RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Blida 1

Institut des Sciences Vétérinaires

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du diplôme de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

Une étude bibliographique sur l'effet de l'exercice sur l'analyse urinaire chez les chiens de travail

---

Présenté par : Loumachi Hanna

Devant le jury :

Présidente	Baazize-Ammi Djamila	Professeure	USDB
Examinateur	Saidani Khelaf	professeur	USDB
Promoteur	Djoudi Mustapha	Maitre de conférences / B	USDB
Co-Promoteur	Hioual Mohamed Anis	Doctorant	USDB

Année universitaire : 2024 – 2025

Remerciements

Je remercie tout d'abord ALLAH de m'avoir accordé la santé, le courage et la détermination nécessaires pour mener à bien ce travail.

Mes vifs remercîments vont à mon encadrant, **Dr. Djoudi Mustapha** pour ces critiques consécutives qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

J'exprime également ma profonde reconnaissance à mon co-encadrant **Dr. Hioual Anis** qui nous a quitté trop tôt. Son accompagnement, ses conseils éclairés, son soutien constant, son rigueur scientifique et son humanité ont profondément marqués mon parcours. Sa mémoire restera présente dans chaque ligne de ce projet. Qu'Allah lui fasse miséricorde et l'accueille dans son vaste paradis.

J'adresse mes sincères remercîments à **Pr. Baazize-Ammi Djamila** d'avoir accepté d'être la présidente de jury et de m'avoir fait l'honneur d'examiner mon travail.

Je suis très reconnaissante à **Pr. Saidani Khelaf** d'avoir accepté de faire partie de mon jury, témoignant ainsi l'intérêt qu'elle port à mon travail de mémoire.

Je remercie mes **parents**, qui m'ont permis d'arriver jusqu'à là et qui m'ont soutenu toute ma vie. Avec mon infinie reconnaissance et toute mon affection.

Ma sœur Lyna pour ses conseils et son aide précieuse dans la réalisation de ce travail.

Ma gratitude est aussi destinée à mes chers amis et collègues **Goumrasa Essouha, Mouchache Mohand Ameziane et Benadjaoud Anis** pour leur soutien constant, leurs encouragements, leurs conseils et ainsi que pour les moments de partage et de bonne humeur qui ont été de grand réconfort, en particulier dans les moments de doute ou de fatigue.

Dédicace

À ma mère, pour son soutien inconditionnel, sa patience et sa force qui m'ont toujours porté et inspiré.

À mon père, pour ces encouragements constants, son soutien discret et sa confiance en mes capacités.

À ma sœur Lyna, pour sa présence rassurante, ses mots réconfortants et les moments partagés qui m'ont aidé à garder le cap.

À mon frère Ahmed, pour son soutien sincère, ses conseils avisés et sa bienveillance tout au long ce parcours.

À mes chères amies Marya, Djihane, Kamilia et Chaima, pour leur amitié précieuse, leur bonne humeur, leur écoute et tous les moments partagés qui ont apporté légèreté qui ont rendu ce travail plus agréable.

À mes enseignants, pour la richesse de leur enseignement et leurs précieux conseils, qui ont nourri ma réflexion et guidé mes efforts.

Résumé

Cette étude bibliographique a permis de regrouper les connaissances disponibles sur l'effet de l'exercice physique sur l'analyse urinaire chez le chien de travail, notamment des modifications de la densité urinaire, du pH, de la turbidité, de la protéinurie ainsi que des modifications dans le sédiment urinaire. Ces données contribuent à mieux comprendre l'impact de l'exercice physique sur les chiens de travail à travers l'analyse urinaire. La réalisation d'une étude expérimentale viendra compléter cette étude bibliographique afin de confirmer les observations rapportées dans la littérature

Mots clés : exercice physique ; chien de travail ; analyse urinaire ; protéinurie ; fonction rénale.

Abstract

This literature review has compiled the available knowledge on the effect of physical exercise on urinalysis in working dogs, particularly changes in urine specific gravity, pH, turbidity, proteinuria, as well as alterations in the urinary sediment. These findings help improve the understanding of the impact of physical exercise on working dogs through urinalysis. An experimental study will complement this literature review in order to confirm the observations reported in the literature.

Keywords : physical exercise ; working dog ; urinalysis ; proteinuria ; renal function

Liste Des Figures

Figure 1.1 : Crane du chien paléolithique découvert à Goyet 2
Figure 1.2 : Scène de chasse avec des chiens sur une peinture rupestre en Arabie Saoudite 3
Figure 1.3 : Jaques-Philibert-Pierre d'Harcourt, Aviateurs, soldat et chien sur un terrain d'aviation. 4
Figure 1.4 : Chien d'avalanche 5
Figure 1.5 : Chien de projet Nosaïs lors d'un test olfactif 6
Figure 1.6 : Un chien Golden Retriever Guide d'aveugle 7
Figure 1.7 : Un chien de sauvetage au travail après un tremblement de terre au Mexique 8
Figure 1.8 : Un chien Berger Allemand 10
Figure 1.9 : Un chien Berger Belge Malinois 11

Figure 2.1 : Un chien mâle cathétérisé pour un échantillon d'urine 13
Figure 2.2 : Recueil d'urine par cystocentèse : A-avec fixation manuelle de la vessie B-Guidée par échographie 14
Figure 2.3 : Variations des aspects de la turbidité urinaire sur plusieurs échantillons 15
Figure 2.4 : Un Réfractomètre pour chats et chiens 16
Figure 2.5 : Bandelettes réactives urinaires 17
Figure 2.6 : Un automate de laboratoire 19
Figure 2.7 : Cylindres hyalins au grossissement x10 colorés au bleu de toluidine dans un culot urinaire 21
Figure 2.8 : Cylindres épithéliaux au grossissement x40 colorés à l'état frais dans un culot urinaire 22
Figure 2.9 : Cylindres graisseux au grossissement x40 à l'état frais dans un culot urinaire 23

Figure 2.10 : Cylindres granuleux au grossissement x40 à l'état frais dans un culot urinaire 24
Figure 2.11 : Cylindre Cireux au grossissement x40 à l'état frais dans un culot urinaire 25
Figure 2.12 : Cristaux de struvites au grossissementau grossissement x40 à l'état frais 26
Figure 2.13 : Cristaux d'oxalates de calcium au grossissement x40 à l'état frais . . 27
Figure 2.14 : Cristaux de biurates d'ammonium au grossissement $\times$40 à l'état frais 28
Figure 2.15 : GR au Gx40 dans un culot urinaire 29
Figure 2.16 : GB, GR et bactéries au Gx40 dans un culot urinaire 30

Liste Des Abréviations

BU Bandelette urinaire
DU densité urinaire
RPCU Rapport protéines/créatinine urinaire
GR globules rouges
GB globules blancs

Table des matières

Remerciements

Résumé

Liste Des Figures

Liste Des Abréviations

Introduction **I**

1 Généralités sur le chien de travail **1**

1.1 généralité sur le chien de travail 1

1.1.1 Définition de chien de travail 1

1.1.2 Origine de la domestication du chien 1

1.1.3 Evolution de l'utilisation du chien par l'homme 2

1.2 Caractéristiques des chiens de travail 4

1.2.1 Caractéristiques physiques 4

1.2.2 Caractéristiques comportementales 6

1.3 Typologie des chiens de travail 7

1.3.1 Les chiens d'utilité sociale 7

1.3.2 Les chiens de sécurité civile 7

1.3.3 Les chiens d'utilité militaire, de police et de douane 8

1.4 Les races des chiens privilégiées pour le travail en Algérie 9

1.4.1 Le Berger allemand 9

1.4.2 Le Berger Belge Malinois 10

2 Analyses urinaires chez le chien **12**

2.1 Méthode de collecte 12

2.1.1 Miction spontanée 12

2.1.2 Cathétérisme 13
2.1.3 Cystocentèse 14
2.2 Examen physique des urines 14
2.2.1 Couleur 14
2.2.2 Odeur 15
2.2.3 Turbidité 15
2.2.4 Densité urinaire 16
2.3 Examen chimique 16
2.3.1 pH urinaire 17
2.3.2 Les protéines urinaires 17
2.3.3 Rapport protéines/créatinine urinaire (RPCU) 18
2.3.4 Glucose 19
2.3.5 Les corps cétoniques 19
2.3.6 La bilirubine 20
2.3.7 L'Urobilinogène 20
2.3.8 Sang 20
2.4 Examen microscopique de sédiment urinaire 20
2.4.1 Les cylindres 21
2.4.2 Les cristaux urinaires 25
2.4.3 Les Cellules 28

3 l'effet de l'exercice sur l'analyse urinaire chez le chien de travail 32
3.1 Examen physique 32
3.1.1 Couleur 32
3.1.2 Turbidité 33
3.1.3 Densité urinaire 33
3.2 Examen chimique 33
3.2.1 pH urinaire 33
3.2.2 Les protéines et Ratio protéines/créatinine urinaire (RPCU) 34
3.2.3 Les corps cétoniques 34
3.2.4 Glucose 34
3.2.5 Bilirubine et urobilinogène 34
3.3 Examen microscopique du sédiment urinaire 34

Bibliographie 37

Introduction Générale

Les chiens de travail sont largement utilisés dans divers domaines notamment la sécurité, la recherche, le sauvetage ou encore l'assistance. Ces animaux sont soumis à des efforts physiques réguliers lors de l'accomplissement de leur travail. Pour assurer leur bien-être et leur performance, un suivi médical adapté est essentiel.

L'urine représente l'échantillon de choix pour évaluer de manière non invasive, la fonction rénale, l'état d'hydratation, les troubles métaboliques ainsi que les effets de l'exercice sur l'organisme. Cependant, les modifications urinaires post-exercice sont encore peu connues et parfois négligées. Cela soulève la question de savoir comment l'exercice physique influence réellement les paramètres urinaires chez ces chiens.

L'objectif de ce travail est de réaliser une étude bibliographique permettant de mettre en évidence les effets de l'exercice physique sur les paramètres urinaires chez les chiens de travail, en s'appuyant sur des publications scientifiques.

Chapitre 1

Généralités sur le chien de travail

Introduction

Depuis leur domestication, les chiens ont occupé une place particulière auprès de l'homme, évoluant d'animaux de compagnie à véritables collaborateurs dans plusieurs domaines à savoir la sécurité, la recherche, le sauvetage et l'assistance.

1.1 généralité sur le chien de travail

1.1.1 Définition de chien de travail

Un chien de travail est un chien sélectionné et entraîné pour accomplir des tâches spécifiques ayant une plus-value pour l'humain, dans des domaines variés tels que la sécurité, la recherche, la détection, le sauvetage ou encore l'assistance. Ces chiens se distinguent pour leurs capacités physiques, sensorielles et comportementales exceptionnelles (Pinsard, 2020)

1.1.2 Origine de la domestication du chien

Le chien domestique (*Canis lupus familiaris*) est considéré comme le premier animal à avoir été domestiqué par l'homme. Sa domestication remonte à environ 15000 à 30000 ans, à la fin du paléolithique supérieur. (Morey, 2006) Des preuves archéologiques de restes canins datant de 14000 à 30000 ans ont été retrouvées dans des sites tels que Bonn-Oberskassel (Allemagne), Eliseevichi (Russie) et Goyet (Belgique), suggérant que ces chiens vivaient déjà aux cotés des humains bien avant l'apparition de l'agriculture (Germonpré et al., 2009) L'hypothèse la plus acceptée aujourd'hui est celle d'une domestication progressive à partir des

loups les plus apprivoisés, ces derniers s'étant probablement rapprochés des humains pour se nourrir des déchets. Les humains auraient ensuite sélectionné les individus les moins agressifs au fil des générations. (Coppinger and Coppinger, 2001)

Figure 1.1 – Crane du chien paléolithique découvert à Goyet

Source : (Germonpré, 2015).

1.1.3 Evolution de l'utilisation du chien par l'homme

Après leur domestication, les chiens ont été ensuite sélectionnés pour leurs aptitudes physiologiques et comportementales pour des tâches bien spécifiques telles que la chasse, la traction et la garde (Serpell, 1995)

FIGURE 1.2 – Scène de chasse avec des chiens sur une peinture rupestre en Arabie Saoudite

Source : (Guagnin et al., 2018).

Ce n'est qu'au XIXe siècle, que les premières races de travail ont été crées à savoir le Berger Allemand et le Malinois et les premières écoles de dressage structurées apparaissent chez la police et l'armée (Serpell, 1995)

Figure 1.3 – Jaques-Philibert-Pierre d'Harcourt, Aviateurs, soldat et chien sur un terrain d'aviation.

Source : (d'Harcourt, nd).

1.2 Caractéristiques des chiens de travail

1.2.1 Caractéristiques physiques

Force et endurance

Certains chiens de travail sont sélectionnés pour faire face à toute menace visant les biens ou les individus qu'ils protègent, c'est le cas des chiens de garde et des chiens bergers (Menteith, 2020)

Robustesse

Les chiens d'avalanche par exemple se distinguent par une résistance aux conditions climatiques extrêmes et une capacité à rester fonctionnels dans des situations stressantes. (Van-

suypeene, 2025)

Figure 1.4 – Chien d'avalanche

Source : (National Archives, nd).

Sens olfactif

On estime que les chiens possèdent environs 1000 types de récepteurs olfactifs fonctionnels, ce qui est essentiel chez les chiens de détection des explosifs ou des substances illicites. Grace à cette sensibilité exceptionnelle, ils sont capables de détecter des substances à des concentrations infimes. (Bray et al., 2021) Certaines recherches démontrent que les capacités olfactives remarquables de ces chiens peuvent être utilisées pour identifier l'existence des pathologies dans des échantillons biologiques. Le projet Nosaïs, mené en France pendant la pandémie du COVID-19 a démontré que des chiens entraînés à identifier l'odeur caractéristique que pourrait dégager le COVID-19 deviennent capables de détecter les échantillons positifs. (Maumon, 2020)

Figure 1.5 – Chien de projet Nosaïs lors d'un test olfactif

Source : (Maumon, 2020).

1.2.2 Caractéristiques comportementales

Obéissance

Les chiens doivent réagir immédiatement aux commandes de leur maître, ce critère est essentiel pour une collaboration fluide entre le maître et son chien et pour assurer leur sécurité. (Lindsay, 2008)

Neutralité

Un chien de travail doit démontrer une stabilité émotionnelle et une capacité à rester calme dans les situations stressantes ce qui est essentiel pour prévenir toutes réactions inappropriées et rester concentré sur sa tache. (Pinsard, 2020)

Motivation

La motivation chez le chien de travail est ce qui le pousse à s'engager dans sa tâche et persévérer malgré la fatigue et la difficulté, elle peut être renforcée par des jeux par exemple. (Pinsard, 2020)

1.3 Typologie des chiens de travail

Les activités des chiens de travail sont multiples. Ils peuvent être regroupés dans trois grandes catégories : les chiens d'utilité sociale, les chiens de sécurité civile, et les chiens de défense-intervention utilisés par l'armée la police ou la douane. (Pinsard, 2020)

1.3.1 Les chiens d'utilité sociale

Ils comprennent les chiens d'aide aux personnes aveugles ou malvoyantes, les chiens d'aide aux personnes handicapées moteurs, les chiens d'assistance aux personnes épileptiques ou diabétiques et les chiens de dépistage médicale. Les races les plus employés pour ce travail sont les Labradors ou les Golden Retrievers. (Pinsard, 2020) ; (Arnaud and Portal, 2002)

Figure 1.6 – Un chien Golden Retriever Guide d'aveugle

Source : (Wikimedia Commons, ndc).

1.3.2 Les chiens de sécurité civile

Ils sont utilisés pour la recherche et le sauvetage des personnes lors des catastrophes naturelles ou bien d'accidents majeurs. (Pinsard, 2020) La race des chiens employés dépend

du lieu d'intervention, par exemple dans les zones urbaines le Berger Malinois est privilégié, alors que dans les montagnes et les forêts c'est le Berger Allemand, le Labrador et le Saint Bernard qui sont les plus utilisés. (Vansuypeene, 2025)

Figure 1.7 – Un chien de sauvetage au travail après un tremblement de terre au Mexique

Source : (Atlantic, 2017).

1.3.3 Les chiens d'utilité militaire, de police et de douane

Ils sont généralement divisés en deux spécialités : ceux de la détection olfactive et ceux formés pour des interventions actives. Les chiens de détection sont utilisés par les douanes dans les aéroports et les ports ou même par la gendarmerie, la police et l'armée pour la recherche des armes, des explosifs, des stupéfiants et des substances illicites. (Arnaud and Portal, 2002) Les chiens d'intervention ou de patrouille ont essentiellement un rôle dissuasif mais peuvent intervenir pour attraper ou immobiliser un individu. Les races les plus fréquemment employées sont le Berger Malinois et le Berger Allemand grâce à leur sens olfactif, leur agilité et leur obéissance. (Pinsard, 2020)

1.4 Les races des chiens privilégiées pour le travail en Algérie

En effet les races des chiens employées essentiellement chez nous sont le Berger Belge Malinois et le Berger Allemand

1.4.1 Le Berger allemand

Aspect général

Le Berger allemand est de taille moyenne, légèrement plus long que haut, puissant et bien musclé. L'ossature est sèche et l'ensemble global est solide. (Fédération Cynologique Internationale, 2025b) La hauteur au garrot chez les mâles est de 60 à 65 cm, chez les femelles de 55 à 60 cm. La longueur du tronc dépasse la hauteur au garrot de 10 à 17%. (Fédération Cynologique Internationale, 2025a)

Comportement et caractère

Le berger allemand est un chien très intelligent qui est facile à entraîner, calme, courageux et vigilant. De plus, le berger allemand possède un sens de l'odorat très développé ce qui le rend adaptable aux opérations de recherche et de sauvetage. Il a également une grande tolérance à la douleur, ce qui lui permet de résister à des conditions difficiles et d'accomplir des tâches ardues avec détermination. (Fédération Cynologique Internationale, 2025a)

Figure 1.8 – Un chien Berger Allemand

Source : (Wikimedia Commons, ndb).

1.4.2 Le Berger Belge Malinois

Aspect général

Le Berger Belge Malinois est un chien médioligne, de taille moyenne, de musculature sèche et forte, résistant aux conditions climatiques, sa robustesse, son endurance et son intelligence le rend le chien de choix pour la police et l'armée du monde entier (FCI, 2018) La hauteur au garrot chez les mâles est de 62 cm, chez les femelles est de 58 cm, La longueur du corps (de la pointe de l'épaule à la pointe de la fesse) est de 62 cm (Fédération Cynologique Internationale, 2025a) ; (Canadian Kennel Club, 2024)

Comportement et caractère

Le Berger Belge Malinois est un chien réputé pour son tempérament loyal, facile à dresser et dynamique, ce qui fait de lui un partenaire canin idéal pour le travail. (Fédération Cynologique Internationale, 2025a)

Figure 1.9 – Un chien Berger Belge Malinois

Source : (Wikimedia Commons, nda).

Conclusion

Les chiens de travail se distinguent par des capacités physiques et comportementales particulières et occupent une place prédominante dans plusieurs domaines. Ce chapitre nous a permis de mieux comprendre les sujets de notre étude.

Chapitre 2

Analyses urinaires chez le chien

Introduction

L'analyse urinaire est un outil de diagnostic vétérinaire simple et peu coûteux, il permet d'évaluer le fonctionnement des reins et de détecter les troubles métaboliques, systémiques ou infectieux. Dans ce chapitre nous abordons les méthodes de collecte des urines ainsi que les paramètres étudiés lors d'une analyse urinaire chez le chien. L'analyse urinaire est un outil de diagnostique simple et peu coûteux, il permet d'évaluer le fonctionnement des reins et de détecter les troubles métaboliques, systémiques ou infectieux.

2.1 Méthode de collecte

La méthode de collecte de l'urine influence les résultats des tests et l'interprétation de l'analyse urinaire. Le choix de la méthode appropriée dépend de plusieurs considérations, telles que :

— Le risque de traumatiser les voies urinaires.
— Le coût du matériel de collecte.
— Le niveau de contention nécessaire pour l'animal. (Rebar et al., 1999)

2.1.1 Miction spontanée

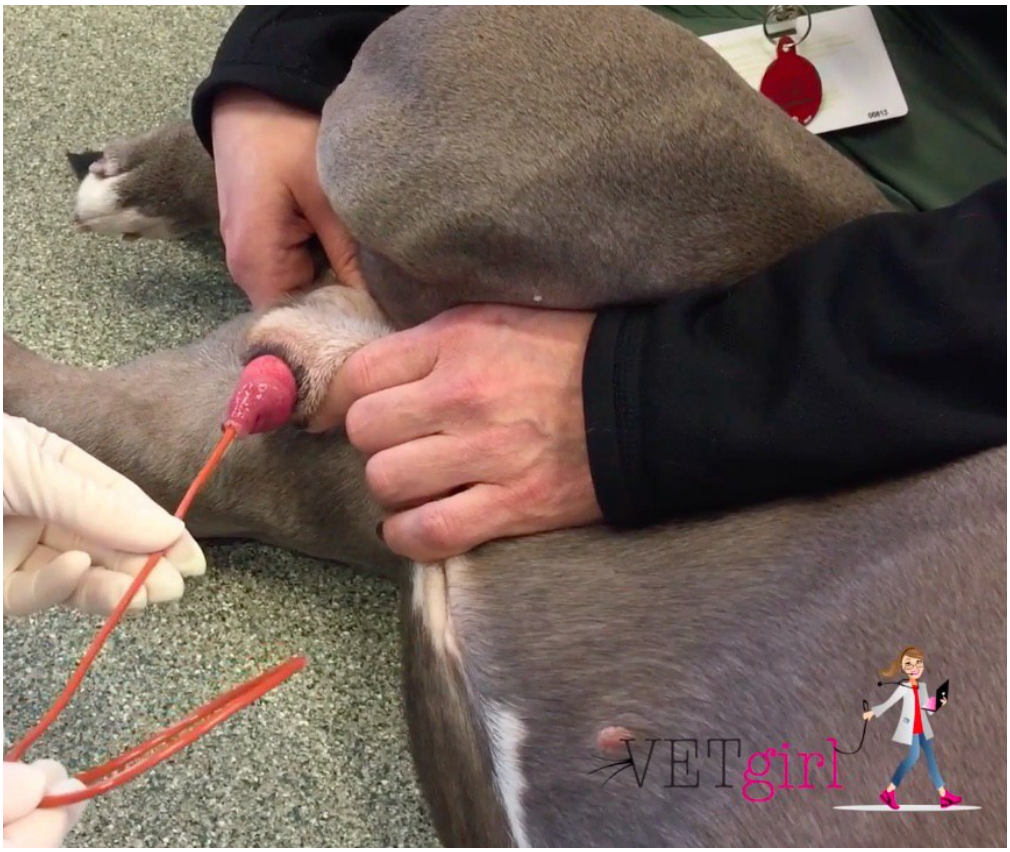
L'animal urine dans un récipient. Comme l'urine traverse plusieurs zones anatomiques (l'urètre, le vagin ou le prépuce), il est plus probable que des cellules, des substances chimiques, des bactéries et des débris provenant de ces zones soient présents dans l'échantillon. Ce n'est pas généralement le cas avec les autres techniques. Les avantages de la collecte d'un

échantillon d'urine par miction spontanée comprennent l'absence de besoin d'équipement spécial ou de contention physique, ainsi que l'absence de risque de blessure des voies urinaires de l'animal. (Rebar et al., 1999)

2.1.2 Cathétérisme

Un prélèvement par cathétérisme urétral permet d'éviter la contamination provenant des voies urogénitales distales, bien qu'une contamination urétrale puisse se produire. Chez le male, le pénis doit être extériorisé pour accéder à l'urètre ensuite une sonde urinaire est insérée dans la partie distale de l'urètre jusqu'à la vessie, la figure 2.1 est une illustration de cette méthode de prélèvement. Le cathétérisme urétral a pour inconvénient majeur d'être un acte traumatique pour les voies urinaires basses. Une hématurie micro ou macroscopique est souvent observée. (Grégoire, 2012)

Figure 2.1 – Un chien mâle cathétérisé pour un échantillon d'urine

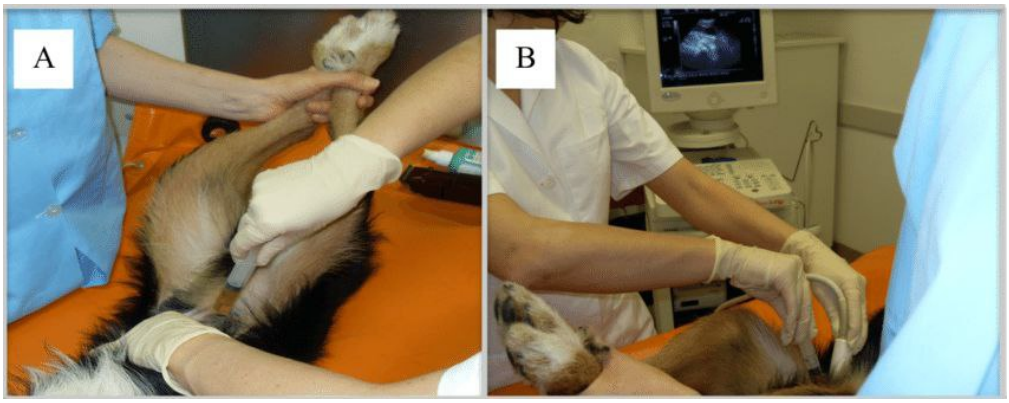


Source : (VetGirl on the Run, 2025).

2.1.3 Cystocentèse

Les échantillons d'urine prélevés par cystocentèse ne sont pas sujets à la contamination provenant des voies urogénitales basses, c'est la méthode de collecte de choix pour un examen bactériologique, ainsi que le risque d'infection est limité lors de la cystocentèse contrairement aux autres méthodes de prélèvement. La position de l'animal dépend de sa taille et de son comportement. Les grands chiens peuvent être prélevés debout, tandis que les petits chiens peuvent être placés en décubitus latéral ou dorsal. (Rebar et al., 1999) Pour réaliser une cystocentèse chez le chien, une aiguille de 2,5 cm, de calibre 22, attachée à une seringue de 5 ou 10 ml sont préconisées, la vessie est immobilisée avec une main tandis que l'autre main tient la seringue. D'autres auteurs mentionnent l'utilisation d'un échographe, dans ce cas la vessie n'est pas immobilisée, la figure 2.2 démontre les 2 méthodes de cystocentèse. (Rebar et al., 1999) ; (Grégoire, 2012)

Figure 2.2 – Recueil d'urine par cystocentèse : A-avec fixation manuelle de la vessie B-Guidée par échographie



Source : (Brložnik, 2016).

2.2 Examen physique des urines

2.2.1 Couleur

Il faut observer l'urine dans un tube à essai sur un fond blanc avec une bonne lumière. L'urochrome, une combinaison d'urobiline et d'urobilinogène avec un peptide, est la principale substance colorante des urines. La couleur de l'urine est corrélée avec la densité urinaire. La couleur de l'urine chez le chien en bonne santé est transparente à jaune clair. L'intensité de la couleur varie considérablement avec la concentration de l'urine, La présence de constituants

anormaux, le régime alimentaire, les médicaments, et l'état d'hydratation. (vétérinaire de la Rivière, 2023)

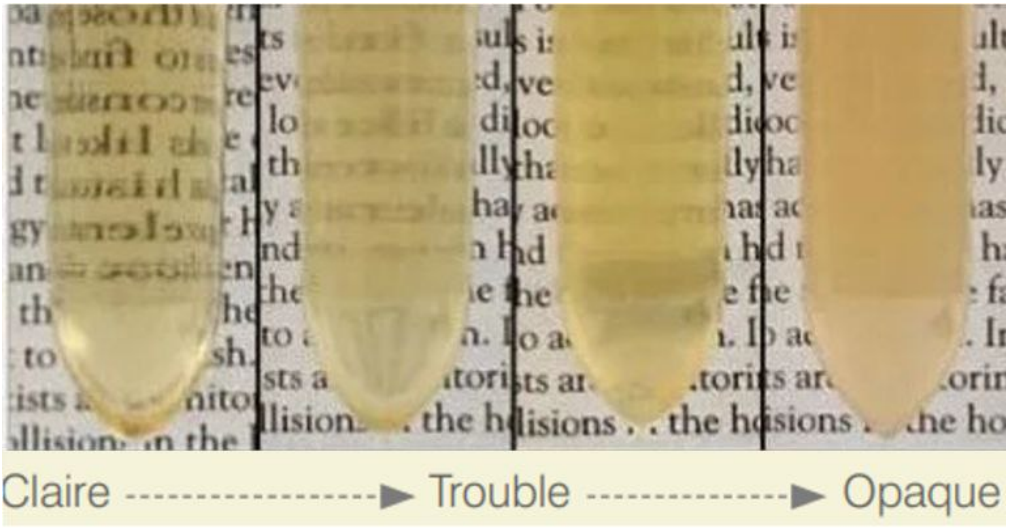
2.2.2 Odeur

Les substances urinaires sont des produits intermédiaires ou finaux de plusieurs voies métaboliques tels que les cétones, l'alcool et le sulfure, qui donnent une odeur particulière. Cela reste évidemment une évaluation subjective. (vétérinaire de la Rivière, 2023) ; (Yadav et al., 2020)

2.2.3 Turbidité

La turbidité peut être évaluée semi-quantitativement en visualisant l'échantillon d'urine dans un récipient transparent sur un fond de papier journal sous un bon éclairage comme démontre la figure 2.3. L'urine est généralement claire. (Yadav et al., 2020)

Figure 2.3 – Variations des aspects de la turbidité urinaire sur plusieurs échantillons



Source : (vétérinaire de la Rivière, 2023).

Dans des conditions normales, la turbidité peut augmenter en présence de sperme, le mucus, les matières fécales et les lipides. Alors que dans des conditions pathologiques elle augmente en présence d'un nombre élevé de cellules, de cristaux ou cylindres. (vétérinaire de la Rivière, 2023)

2.2.4 Densité urinaire

La Densité Urinaire (DU) est un indicateur de la capacité du rein à concentrer ou à diluer l'urine. Elle est mesurée de façon simple à l'aide d'un réfractomètre (figure 2.4). La densité urinaire chez le chien est entre 1.013 à 1.035. Elle peut varier au cours de la journée en fonction de l'état de l'hydratation, de la température et de l'effort récent. Certains médicaments peuvent fausser les résultats, par exemple la cortisone ou les diurétiques. (Balzer, 2010)

Figure 2.4 – Un Réfractomètre pour chats et chiens

Source : (vétérinaire de la Rivière, 2023).

2.3 Examen chimique

Les bandelettes urinaires (BU) (figure 2.5) sont largement utilisées dans le domaine vétérinaire pour l'analyse d'urine du fait de leur praticité et de leur coût relativement faible, elles donnent des renseignements sur plusieurs paramètres : le pH, les leucocytes, les protéines, le glucose, les cétones, la bilirubine, l'urobilinogène et le sang. La BU est soit immergée dans l'urine (mode d'utilisation dit par immersion) ou les plages réactives sont imprégnées une par une avec une goutte d'urine (imbibition). L'examen chimique permet de constater des maladies rénales, métaboliques et endocriniennes. (Amalvy, 2017)

Figure 2.5 – Bandelettes réactives urinaires

Source :photo personelle

2.3.1 pH urinaire

Le pH urinaire varie avec le régime alimentaire. Chez le chien en bonne santé, le pH est entre 6 et 7. Un pH alcalin ou acide peut indiquer la présence de bactéries, de cristaux ou même de calculs rénaux (Mathieu and Motteau-Lévêque, 2024).

2.3.2 Les protéines urinaires

La protéinurie se définit comme la présence permanente de quantités anormalement élevées de protéines dans les urines. Chez les chiens en bonne santé, une très faible quantité de protéines dans l'urine est considérée comme physiologique en raison d'une filtration sélective au niveau glomérulaire et d'une résorption tubulaire (Chuzel, 2005). Il faut savoir que le pH des urines et les infections du tractus urinaire peuvent influencer les résultats de la protéinurie. Les BU peuvent détecter la protéinurie de façon semi-quantitative, c'est pour

cela qu'elle doit être interprétée avec la DU, cela indique quand il est nécessaire d'évaluer le Rapport Protéines/Créatinine Urinaire (RCPU) comme démontre le tableau ci-dessous (Scarpa, 2019).

Tableau 2.1 : Comparaison des résultats de la DU et de la protéinurie par BU permettant de déterminer si le RCPU doit être mesuré

Densité urinaire (DU)	**Protéines = 0**	**Protéines +1**	**Protéines +2**
< 1012	Pas de protéinurie	Protéinurie probable	Mesurer le RCPU
> 1012 et < 1030	Pas de protéinurie	Pas de protéinurie	Protéinurie – Mesurer le RCPU
> 1030	Pas de protéinurie	Pas de protéinurie	Protéinurie – Mesurer le RCPU

Source : (Scarpa, 2019)

2.3.3 Rapport protéines/créatinine urinaire (RPCU)

Il s'agit du rapport de la concentration de protéines urinaires (mg/L) sur celle de la créatinine urinaire (mg/L). Le RCPU Permet d'évaluer la signification clinique de la protéinurie, après détection par des méthodes de routine moins précises car elles sont semi-quantitative tel que les BU, chez le chien en bonne santé il est ente 0.5 et 1 (Anne, 2024). La concentration de protéines urinaires est mesurée par méthode colorimétrique dont le principe est simple : après liaison des protéines avec colorant, le spectre d'absorption de ce dernier est modifié et la différence d'absorption entre les deux spectres est proportionnelle à la concentration en protéines, l'absorbance est mesurée avec un automate de laboratoire (figure 2.6) (Nadaud, 2014).

Figure 2.6 – Un automate de laboratoire

Source : (Mindray, nd).

2.3.4 Glucose

Normalement le glucose est réabsorbé par les reins et n'apparaît pas dans l'urine. (Desportes, 2023) La BU détecte le glucose par une réaction enzymatique qui entraîne un changement de couleur proportionnel à la quantité de glucose. (Amalvy, 2017) La glycosurie se développe généralement lorsque la glycémie dépasse environ 2 g/L. (vétérinaire de la Rivière, 2023)

2.3.5 Les corps cétoniques

Les BU peuvent détecter la présence d'acito-acétate et d'acétone, mais pas le B-d-hydroxybutyrate. (Amalvy, 2017). Chez le chien en bonne santé, le test est négatif Des faux négatifs peuvent avoir lieu lorsque les BU ont été exposées à l'air libre, ou lorsque le pH urinaire est acide. (Siméon, 2023)

2.3.6 La bilirubine

La bilirubine n'est pas présente dans les urines de la plupart des animaux, à l'exception des chiens qui peuvent avoir physiologiquement 1+ de bilirubine. Le seuil rénal étant bas, la présence de bilirubine dans les urines peut précéder l'ictère clinique. Comme la bilirubine est dégradée par la lumière ultraviolette, l'échantillon d'urine ne doit pas être directement exposé à la lumière. (vétérinaire de la Rivière, 2023)

2.3.7 L'Urobilinogène

L'urobilinogène est un pigment dérivé de la bilirubine qui est normalement éliminé dans les selles. Une partie de l'urobilinogène formée subit le cycle entéro-hépatique et repasse donc dans le sang, une faible quantité de cet urobilinogène sera filtrée par le rein et se retrouve dans les urines. Son augmentation peut être une conséquence d'une hémolyse excessive ou une maladie hépatique. Les BU ne sont pas fiables pour la mesure de l'urobilinogène. (Rebar et al., 1999)

2.3.8 Sang

Les BU peuvent détecter la présence de la myoglobine et de l'hémoglobine dans l'urine, et donnent des résultats positifs en cas d'hématurie, d'hémoglobinurie ou de myoglobinurie. L'hématurie est confirmée par la présence de globules rouges (GR) dans le sédiment urinaire. (Rebar et al., 1999) Un échantillon conservé trop longtemps après collecte risque d'être hémolysé, cela donne une surestimation du résultat, ainsi que les peroxydases bactériennes présentes en cas d'infection du tractus urinaire, peuvent causer des faux positifs. (Amalvy, 2017)

2.4 Examen microscopique de sédiment urinaire

L'examen du sédiment urinaire est particulièrement intéressant pour détecter la présence de GR, de leucocytes, de cylindres, de cristaux et des bactéries. Les urines prélevées sont centrifugées à 1500 tours par minute pendant 5 minutes et le culot est observé au microscope au grossissement x40 (Roux, 2018)

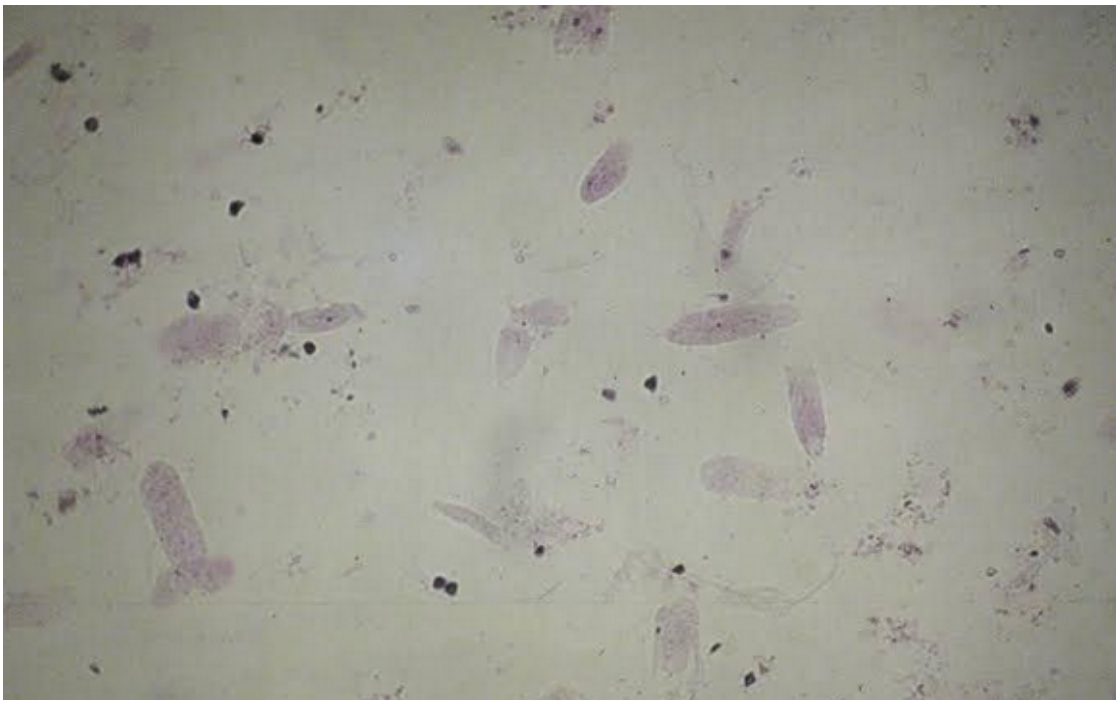
2.4.1 Les cylindres

La présence des cylindres dans l'urine indique une atteinte rénale, tandis que les cylindres hyalins peuvent être présents de manière. Il existe cinq types de cylindres urinaires : les cylindres hyalins, les cylindres épithéliaux, les cylindres graisseux, les Cylindres granuleux et les cylindres cireux (Rebar et al., 1999)

Les cylindres hyalins

Composés de mucoprotéines de Tamm-Horsfall et qui ne présentent pas d'inclusion. Ils sont incolores, homogènes et semi-transparents avec des extrémités arrondies (figure 2.7), leur présence en un très faible nombre est physiologique chez des animaux sains. Une augmentation légère peut être observée après un exercice physique, une déshydratation ou une fièvre. Leur présence en grand nombre indique des lésions glomérulaires significatives et s'accompagne généralement d'une augmentation des protéines urinaires. Ils sont fréquents lors de syndrome néphrotique. (Rebar et al., 1999) ; (Andry, 2017)

Figure 2.7 – Cylindres hyalins au grossissement x10 colorés au bleu de toluidine dans un culot urinaire

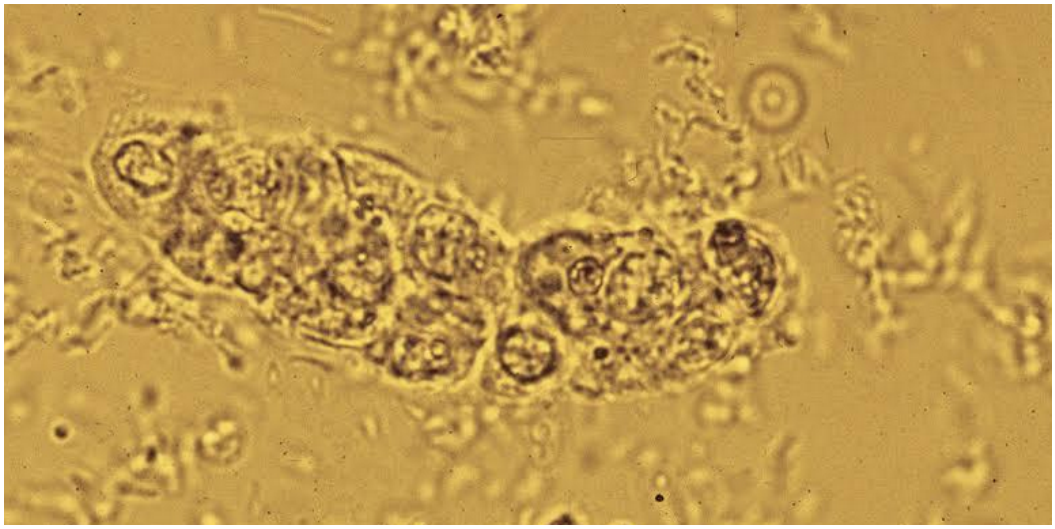


Source : (Connexence, 2025).

Les cylindres épithéliaux

Les cylindres épithéliaux sont constitués de cellules épithéliales rénales. Ils se forment lors d'une dégénérescence de ces cellules dans les tubules rénaux. La présence d'un grand nombre de cylindres épithéliaux dans les urines suggère une néphropathie tubulaire aiguë causée par nécrose, néphrotoxicité, inflammation importante, hypoperfusion ou hypoxémie (Andry, 2017) (figure 2.8).

FIGURE 2.8 – Cylindres épithéliaux au grossissement x40 colorés à l'état frais dans un culot urinaire



Source : (Connexence, 2025).

Les cylindres graisseux

Les cylindres graisseux contiennent des gouttelettes graisseuses qui se sont accumulées dans le cytoplasme des cellules épithéliales avant leur desquamation dans la lumière tubulaire. Ces gouttelettes sont mises en évidence par un examen microscopique sous lumière polarisante (figure 2.9). La présence de cylindres graisseux est souvent associée à une dégénérescence ou une nécrose des cellules tubulaires épithéliales. (Andry, 2017)

Figure 2.9 – Cylindres graisseux au grossissement x40 à l'état frais dans un culot urinaire

Source : (Connexence, 2025).

Les cylindres granuleux

Avec le temps les cellules épithéliales composant les cylindres dégénèrent. Les cylindres granuleux présentent différentes morphologies selon l'avancée de la dégénérescence des cellules (figure 2.10). Leur présence en grand nombre dans les urines indique souvent une lésion tubulaire D'autre part, une activité physique importante peut provoquer une légère augmentation du nombre de cylindres granuleux dans les urines. (Rebar et al., 1999) ; (Andry, 2017)

Figure 2.10 – Cylindres granuleux au grossissement x40 à l'état frais dans un culot urinaire

Source : (Connexence, 2025).

Les cylindres cireux

Dégénérescence très avancé. Ces cylindres sont souvent incolores avec des extrémités irrégulières voire des fissures. Ils ont un fort indice de réfraction et un aspect cireux caractéristique (figure 2.11). Leur formation nécessite une stase urinaire importante et leur présence est souvent associée à une pathologie rénale chronique. (Andry, 2017)

Figure 2.11 – Cylindre Cireux au grossissement x40 à l'état frais dans un culot urinaire

Source : (Connexence, 2025).

2.4.2 Les cristaux urinaires

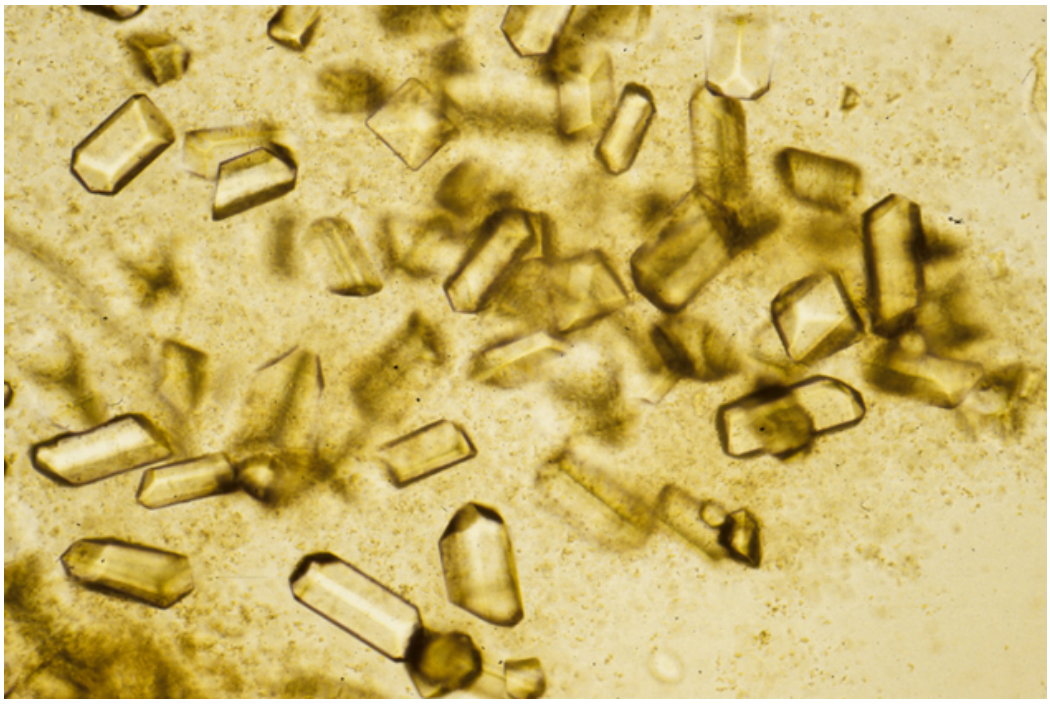
Beaucoup de cristaux de différents types peuvent être retrouvés dans le sédiment urinaire. Ils sont formés par précipitation de solutés, surtout des sels inorganiques, de composants organiques et de composants iatrogènes. Il existe trois types de cristaux urinaires : les cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien (struvites), les oxalates de calcium et les biurates d'ammonium.(Andry, 2017)

Les cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien (struvites)

Ces cristaux sont composés de phosphates ammoniaco-magnésien hexohydrate, ils sont reconnaissable à leur aspect de prisme incolore en forme de cercueil de taille variable (figure 2.12), ces cristaux sont associé généralement à un pH urinaire alcalin. (Andry, 2017) ;

(Nélaton, 2021)

Figure 2.12 – Cristaux de struvites au grossissementau grossissement x40 à l'état frais

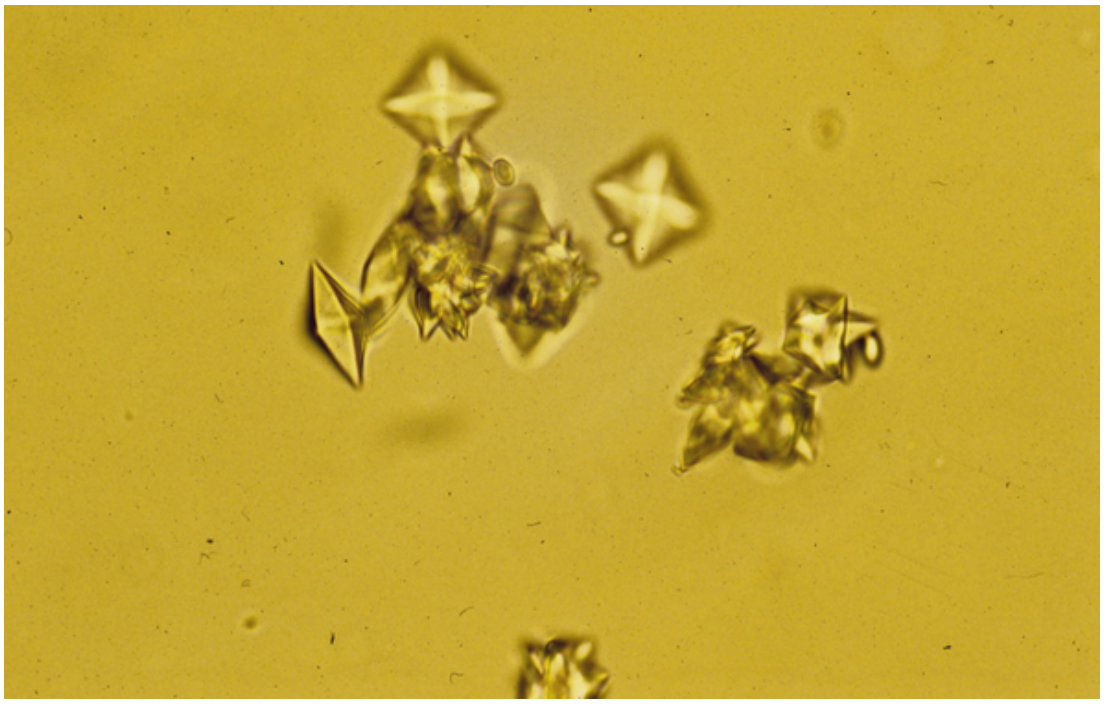


Source : (Connexence, 2025).

Les oxalates de calcium

Les cristaux d'oxalates de calcium ont une forme ovale, en fuseau ou en haltère, ils sont présents surtout avec un pH acide, ainsi que la déshydratation favorise leur apparition (Mathieu and Motteau-Lévêque, 2024) ; (Nélaton, 2021) (Figure 2.13).

Figure 2.13 – Cristaux d'oxalates de calcium au grossissement x40 à l'état frais

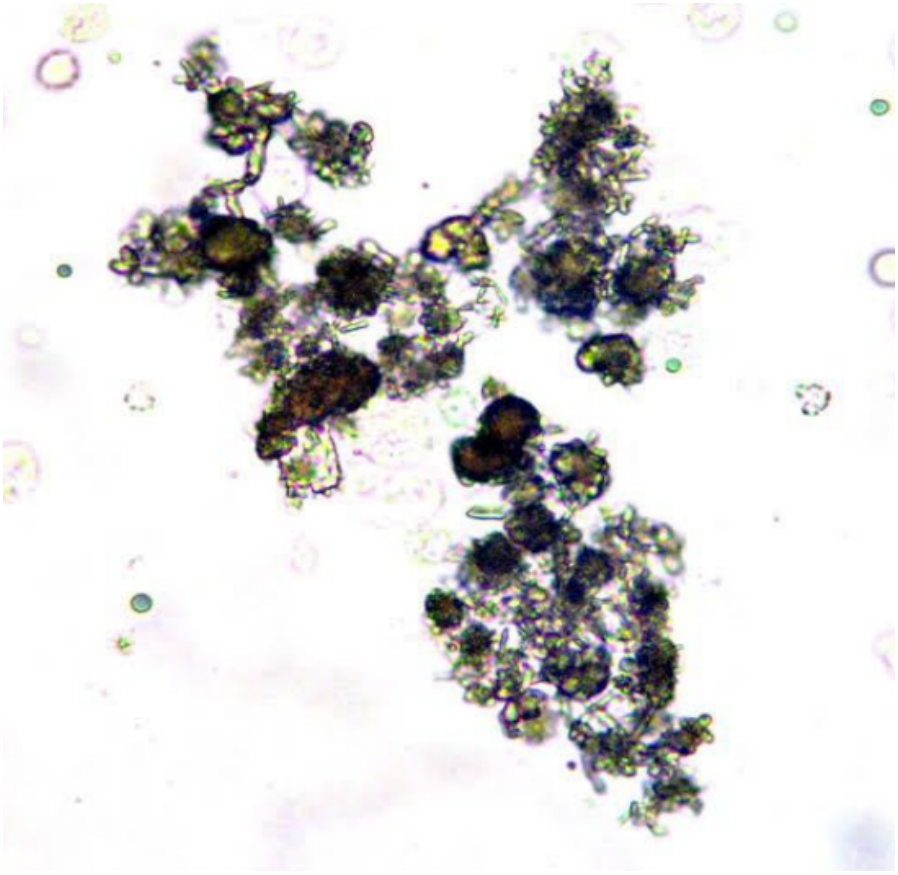


Source : (Connexence, 2025).

Les biurates d'ammonium

Les cristaux de biurates d'ammonium sont caractérisés par des contours irréguliers comportant des excroissances de forme et longueur variable (Mathieu and Motteau-Lévêque, 2024) (Figure 2.14). Leur présence est rare chez le chien, sauf chez le Dalmatien et le Bulldog qui ont une capacité réduite à décomposer l'urate donc il se trouve en quantité plus importante dans leurs urines. La présence des cristaux de biurates d'ammonium est souvent associé à un pH urinaire acide (Mathieu and Motteau-Lévêque, 2024).

Figure 2.14 – Cristaux de biurates d'ammonium au grossissement ×40 à l'état frais



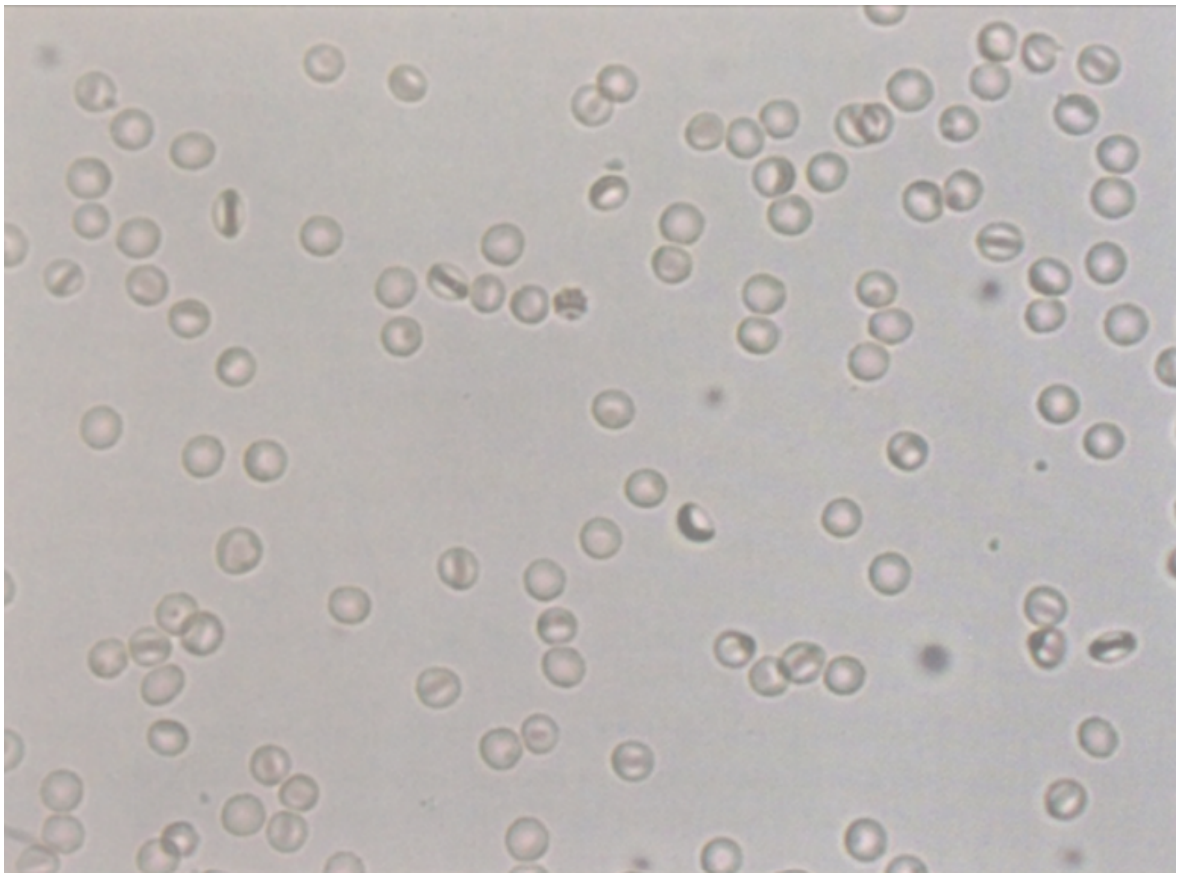
Source : (Connexence, 2025).

2.4.3 Les Cellules

Les Globules rouges (GR)

Les GR s'observent au grossissement x40. Elles sont incolores, homogènes, biconcaves et sans noyau. Lors de déshydratation elles apparaissent de taille réduite et distordues. Chez les animaux sains, jusqu'à 5 GR peuvent être présents par champs de grossissement 40. La lyse des GR peut se produire avec une conservation pendant longtemps de l'urine, et elle est accélérée soit dans des urines diluées (DU<1,006) ou dans des urines alcalines, résultant en une mesure de sang occulte positive sur la BU mais pas de GR évidents dans le sédiment (vétérinaire de la Rivière, 2023).

Figure 2.15 – GR au Gx40 dans un culot urinaire

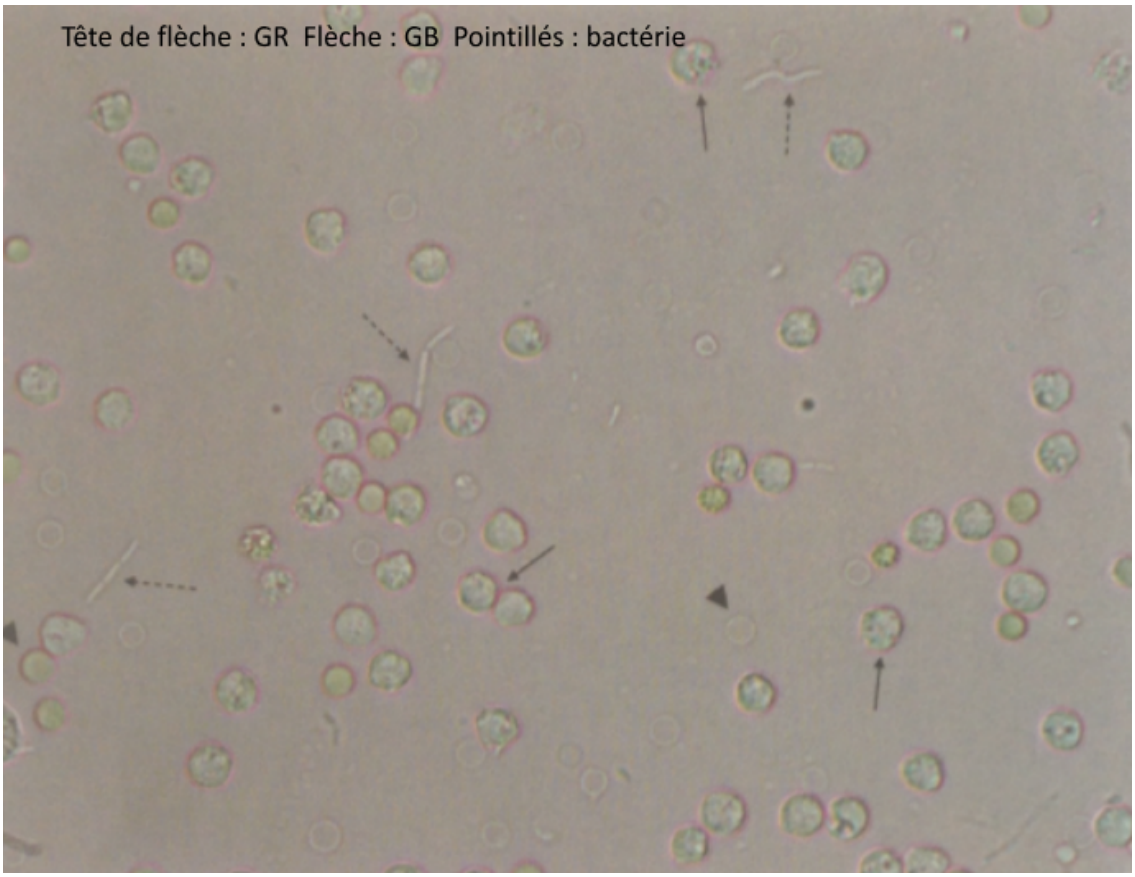


Source : (Sink and Weinstein, 2012).

Les globules blancs (GB)

Les GB sont en général 1,5 fois plus gros que les GR et présentent un noyau. Les GB les plus représentés dans les urines sont les neutrophiles qui sont reconnaissables grâce aux granules cytoplasmiques qu'ils contiennent (Andry, 2017) (figure 2.16). Le nombre des GB est jugé anormal lorsqu'il dépasse cinq par champs de grossissement. Cet excès de GB indique la présence d'une inflammation du tractus urinaire, tandis que parfois l'inflammation peut être stérile, c'est le cas d'urolithiase (Andry, 2017). Les GB se lisent dans l'urine et peuvent diminuer de 50 % en une heure si l'échantillon est conservé à température ambiante (vétérinaire de la Rivière, 2023).

Figure 2.16 – GB, GR et bactéries au Gx40 dans un culot urinaire



Source : (Sink and Weinstein, 2012).

Les Cellules épithéliales

Les cellules épithéliales retrouvées dans les urines sont issues de la dégénérescence des cellules qui tapissent les muqueuses de l'appareil uro-génital. Il est normal d'en retrouver en faible quantité dans les urines. Toutefois, un nombre important de cellules épithéliales peut être associé à une infection, une inflammation ou une simple irritation de l'appareil uro-génitale, une cytologie plus poussée peut être réalisée pour confirmer la présence de ces lésions (Andry, 2017). Trois types de cellules épithéliales peuvent être différenciés : les cellules tubulaires rénales, les cellules épithéliales transitionnelles et les cellules épithéliales squameuses (Andry, 2017)

Conclusion

L'analyse urinaire fournit plusieurs informations précieuses sur l'état général du chien. Une bonne interprétation des résultats de cette analyse est essentielle pour détecter précocement les affections et pour suivre l'effet de conditions particulières telles que l'exercice physique.

Chapitre 3

l'effet de l'exercice sur l'analyse urinaire chez le chien de travail

Introduction

L'exercice physique induit des modifications physiologiques, hématologiques et métaboliques. Selon le type de stimulus, l'exercice régulier entraîne des modifications du protéome et du métabolome dans un réseau extrêmement complexe de voies de signalisation et métaboliques (Spinella et al., 2023) L'urine représente l'échantillon biologique idéal pour évaluer les effets de l'exercice sur les paramètres biochimiques. Sa collecte est non invasive et peu stressante et peut être répétée. De plus, l'urine reflète les modifications de la fonction rénale, de la filtration glomérulaire et de la réabsorption tubulaire (Spinella et al., 2023) Ce chapitre présente les principaux effets de l'exercice à travers l'analyse urinaire en se basant sur des études menées sur des chiens militaire et des chiens sportifs.

3.1 Examen physique

3.1.1 Couleur

Dans une étude menée par (Spinella et al., 2023) chez des chiens militaires, la couleur des échantillons d'urine variait du jaune clair au jaune. Les mêmes résultats ont été observés dans une autre étude chez des chiens de Canicross (Spinella et al., 2024) Ce changement de couleur peut être justifié par une simple déshydratation post exercice.

3.1.2 Turbidité

Pour les chiens de Canicross la turbidité variait de claire à légèrement trouble avant l'exercice, mais était claire dans tous les échantillons après l'exercice (Spinella et al., 2024) Elle était était claire ou légèrement trouble chez les chiens militaires (Spinella et al., 2023) Cela est peut être du à une protéinurie d'effort, ou à la présence des cellules épithéliales ou GB suite a une légère irritation de tractus urinaire.

3.1.3 Densité urinaire

Après l'exercice la DU diminue, en effet, chez les chiens de Canicross la DU avant l'exercice était de 1051 tandis que la DU mesuré dans l'urine recueillie après l'exercice était de 1041 (Spinella et al., 2024) Pour les chiens militaires la DU a diminué de 1051 jusqu'à 1044 (Spinella et al., 2023) Dans une autre étude ayant comme objectif de démontrer l'impact des températures élevées sur l'albuminurie post exercice chez des chiens adultes ayant couru 5 km à 25 °C, la DU était légèrement plus basse chez tous les chiens, mâles et femelles, après l'exercice (avant l'exercice : 1037, après l'exercice : 1029) (Pasławska et al., 2020). La diminution de la DU peut être justifiée par la réhydratation rapide des chiens après l'exercice et l'augmentation de la diurèse post exercice.

3.2 Examen chimique

3.2.1 pH urinaire

Le pH urinaire reflète l'état d'hydratation et la capacité des tubules rénaux à concentrer l'urine. Il varie selon l'âge, le sexe, la soif et le niveau d'activité, ainsi que la température et l'humidité. Les variations du pH peuvent indiquer une réponse au stress pour les fonctions rénale et musculaire, et sa mesure est une approche importante pour évaluer l'état de santé des chiens athlètes (Spinella et al., 2024). Chez les chiens de Canicross le pH urinaire mesuré avant l'exercice était de 6,6, il est significativement plus bas qu'après l'exercice, atteignant une valeur maximale de 8,1 (Spinella et al., 2024). Chez les chiens militaires le pH a augmenté de 6,4 à 7,1 (Spinella et al., 2023). D'autre part Pasławska et al. (2020) ont constaté que le pH a augmenté de 6,7 à 7,1 après l'exercice.

3.2.2 Les protéines et Ratio protéines/créatinine urinaire (RPCU)

L'exercice physique induit une protéinurie transitoire, principalement une augmentation de l'albumine, ainsi que le RCPU, tandis que l'uromoduline (protéine d'origine tubulaire) a diminué après l'exercice (Spinella et al., 2023) ; (Pasławska et al., 2020) ; (Gary et al., 2004).

3.2.3 Les corps cétoniques

Selon les études menées par Spinella et al. (2023) et Spinella et al. (2024) et Pasławska et al. (2020), l'ensemble des échantillons urinaires analysés tout au long de leurs protocoles expérimentaux se sont révélés négatifs.

3.2.4 Glucose

Spinella et al. (2024) dans leurs études sur des chiens de Canicross quelques échantillons étaient positifs pour le glucose avant et après l'exercice, alors que dans une autre étude Spinella et al. (2023) menée sur des chiens militaires les valeurs de glucose étaient indétectables dans tous les échantillons examinés.

3.2.5 Bilirubine et urobilinogène

A la lumière des études disponibles, il semble que l'exercice physique, n'a pas causé des modifications significatives de la teneur en bilirubine et urobilinogène dans l'urine du chien bien entraîné. Toutefois, des variations individuelles pourraient être possible (Spinella et al., 2023) ; (Spinella et al., 2024) ; (Pasławska et al., 2020).

3.3 Examen microscopique du sédiment urinaire

Spinella et al. (2023) et Spinella et al. (2024), dans leurs études menées sur des chiens militaires et des chiens de Canicross, l'examen microscopique du sédiment urinaire a montré la présence occasionnelle de cellules épithéliales (desquamation légère suite à l'augmentation du débit urinaire), de GR (hématurie d'effort transitoire), de GB (inflammation post exercice) et de cristaux d'oxalate de calcium (favorisé par la déshydratation). Ces éléments sont généralement transitoires et reflètent l'adaptation physiologique à l'effort. Toutefois une persistance ou une abondance marquée pourrait suggérer une atteinte rénale ou urinaire.

Conclusion

L'exercice entraîne des modifications sur les paramètres biochimiques urinaires chez les chiens de travail. Ces variations sont souvent transitoires et physiologiques, mais leur évaluation est essentielle pour distinguer les réponses normales à l'effort de signes précoces de pathologie rénale et métabolique.

Conclusion

Cette étude bibliographique a permis de mettre en évidence que l'exercice physique chez le chien de travail entraînent des modifications sur plusieurs paramètres urinaires, notamment le pH, la DU, la protéinurie ainsi que certains éléments du sédiment urinaire. Ces changements sont souvent transitoires et physiologiques et ils doivent être connus pour éviter toute mauvaise interprétation clinique.

Cependant, ce travail présente une limite majeure, il repose uniquement sur une revue bibliographique, faute de réalisation d'une étude expérimentale.

Il serait donc essentiel, dans la continuité de ce travail, de mettre en place une étude expérimentale afin de confirmer ces données sur un échantillon de chiens de travail à savoir les chiens de la police, de la gendarmerie ou de la protection civile.

Bibliographie

Amalvy, P. *Étude visant à comparer les résultats de différents types de bandelettes urinaires en fonction de leur mode d'utilisation chez le chien*. PhD thesis, Médecine vétérinaire et santé animale, 2017.

Andry, E. *Indication, méthode et interprétation des analyses d'urine de 24H chez le chat : Étude pilote de la faisabilité d'un recueil d'urine de 24H chez le propriétaire*. PhD thesis, Médecine vétérinaire et santé animale, 2017.

Anne, L. *Variabilité inter- et intra-laboratoire de la mesure du rapport protéines sur créatinine*. PhD thesis, Médecine vétérinaire et santé animale, 2024.

Arnaud, R. and Portal, J. Les chiens d'utilité. Thèse vétérinaire, Alfort, 2002.

Atlantic, T. Rescue dogs at work after mexico's earthquakes. The Atlantic, 2017.

Balzer, A. L'analyse d'urine chez le chien et le chat en six points. La Semaine Vétérinaire n°1394, 2010.

Bray, E. E., Otto, C. M., Udell, M. A. R., Hall, N. J., Johnston, A. M., and MacLean, E. L. Enhancing the selection and performance of working dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 8 :644431, 2021. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.644431

Brložnik, M. Pregled obolenj psov z znaki bolezni sečil (review of canine diseases with signs of urinary tract disease). *Veterinary Review (Slovenie)*, 2016.

Canadian Kennel Club. Berger belge [breed standard]. CKC, 2024.

Chuzel, T. Conduite diagnostique lors de protéinurie. Le Point Vétérinaire n°258, 2005.

Connexence. Page d'accueil connexence. Site web officiel, 2025.

Coppinger, R. and Coppinger, L. *Dogs : A Startling New Understanding of Canine Origin, Behavior & Evolution*. The University of Chicago Press, Chicago, 2001.

Desportes, L. M. Diabète sucré non contrôlé chez le chien : étude rétrospective des causes, de la prise en charge et du suivi à partir des cas présentés en deuxième intention au chuva entre 2011 et 2021. Mémoire de fin d'études, École nationale vétérinaire de Toulouse, 2023.

d'Harcourt, J.-P.-P. Aviateurs, soldat et chien sur un terrain d'aviation [photographie]. Musée de l'Armée, Dist. RMN-GP / Jacques Quecq d'Henripret, n.d.

Fédération Cynologique Internationale. Standard fci n°015 : Berger allemand. FCI, 2025a.

Fédération Cynologique Internationale. Standard fci n°166 : Berger belge. FCI, 2025b.

Gary, A. T., Cohn, L. A., Kerl, M. E., and Jensen, W. A. The effects of exercise on urinary albumin excretion in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18(1) :52–55, 2004. https://doi.org/10.1892/0891-6640(2004)18<52:TEOEOU>2.0.CO;2

Germonpré, M. L'origine paléolithique du chien. Conférence ou article de vulgarisation, 2015.

Germonpré, M., Sablin, M. V., Stevens, R. E., Hedges, R. E., Hofreiter, M., Stiller, M., and Després, V. R. Fossil dogs and wolves from palaeolithic sites in belgium, the ukraine and russia : osteometry, ancient dna and stable isotopes. *Journal of Archaeological Science*, 36(2) :473–490, 2009. https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.09.033

Grégoire, L. *La cystocentèse chez le chat : conception d'images descriptives et évaluation de la variabilité inter-opérateur de la palpation vésicale*. PhD thesis, Médecine vétérinaire et santé animale, 2012.

Guagnin, M., Perri, A. R., and Petraglia, M. D. Pre-neolithic evidence for dog-assisted hunting strategies in arabia. *Journal of Anthropological Archaeology*, 49 :225–236, 2018. https://doi.org/10.1016/j.jaa.2017.12.004

Lindsay, S. R. *Handbook of Applied Dog Behavior and Training*, volume 3. Wiley-Blackwell, 2008.

Mathieu, T. and Motteau-Lévêque, C. Étude de la prédictibilité des données épidémiologiques et radiographiques pour déterminer la nature minérale d'un calcul urinaire chez le chien. *Le Point Vétérinaire*, 2024.

Maumon, V. Let's support nosaïs and covid-19 detection dogs. Element.Vet, 2020.

Menteith, C. Working dogs : Everything you need to know. Purina UK, 2020.

Mindray. Clinical chemistry analyzer - bs-240. Fiche technique en ligne, n.d.

Morey, D. F. Burying key evidence : the social bond between dogs and people. *Journal of Archaeological Science*, 33(2) :158–175, 2006. https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.07.009

Nadaud, C. *Évaluation d'une nouvelle méthode de mesure du RPCU canin à partir d'urines recueillies sur papier absorbant*. PhD thesis, Médecine vétérinaire et santé animale, 2014.

National Archives. A vail ski patroller and avalanche rescue dog meet and greet guests. NARA & DVIDS Public Domain Archive, n.d.

Nélaton, C. C. *Urolithiases chez le chien : étude rétrospective sur 6700 calculs urinaires canins prélevés de 2016 à 2020 en France et analysés par spectrométrie infrarouge*. PhD thesis, Médecine vétérinaire et santé animale, 2021.

Pasławska, U., Szczepankiewicz, B., Bednarska, A., and Pasławski, R. Impact of high temperature on post-exercise albuminuria in dogs. *Animals*, 10(11) :1991, 2020. https://doi.org/10.3390/ani10111991

Pinsard, C. *Bien-être du chien de travail : état des lieux et perspectives réglementaires en France*. PhD thesis, Médecine vétérinaire et santé animale, 2020.

Rebar, A. H., Boon, G. D., and Christian, J. A. *Biochemical profiling in the dog and cat*. Gloyd Group, Inc., illustrated edition edition, 1999.

Roux, C. Les infections urinaires compliquées chez le chien : étude clinique et paraclinique au chuva entre 2012 et 2017. Mémoire de fin d'études, École nationale vétérinaire de Toulouse, 2018.

Scarpa, P. Les limites d'une analyse d'urine, 2019.

Serpell, J. *The Domestic Dog : Its Evolution, Behaviour and Interactions with People*. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

Siméon, L. Les corps cétoniques chez le chien et le chat en pratique. La Dépêche Vétérinaire, 2023.

Sink, C. A. and Weinstein, N. M. *Practical Veterinary Urinalysis*. John Wiley & Sons, 2012.

Spinella, G., Valentini, S., Dalmonte, T., Isani, G., and Andreani, G. Effects of exercise on urinary parameters and proteins in well-trained canicross dogs : A preliminary study. *Animals*, 14(22) :3216, 2024. https://doi.org/10.3390/ani14223216

Spinella, G., Valentini, S., Matarazzo, M., Tidu, L., Ferlizza, E., Isani, G., and Andreani, G. Effects of exercise on urinary biochemical parameters and proteins in a group of well-trained military working dogs. *Veterinary Quarterly*, 43(1) :1–9, 2023. https://doi.org/10.1080/01652176.2023.2241551

Vansuypeene, C. Chiens de travail : leurs différents rôles. Just Russel, 2025.

VetGirl on the Run. Comment poser un cathéter urinaire chez un chien mâle. VetGirl Veterinary Education Blog, 2025.

vétérinaire de la Rivière, C. L'analyse urinaire chez les chiens et les chats. Consulté le 26 juin 2025, 2023.

Wikimedia Commons. File :131125-f-bh151-166 (11172202374).jpg. Wikimedia Commons, n.d.a.

Wikimedia Commons. File :german-shepherd-4055031920.jpg. Wikimedia Commons, n.d.b.

Wikimedia Commons. File :guide dog golden retriever.jpg. Wikimedia Commons, n.d.c.

Yadav, S., Ahmed, N., Nath, A., Mahanta, D., and Kalita, M. Urinalysis in dog and cat : A review. *Veterinary World*, 13(10) :2133–2141, 2020.