goldstein RE, Erb HN, *et al.* Effects of administration of fluids and diuretics on glomerular filtration rate, renal blood flow, and urine output in healthy awake cats. *Am J Vet Res* 2006; **67**: 715-722.
- Miyamoto K. Evaluation of single-injection method of inulin and creatinine as a renal function test in normal cats. *J Vet Med Sci* 1998; **60**: 327-332.
- Miyamoto K. Clinical application of plasma clearance of iohexol on feline patients. *J Feline Med Surg* 2001; **3**: 143-147.
- Miyamoto K. Use of plasma clearance of iohexol for estimating glomerular filtration rate in cats. *Am J Vet Res* 2001; **62**: 572-575.
- van Hoek I, Vandermeulen E, Duchateau L, *et al.* Comparison and reproducibility of plasma clearance of exogenous creatinine, exo-iohexol, endo-iohexol, and 51Cr-EDTA in young adult and aged healthy cats. *J Vet Intern Med* 2007; **21**: 950-958.
- Vaden SL, Levine JF, Lees GE, *et al.* Renal biopsy: a retrospective study of methods and complications in 283 dogs and 65 cats. *J Vet Intern Med* 2005; **19**: 794-801.
- Inoue K, Kami-ie J, Ohtake S, *et al.* Atypical membranoproliferative glomerulonephritis in a cat. *Vet Pathol* 2001; **38**: 468-470.