

## TROISIEME PARTIE : APPLICATIONS CLINIQUES

Face à des symptômes urinaires, le clinicien dispose de différents outils diagnostiques, qui nécessitent un degré de technicité différent.

Le prélèvement d'urine est simple à réaliser et fait partie intégrante de l'examen clinique d'un animal présentant des signes d'altération de la fonction rénale. L'analyse de l'urine au chevet du patient est rapide et oriente le diagnostic. Le prélèvement d'urine et un prélèvement sanguin analysés de façon différée au laboratoire fournissent des indications non négligeables sur le type de maladie, mais surtout sur son degré d'évolution et sur l'état clinique du patient et de sa fonction rénale.

L'imagerie du tractus urinaire présente l'avantage d'être peu invasive, et de pouvoir fournir des images très évocatrices de certaines maladies.

Parfois, l'utilisation de techniques plus invasives (biopsie) et de réalisation plus complexe est nécessaire.

Une fois le diagnostic établi, le clinicien se trouve face à plusieurs options thérapeutiques, médicales ou chirurgicales, dont la technicité est également variable, et dont le coût peut être un facteur limitant. Les protocoles opératoires des chirurgies de l'appareil urinaire les plus souvent employées sont détaillés dans cette partie.

## I. Diagnostic

Différents signes cliniques et commémoratifs doivent conduire à la suspicion d'une atteinte de l'appareil urinaire. Les anomalies de la miction sont définies en Tableau 10. Dans ce cas, des analyses d'urine peuvent être réalisées au chevet du patient, et des analyses de sang (biochimie) peuvent confirmer une atteinte rénale.

### I. 1) Signes cliniques urinaires

Plusieurs symptômes urinaires peuvent être remarqués lors de l'examen clinique ou faire partie des commémoratifs.

Le volume normal d'urine émis par chaque espèce de ruminant est rappelé en Tableau 8.

Tableau 8 : Volume quotidien d'urine émis chez les ruminants (d'après [242])

<b>Espèce</b>	<b>Volume d'urine émis (en ml/kg poids vif/jour)</b>
Bovins	17-45
Ovins	10-40
Caprins	10-40

La polyurie désigne une augmentation du volume d'urine excrété. L'oligurie signifie au contraire que le volume d'urine excrété est diminué. L'anurie signifie une absence d'urine émise. La dysurie est le terme employé pour désigner une miction difficile ou douloureuse. La strangurie est l'émission lente en gouttes et douloureuse d'urine, due à un spasme de l'urètre ou de la vessie [242].

### I. 2) Analyses d'urine au chevet du patient

#### I. 2. a) **Prélèvement d'urine**

Le prélèvement d'urine peut se faire par sondage ou lors de miction spontanée [52]. Le recours au sondage est nécessaire en l'absence de miction spontanée, et permet de limiter, sans toutefois l'abolir, la contamination du prélèvement dans le cas d'une analyse bactériologique. Il peut se réaliser à l'aide de différents types de sondes (métallique réutilisable ou plastique à usage unique), et son coût reste très faible, car il ne nécessite, en plus de la sonde, qu'une seringue et parfois un pot à prélèvement. La vache est contenue à la tête par un licol ou au cornadis. La queue est écartée car source de contaminations. La vulve est nettoyée. Un ou deux doigts sont introduits dans le vestibule du vagin en suivant le plancher. Un doigt est introduit dans le diverticule suburétral. Il remonte ensuite le long de son plafond pour atteindre le méat urinaire. La sonde est ensuite introduite dans le méat en suivant la main puis orientée ventralement pour suivre le trajet de l'urètre jusqu'à la vessie. L'urine est ensuite recueillie, soit à sa sortie spontanée par la sonde dans le cas d'une vessie pleine, soit par aspiration à l'extrémité de la sonde avec la seringue.

La miction spontanée chez la vache peut s'obtenir en caressant la commissure inférieure de la vulve et la zone périnéale. Le massage transrectal de la vessie permet également

d'obtenir de l'urine d'une vessie pleine. La stimulation du méat urinaire lors du sondage provoque souvent la miction.

Chez le mâle, le cathétérisme de l'urètre jusqu'à la vessie est impossible (voir II. 5. b). L'urine peut s'obtenir en massant la vessie par voie transrectale, par massage du prépuce ou par administration intraveineuse de diurétiques. Elle est récoltée à distance, dans un flacon fixé sur un bâton par exemple.

Il est préférable de récolter l'urine de milieu de miction [42] [80]. Le prélèvement doit être analysé immédiatement, ou réfrigéré en cas d'analyse différée [42].

### **I. 2. b) Aspect macroscopique de l'urine**

L'urine normale est aqueuse, de couleur jaune paille et limpide. Toute modification d'une de ces trois caractéristiques évoque une maladie rénale, hépatique ou musculaire (Tableau 10). Il s'agit donc de distinguer, parmi les signes rencontrés, lesquels sont évocateurs d'une atteinte urinaire.

Ainsi, une urine diluée (jaune clair) peut être due à une défaillance rénale dans la réabsorption de l'eau, mais aussi à des troubles métaboliques ou à une polydipsie. Une urine jaune foncé signe un état fébrile. Une urine brun rouge peut être le résultat d'une hématurie, signe d'une atteinte du tractus urinaire, ou d'une hémoglobinurie ou d'une myoglobinurie, signes d'atteintes extra-urinaires. La différence entre les trois symptômes se fait par centrifugation : lors d'hématurie on obtient un culot d'hématies, alors que les pigments restent en suspension dans l'urine et on n'obtient pas de culot [42].

La consistance de l'urine est modifiée lors de pyurie : l'urine devient visqueuse. Il ne faut alors pas confondre le pus avec des exsudats génitaux. L'urine devient bulleuse ou moussante si elle contient des pigments biliaires ou de la substance amyloïde [263].

L'urine est normalement limpide. Une modification de la turbidité survient en cas de pyurie ou elle peut être modifiée en cas de contamination bactérienne ou d'élimination accrue de cellules, cylindres ou cristaux [263]. La mise en évidence d'une pyurie doit conduire à une analyse bactériologique des urines [80].

### **I. 2. c) Bandelette urinaire**

Une bandelette urinaire est un ensemble de plages de réactifs qui indiquent les caractéristiques de l'urine grâce à une échelle colorimétrique. Elle sert à l'examen immédiat de l'urine. Les différents paramètres analysés sont en général les suivants [42] [51] [263] :

- **Leucocytes** : elle réagit lors de pyurie (cystite ou pyélonéphrite). Sa spécificité est forte, mais sa sensibilité est faible. En dehors des pyuries macroscopiques, la mise en évidence d'une leucocyturie est plus efficace par observation microscopique du sédiment urinaire. La présence de 1 à 5 leucocytes par champ à fort grossissement est considérée comme normale chez les bovins. Le constat d'une leucocyturie doit conduire le clinicien à envisager une analyse bactériologique des urines [80].

- **Protéines** : elle réagit principalement avec l'albumine lorsque sa concentration dépasse 50mg/l. Elle traduit une atteinte glomérulaire lorsqu'elle est forte. Une atteinte tubulaire ou du bas appareil urinaire donnent des résultats plus modérés. Une pyélonéphrite peut engendrer une forte protéinurie. Les veaux de moins de deux jours qui ont ingéré une grande quantité de colostrum présentent une protéinurie normale qui s'annule ensuite [80]. Lors de diurèse importante on peut observer des faux négatifs, tandis que des faux positifs sont possibles en cas d'urine concentrée ou alcaline. La réaction de Heller à l'acide nitrique ou le test à l'acide sulfosalicylique lui sont préférables par leur fiabilité. Un test encore plus spécifique serait la mesure de la concentration en protéines et en créatinine dans l'urine et de calculer le rapport Protéines urinaires/ Créatinine urinaire [80].

- **Sang** : elle réagit en cas d'hématurie, d'hémoglobinurie ou de myoglobinurie. Des faux négatifs sont possibles lors d'urine très concentrée ou de protéinurie forte, et des faux positifs apparaissent s'il y a des leucocytes en grande quantité ou des oxydants. Une positivité en absence d'hématurie macroscopique signe une microhématurie, due par exemple à un traumatisme lors du cathétérisme des voies urinaires ou à une contamination par du sang vaginal ou une affection urinaire.

- **pH** : il dépend de la quantité de potassium excrétée et de la ration distribuée aux animaux. Il est normalement compris entre 7 et 8 chez des bovins adultes consommant une forte proportion de fourrages. Il est acide (inférieur à 7) lors d'anorexie et alcalin (supérieur à 8,5) lors de contamination bactérienne. Une acidurie dite « paradoxale » peut être constatée lors d'alcalose métabolique prolongée.

- **Glucose** : elle réagit si le glucose urinaire est supérieur à une valeur comprise entre 0,4 et 1g/l selon les bandelettes. Elle est positive en cas d'hyperglycémie ou de néphrite épithéliale. Son interprétation nécessite d'effectuer une mesure de la glycémie. Une glycosurie avec hyperglycémie (supérieure à 1,8g/l) s'observent lors d'hypocalcémie, de stress, d'injection de corticoïdes ou de perfusion de solutés glucosés. Une glycosurie normoglycémique traduit un dysfonctionnement rénal dans la réabsorption du glucose. Une diurèse importante, une forte cétonurie, la présence de salicylés ou d'acide ascorbique et une multiplication bactérienne peuvent donner de faux négatifs. La présence d'oxydants, ou d'agents réducteurs (pénicilline, tétracycline, aspirine) [80] peut donner de faux positifs.

- **Corps cétoniques** : elle réagit en présence d'acétoacétate et d'acétone. Une multiplication bactérienne peut donner de faux négatifs. Elle traduit une affection générale et non urinaire.

- **Bilirubine** : elle réagit à partir d'une concentration de bilirubine dans les urines de 2 à 4mg/l, ce qui traduit un dysfonctionnement hépatique. Elle n'est pas en rapport avec une affection urinaire. L'oxydation à la lumière, l'acide ascorbique ou la chlorhexidine entraînent de faux négatifs.

- **Urobilinogène** : elle réagit lors d'une concentration supérieure à 10mmol/l. Elle ne traduit pas d'affection urinaire. En cas d'oxydation à la lumière le résultat sera négatif. Selon Divers, elle n'a aucune signification diagnostique chez les bovins [80].

- **Nitrites** : elle n'a pas d'intérêt chez les bovins (réduction des nitrates alimentaires en nitrite dans le rumen).

## I. 2. d) Densité urinaire

La densité urinaire se mesure avec un réfractomètre sur urine centrifugée ou avec des bandelettes spécifiques. Elle évalue la capacité du rein à concentrer l'urine, qui s'interprète en connaissant la prise de boisson de l'animal. Elle permet de détecter les faux positifs et faux négatifs de plusieurs réactions de la bandelette [42]. La densité normale est rappelée en Tableau 9.

Tableau 9 : Valeurs usuelles de densité urinaire chez les ruminants (d'après [51] [169] [242])

Espèce	Valeurs usuelles de densité urinaire
Bovins	1,020 – 1,040 [51]
	1,030 - 1,045 [242]
Ovins	1,015 - 1,045 [169] [242]
Caprins	1,015 - 1,045 [242]

L'urine est dite isosthénurique si sa densité est faible, par exemple comprise entre 1,006 et 1,014 chez un bovin déshydraté. En effet, l'urine d'un bovin déshydraté est concentrée si la fonction rénale est correcte. Une ischémie rénale unilatérale ne donnera pas lieu à une urine isosthénurique. Lors d'insuffisance rénale aiguë, l'urine peut ne pas être isosthénurique, mais la densité urinaire ne dépasse pas 1,022, même en cas de déshydratation [80].

## I. 2. e) Atteinte urinaire ou extra-urinaire : diagnostic différentiel

Le Tableau 10 ci-dessous résume le diagnostic différentiel de chaque symptôme urinaire en fonction de son étiologie : atteinte de l'appareil urinaire ou atteinte d'un autre appareil.

Tableau 10 : Diagnostic différentiel des symptômes urinaires chez les ruminants (d'après [51] [80] [98] [169] [239] [242] [267] [268])

(PR : Atteinte spécifique des petits ruminants)

Symptôme	Caractéristiques	Atteinte urinaire	Atteinte extra-urinaire
<b>Anomalies de la miction</b>			
<b>Dysurie /strangurie</b>	Miction difficile ou douloureuse /émission d'urine lente, en gouttes, douloureuse, due à un spasme de l'urètre et de la vessie	Urolithiase Lésion urétrale au vêlage Hémorragie des voies urinaires Hématurie enzootique Traumatisme préputial ou pénien Cystite Vessie pelvienne Prolapsus vésical Abscess de l'ouraque Fracture du sacrum/bassin Traumatisme de la moelle épinière Lymphome Posthite ulcération (PR)	
<b>Pollakiurie</b>	Emission d'urine saccadée, en petits jets successifs	Abscess de l'ouraque Vessie pelvienne Hématurie enzootique Cystite	

<b>Polyurie</b>	Augmentation du volume d'urine excrété	Pyélonéphrite chronique Nécrose tubulaire	
<b>Oligurie/Anurie</b>	Diminution du volume urinaire/ Absence de mictions	Syndrome hémolytique et urémique Nécrose tubulaire	
<b>Incontinence urinaire</b>	Perte d'urine involontaire entre les mictions	Urètre ectopique Lésion nerveuse pelvienne Syndrome de la queue de cheval	
<b>Anomalies macroscopiques des urines</b>			
<b>Hématurie</b>	Urine rouge brunâtre Culot à la centrifugation	Lésion urétrale ( <b>calcul</b> , traumatisme, urérite, papillome de la verge) Lésion vésicale ( <b>cystite</b> , hématurie enzootique, calcul, papillome, polypes, purpura, coryza gangreneux) Lésion urétérale ( <b>calcul</b> , tumeur, <b>pyélonéphrite</b> ) Lésion rénale ( <b>pyélonéphrite</b> , infarctus rénal, néphrose tubulaire, thrombose de la veine rénale, Fièvre catarrhale Ovine, choc endotoxinique, arsenic, mercure)	Anthrax
<b>Hémoglobinurie</b>	Urine rouge brunâtre Absence de culot à la centrifugation		Hémoglobinurie bacillaire Leptospirose Babésiose <i>Theileria ovis</i> (PR) Intoxication par des <i>Brassica</i> spp. Hémoglobinurie post-partum Intoxication par l'eau (veau) Intoxication chronique au cuivre (PR) Plantes toxiques (oignon, troène, genêt, ...) Maladie de l'agneau jaune (PR)
<b>Myoglobinurie</b>	Urine rouge brunâtre Absence de culot à la centrifugation		Myopathie sévère (myopathie d'effort, myopathies nutritionnelles dont maladie du muscle blanc) Intoxication par les <i>Cassia</i> spp.
<b>Porphyrinurie</b>	Urine rouge brunâtre		Porphyrinurie congénitale
<b>Pyurie</b>	Pus dans les urines	Cystite Pyélonéphrite	
<b>Anomalies de densité urinaire</b>			
<b>Isosthénurie</b>	Densité urinaire inférieure à 1,020	Dysfonctionnement rénal (si animal déshydraté)	
<b>Anomalies détectées à la bandelette urinaire</b>			
<b>Hématurie microscopique</b>	Sang non systématiquement visible dans les urines	Lésion urétrale (calcul, traumatisme, urérite, papillome de la verge) Lésion vésicale (cystite,	

		hématurie enzootique, calcul, papillome, polypes, purpura, coryza gangreneux) Lésion urétérale (calcul, tumeur, pyélonéphrite) Lésion rénale (pyélonéphrite, infarctus rénal, néphrose tubulaire, thrombose de la veine rénale, Fièvre catarrhale Ovine, choc endotoxinique, arsenic, mercure)	
<b>Protéinurie</b>	Protéines présentes en grande quantité et de façon durable	Infarctus rénal causé par une déshydratation sévère Atteinte fonctionnelle glomérulaire (amyloïdose, glomérulonéphrite) Néphrose tubulaire Pyélonéphrite Inflammation non spécifique du bas appareil urinaire (cystite, urolithiase, traumatisme, néoplasie)	Stress Fièvre Lactation importante Toxémie de gestation (PR) Convulsions
<b>Glycosurie</b>	Glucose dans les urines >1g/l		Entérotoxémie type D Injections IV de glucose Corticoïdes exogènes Stress Pentachlorophénol Convulsions
<b>Cétonurie</b>	Corps cétoniques dans les urines		Toxémie de gestation (PR) Cétose Dénutrition, cachexie
<b>Leucocyturie</b>	Leucocytes dans les urines (pyurie microscopique)	Inflammation ou dégénérescence rénale (néphrose, néphrite) Infection ou obstruction urétérale Cystite	Mérite Vaginite Posthite Infections génitales
<b>Acidurie</b>	pH<7		Cétose Acidose Alcalose métabolique Anorexie
<b>Alcalinurie</b>	pH>8	Infection bactérienne	Alcalose métabolique
<b>Bilirubinurie</b>	Bilirubine dans les urines > 2 à 4mg/l		Atteinte hépatique Obstruction du canal cholédoque (calcul biliaire, abcès, néoplasme)

### I. 3) Analyses d'urine au laboratoire

#### I. 3. a) **Sédiment urinaire**

L'analyse du sédiment urinaire est intéressante lors de troubles de la miction ou d'anomalies à la bandelette [263]. Toutefois, lors d'urines alcalines, les résultats peuvent être décevants car les cellules et les cylindres s'y décomposent rapidement [98]. Lors d'analyse

effectuée sur échantillon frais, on peut mettre en évidence des cristaux par examen entre lame et lamelle, et des cylindres, des hématies, des leucocytes et des bactéries après étalement sur lame et coloration [98].

### **I. 3. b) Bactériologie urinaire**

Elle se réalise de préférence sur l'urine obtenue par sondage, sinon sur l'urine de milieu de miction [98]. L'urine est mise en culture, et un antibiogramme peut préciser les possibilités thérapeutiques [51]. Une numération des bactéries supérieure à 100000 germes par millilitre indique une infection urinaire. Entre 10000 et 100000 bactéries par millilitre le résultat est douteux, en dessous de 10000 bactéries par millilitre on attribue le résultat à une contamination du prélèvement [98].

### **I. 3. c) Biochimie urinaire**

Après centrifugation, des analyses biochimiques intéressantes peuvent être réalisées sur l'urine. En effet, la plus grande partie de l'activité de la GGT (ou GGT) dans l'urine a pour origine la bordure en brosse luminale des cellules épithéliales du tube contourné proximal. C'est pourquoi la GGT urinaire est censée être une mesure utile du fonctionnement des cellules épithéliales tubulaires proximales. Normalement, suite au turnover normal des cellules épithéliales, l'activité urinaire de la GGT est basse. Une activité élevée de la GGT résulte d'une augmentation dans la fréquence de destruction des cellules épithéliales tubulaires proximales. Cette mesure a donc deux avantages : elle permet d'abord d'évaluer l'évolution d'une lésion rénale sur les tubules puisque l'activité de la GGT n'augmente que lors de la phase active de destruction des cellules épithéliales du tube proximal, ensuite elle peut servir à évaluer les lésions rénales avant que les signes de dysfonctionnement rénal ne se manifestent [278].

## **I. 4) Analyses hématologiques**

### **I. 4. a) Biochimie sanguine**

L'altération des fonctions rénales entraîne une augmentation des concentrations sériques en urée et créatinine et une modification des concentrations de différents ions. Ces modifications découlent du métabolisme rénal particulier à chacun de ces ions et sont résumées en Tableau 11. L'urée et la créatinine sériques sont de bons indicateurs de la filtration glomérulaire chez les bovins [51]. L'urée est plus souvent utilisée car son augmentation est très prononcée lors de maladie rénale. Cependant son interprétation dépend d'une production normale d'urée, qu'elle soit le produit du catabolisme des protéines de l'alimentation ou des protéines tissulaires [219].

Il convient toutefois de rappeler que les modifications biochimiques n'apparaissent que lorsque 75% des néphrons sont atteints et donc la sensibilité de tels tests reste faible. Cependant le suivi de l'urée et de la créatinine sériques peut être intéressant pour évaluer la réponse à un traitement [51].



**Tableau 11** : Valeurs de référence et modifications biochimiques sanguines lors de troubles rénaux (d'après [51] [98] [232])

Paramètre biochimique	Norme chez les bovins	Norme chez les ovins	Modification lors de troubles rénaux
<b>Urée</b>	3,0 – 8,3 mmol/l 0,10 – 0,20 g/l	1,9 – 5,8 mmol/l	Augmentation
<b>Créatinine</b>	40 – 80 µmol/l 5 – 20 mg/l	40 – 80 µmol/l	Augmentation
<b>Calcium</b>	2,10 – 2,70 mmol/l	2,32 – 2,67 mmol/l	Diminution
<b>Phosphore</b>	1,46 – 2,83 mmol/l	1,16 – 2,87 mmol/l	Augmentation
<b>Magnésium</b>	0,85 – 1,20 mmol/l	0,71 – 1,22 mmol/l	Augmentation
<b>Sodium</b>	134 – 139 mmol/l	150 mmol/l	Diminution
<b>Potassium</b>	3,7 – 5,4 mmol/l	4,9 mmol/l	Diminution ou augmentation
<b>Chlore</b>	91 – 103 mmol/l	108 mmol/l	Diminution
<b>Protéines totales</b>	70 – 94 g/l	63,9 – 93 g/l	Variable
<b>Albumine</b>	34 – 43 g/l	31,8 – 46, 2 g/l	Normal ou diminution
<b>Fibrinogène</b>	2,4 – 7,4 g/l		Normal ou augmentation

Lors d'affection rénale, les modifications électrolytiques observées sont donc une alcalose métabolique, une hypocalcémie, une hyperphosphatémie, une hypermagnésémie, une hyponatrémie, une hypokaliémie et une hypochlorémie.

L'hypochlorémie est constante et attribuée à un iléus fonctionnel provoquant la séquestration du chlore dans le tube digestif [98] [263]. L'équilibre anionique est maintenu en remplaçant le chlore par des ions bicarbonates dans le compartiment extracellulaire, d'où l'alcalose. Cette alcalose entraîne la sortie d'ions hydrogène à partir des cellules en échange d'un ion potassium. Le potassium est principalement fourni par l'alimentation, donc l'anorexie engendrée par l'atteinte rénale peut contribuer à l'installation de l'hypokaliémie. De plus l'hyponatrémie est contrée par l'aldostérone qui entraîne la sécrétion de potassium dans la salive en échange de sodium, qui sera absorbé préférentiellement à partir de l'intestin. L'hypokaliémie, bien que contestée par certains auteurs [232], s'explique donc par la contribution de nombreux facteurs [98] [263].

L'hypocalcémie est très fréquente lors d'insuffisance rénale chez les bovins. Elle est due en partie à un défaut d'apport alimentaire à cause de l'anorexie, et à l'antagonisme qui lie le calcium au phosphore. Mais l'absorption intestinale du calcium peut être due à une hydroxylation anormale du 25-hydroxycholécalférol en 25-dihydroxycholécalférol, ce qui défavorise l'absorption intestinale du calcium et la synthèse de la protéine intestinale de fixation du calcium [98] [263].

L'hyperphosphatémie résulte de la diminution de la filtration glomérulaire et de l'élimination rénale du phosphore. Toutefois le rôle du rein dans le métabolisme du phosphore est réduit, puisque la principale voie d'excrétion du phosphore est la salive [267]. On peut donc supposer que l'anorexie réduise l'excrétion de phosphore. De plus, le calcium s'oppose à l'absorption intestinale du phosphore. L'hypocalcémie pourrait donc être responsable d'une plus importante absorption intestinale de phosphore.

L'hyponatrémie est fréquente mais inconstante. Elle se comprend difficilement du fait de l'adaptation des ruminants à conserver le sodium [98].

La magnésémie est en partie régulée par le rein par la réabsorption tubulaire. Une hypermagnésémie lors d'insuffisance rénale primaire peut avoir une bonne valeur pronostique [98].

#### **I. 4. b) Numération-Formule sanguine et protéines totales**

Les modifications de la formule sanguine dépendent de l'affection à l'origine du trouble. Ainsi, lors de cystite ou de pyélonéphrite, on constate une leucocytose neutrophilique. La concentration en fibrinogène peut être normale ou augmentée. Lors d'insuffisance rénale chronique, causée par une amyloïdose par exemple, on note une anémie arégénérative liée une baisse de la production d'érythropoïétine par le rein. L'hématurie enzootique peut se caractériser par une thrombocytopénie [51].

La concentration plasmatique en albumine est diminuée en cas d'atteinte rénale avec perte de protéines (glomérulopathies, amyloïdose), même si la concentration en protéines peut être normale. Les protéines totales peuvent être augmentées par un état de déshydratation (augmentation relative) ou par l'augmentation de la concentration en fibrinogène (augmentation absolue) [98].

#### **I. 5) Epreuves fonctionnelles rénales**

Les tests de clairance glomérulaire et de fonction tubulaire à l'aide de la clairance de l'inuline, de l'acide hippurique et de la créatinine endogène ont été abordés plus haut (voir 0. Nous avons vu que le protocole nécessaire à la réalisation de ces tests les rend peu pratiques chez les bovins [219]. Toutefois, les épreuves fonctionnelles rénales restent d'un grand intérêt pour évaluer la fonction rénale puisqu'elles montrent des résultats altérés plus précocement que la mesure de l'urémie ou de la créatinémie. En effet, ces deux valeurs nécessitent la perte de plus des deux tiers des néphrons fonctionnels [98], ou encore une diminution de 50% du DFG [219] pour être augmentées.

Plusieurs auteurs proposent donc d'utiliser l'épreuve à la phénolsulfophtaléine (PSP ou rouge phénol) chez les bovins [98] [219]. La clairance de la PSP ne dépend pas de la quantité de colorant administrée, ni du volume plasmatique, ni du poids vif de l'animal [219].

Ce test bénéficie d'une technique simple, réalisable sur le terrain. Il s'agit d'injecter rapidement 80 à 100 ml d'une solution à 0,6% de PSP en intraveineuse, puis de prélever deux échantillons de 5 ml de sang sur tube à EDTA 5 et 10 minutes après l'injection. La concentration en PSP dans chaque échantillon est mesurée par photométrie [98]. Les deux valeurs permettent de calculer la pente de la fonction linéaire d'élimination du colorant à partir du volume plasmatique et donc d'en déduire la demi-vie biologique du produit [219]. La demi-vie biologique moyenne de la PSP est de 24,5 minutes [219] (entre 20 et 25 minutes [98]). Lorsque la fonction rénale est altérée, elle varie entre 26 et 75 minutes [98].

Un protocole simplifié de cette technique consiste à injecter 0,4mg/kg de PSP en intraveineuse et à mesurer la concentration plasmatique en PSP au bout de 30 minutes. La valeur normale est de 50µg/dl, elle double en cas d'insuffisance rénale.

## I. 6) Imagerie du tractus urinaire

### I. 6. a) **Echographie de l'appareil urinaire**

#### ▪ Indications

L'échographie rénale est indiquée dans le diagnostic de l'hydronéphrose, de la lithiase rénale (ou urétérale [80]), de l'hypertrophie, l'atrophie et l'aplasie rénales [98]. Avant de réaliser une néphrectomie unilatérale, la vérification de l'intégrité structurelle du rein controlatéral peut être réalisée à l'aide de l'échographie [106].

#### ▪ Mode opératoire

L'échographie du rein droit se fait à travers la paroi abdominale [106]. Elle se réalise dans le creux du flanc droit, en arrière de la dernière côte et sous les processus transverses des vertèbres lombaires [179], entre les processus transverses des deux dernières vertèbres thoraciques et des trois premières vertèbres lombaires, et en région dorsale du dernier espace intercostal [240]. Une sonde échographique linéaire, sectorielle ou convexe de 3,5 [56] à 5 MHz doit être utilisée [240]. Pour visualiser les deux reins depuis l'extérieur de la cavité abdominale, une sonde de 2,5 à 5 MHz est nécessaire en raison de leur grande profondeur, mais la résolution de l'image s'en trouve affaiblie. Les structures intestinales ainsi que le tissu adipeux périrénal peuvent gêner l'obtention d'images correctes [99].

La peau doit être tondue ras, mouillée, et du gel échographique doit être appliqué [240].

Le rein gauche est mieux visualisé par échographie transrectale [106], avec une sonde linéaire de 5,5 MHz [99] à 7,5 MHz [56].

Chez les veaux ou les petits ruminants, on utilise une sonde linéaire, sectorielle ou convexe de 5 MHz. L'échographie des deux reins se fait par voie transcutanée [240]. Chez le veau le rein gauche est observé par le creux du flanc gauche et le rein droit par le creux du flanc droit [240].

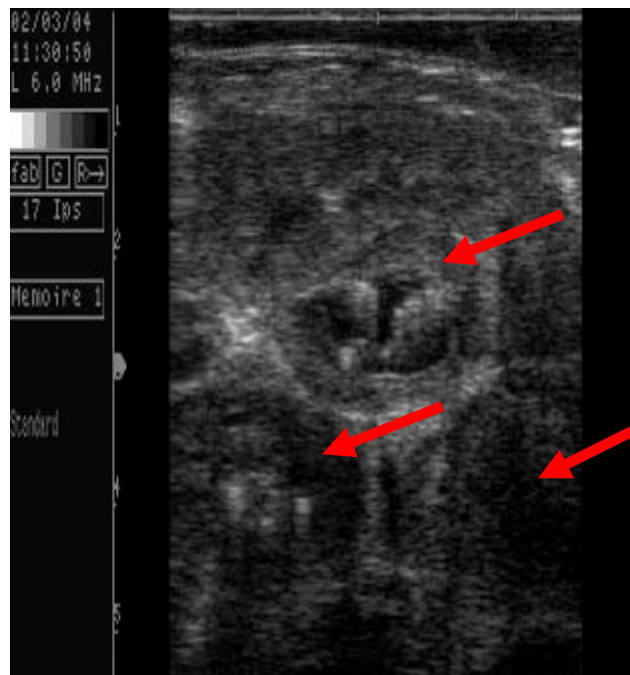
#### ▪ Aspect normal et variations pathologiques

Chaque structure rénale dispose d'une échogénicité propre, ce qui permet de distinguer les différentes parties du rein [240]. Le cortex est hyperéchogène par rapport à la médulla. Le sinus rénal contraste par son hyperéchogénicité. La lobation rénale est facilement reconnaissable. L'uretère n'est pas visible chez un sujet sain. L'artère et la veine rénales et l'uretère ne sont pas différenciable sans doppler [240].

Lors de **pyélonéphrite** (Photo 35), le système collecteur rénal est dilaté. Le rein est hypertrophié lors de maladie aiguë [179], il est au contraire petit et de forme irrégulière lors de maladie chronique [106]. Les lobes rénaux hypertrophiés peuvent être difficiles à voir en entier. La paroi des lobules est très fine et hyperéchogène. Le cortex ne se distingue pas de la médulla [179]. Il peut être aminci [240]. Les calices sont dilatés par un liquide avec des particules hyperéchogènes en suspension [12] [46] [106] [179]. Des kystes rénaux peuvent être mis en évidence [46].

Photo 35 : Image échographique d'un rein gauche de bovin atteint de pyélonéphrite (cliché : ENVA)

*Les calices rénaux sont dilatés par du pus qui apparaît comme un contenu hétérogène (flèches).*



Lors d'**urolithiase**, du matériel hyperéchogène peut être vu dans le système collecteur rénal et le rein peut être hypertrophié [45] [106]. Lors d'urolithiase chronique (évolution de plus de 24 heures) l'évaluation échographique des reins est conseillée [106]. La mise en évidence d'une hydronéphrose sévère avec perte de visualisation du tissu cortical dans les deux reins indique un pronostic défavorable pour la restauration d'une fonction rénale correcte [106].

Lors d'**hydronéphrose**, le cortex rénal est aminci mais d'échogénicité normale. La médulla et les calices sont distendus mais bien délimités et anéchogènes [56]. Les calices peuvent être très dilatés, sans papille normale visualisable [124]. Le rein peut être hypertrophié. Du liquide (anéchogène) peut être accumulé entre le parenchyme cortical et la capsule rénale [240]. Lors de rupture rénale, le rein est entouré d'un liquide anéchogène confiné à l'espace rétropéritonéal [124].

Lors de tumeur, d'abcès ou de kyste, l'échographie met en évidence une masse anormale au sein du parenchyme rénal. Lors d'œdème rénal, l'échogénicité du rein est diminuée. Elle est augmentée lors de fibrose ou de calcification rénale [240].

## I. 6. b) Radiographie

La capacité à voir les éléments du tractus urinaire sur des clichés radiographiques de l'abdomen est limitée par la présence des autres viscères [106]. La radiographie ne peut s'appliquer qu'aux petits ruminants ou aux animaux jeunes avec un appareil à rayons X de pratique courante [140]. Elle peut se réaliser avec ou sans produit de contraste. Chez les moutons non tondus, l'artéfact de l'air créé par la laine peut gêner la visualisation des structures [140].

Les techniques standards d'urographie intraveineuse peuvent être utilisées si nécessaire pour examiner le système urinaire [106]. Comme pour les autres espèces, le praticien utilise des produits de contraste iodés en injection intraveineuse. La dose de produit de contraste à injecter est de 800mg d'iode par kilogramme de poids vif. La filtration glomérulaire résulte en une opacification de l'urine. Cette filtration est rapide et le rein et l'uretère sont visibles au bout de 3 à 5 minutes. Idéalement, les clichés radiographiques sont pris immédiatement après l'injection du bolus de produit de contraste suivant une séquence de clichés jusqu'à voir apparaître les anomalies. Un cliché de face accompagné d'un cliché de profil sont souhaitables, mais un cliché de profil peut suffire.

### **I. 6. c) Cystoscopie**

#### ▪ Indications

La cystoscopie est particulièrement indiquée pour examiner la muqueuse vésicale, dans le diagnostic d'une cystite, de polypes ou de néoplasie vésicale [102].

Elle permet également de détecter la présence de calculs vésicaux. Elle permet également de visualiser séparément les ostiums urétéraux [261]. Par exemple, lors d'hématurie liée au tractus urinaire supérieur, la cystoscopie permet de déterminer si l'affection est uni- ou bilatérale [179] et quel rein est affecté [298]. Elle permet de déterminer dans le cas d'une rupture urétérale quel uretère est affecté [261]. Dans le cas de la recherche d'uretère ectopique, l'injection intraveineuse préalable de carmin d'indigo permet de mieux visualiser les orifices urétéraux par coloration bleue de l'urine [106].

#### ▪ Mode opératoire

Cet examen n'est en général praticable que chez les femelles [140]. Il peut se réaliser chez les mâles par un orifice d'urétrotomie. Chez les vaches, l'urètre est assez large pour pouvoir utiliser du matériel destiné à l'examen du tractus digestif ou respiratoire. Un endoscope rigide de 40 cm de long et 4 mm de diamètre peut être utilisé [102]. Un cystoscope souple est néanmoins requis pour pénétrer dans les uretères sans les léser [140].

L'examen est réalisable sans anesthésie ni sédation [102]. Suite à un nettoyage et une désinfection de la région urogénitale, l'endoscope est introduit dans la vessie comme une sonde urinaire. Pour permettre une bonne visualisation de la muqueuse, la vessie doit être vidée par miction spontanée. Cette miction peut être provoquée par le rinçage à l'aide de 0,5 à 1 litre d'eau distillée et l'insufflation d'air. L'examen endoscopique permet de relever toutes les spécificités de la muqueuse vésicale (couleur, texture, éclat, vascularisation) [102].

A la cystoscopie, une vessie normale est de couleur blanche à jaune, lisse et a une surface brillante. Des plis de muqueuse sont visibles d'autant plus que la vessie est vide. Les vaisseaux sanguins ne sont pas visibles. Toute modification de cet aspect conduit à un diagnostic de cystite [102].

## I. 7) Biopsie rénale

### I. 7. a) **Indications**

Les indications de la biopsie du cortex rénal regroupent les insuffisances rénales aiguës pour lesquelles la cause n'a pas pu être déterminée par l'anamnèse, l'examen clinique ou les résultats de laboratoire, ainsi que les maladies à l'origine d'une protéinurie [211]. Ainsi, la biopsie peut s'avérer utile dans le diagnostic de la nécrose tubulaire toxique aiguë [80], mais son indication la plus importante est la distinction entre glomérulonéphrite et amyloïdose lors de syndrome néphrotique [80] [267]. La biopsie rénale peut fournir des informations pronostiques [315].

Le prélèvement de tissu rénal cortical peut aussi servir à mesurer les résidus de médicaments dans la carcasse avant l'abattage de l'animal [57].

### I. 7. b) **Modes opératoires**

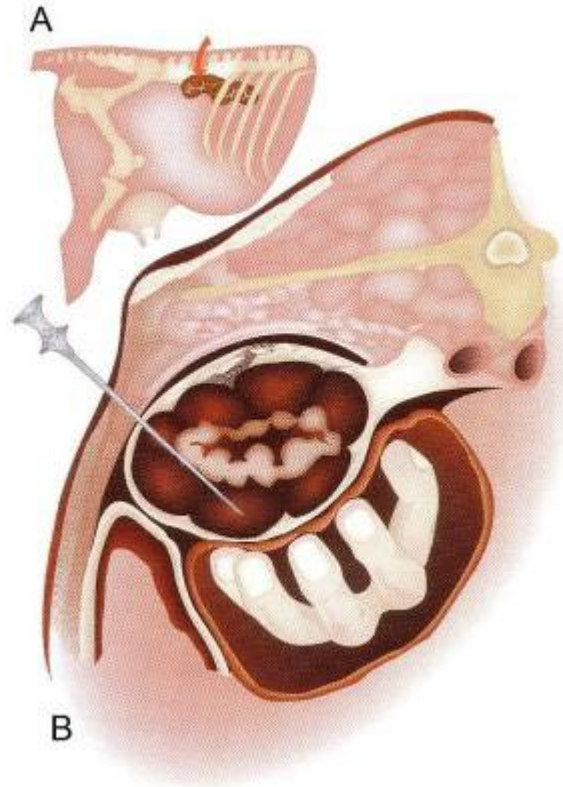
- Technique classique

L'animal est contenu debout de manière à ce qu'il soit correctement immobilisé [315] [98]. Un examen clinique complet et la recherche préalable de troubles de la coagulation sont nécessaires. Une anesthésie épidurale est réalisée au moyen de l'injection de 5 à 7 ml de xylocaïne 2%. Le creux du flanc droit est tondu. Il est préparé chirurgicalement. Une anesthésie locale à la xylocaïne est réalisée au centre de la fosse paralombaire. Une courte incision est pratiquée. Par voie rectale, le rein gauche est repéré et déplacé vers le creux du flanc droit. Il est plaqué contre la paroi abdominale et ainsi immobilisé par un aide opératoire (Figure 37). Une aiguille de Vim-Silverman ou Tru-cut<sup>®</sup> manuelle (ou Bard<sup>®</sup> Magum<sup>®</sup> montée sur un pistolet automatique [240]) est introduite dans l'incision cutanée et à travers la paroi abdominale. L'aiguille est poussée et retirée rapidement dans le parenchyme rénal pour obtenir un bon échantillon en évitant les lésions. L'artère et la veine rénales doivent être soigneusement évitées. Au minimum deux prélèvements doivent être réalisés. Ils sont placés dans du formol. Une légère hématurie pendant 24 à 48 heures et des hématomes sous capsulaires peuvent être des complications mineures de l'intervention.

Une variante de cette technique consiste à remplacer le maintien du rein par voie transrectale par une laparoscopie permettant de visualiser le rein. Contrairement à la technique décrite ci-dessous, c'est toujours une aiguille à biopsie qui sert à prélever l'échantillon [315].

Figure 37 : Positionnement du rein gauche contre la paroi abdominale droite lors de la biopsie transcutanée (d'après [240])

A : Localisation du rein dans la cavité abdominale (flèche), vue latérale droite ; B : Maintien du rein gauche contre la paroi abdominale droite par un aide opératoire, et biopsie à l'aiguille de type Vim Silverman.



La palpation transrectale du rein droit n'est pas possible donc une autre technique doit être utilisée pour en effectuer la biopsie [315].

- Biopsie par laparotomie

Le rein droit ne pouvant pas être palpé par voie transrectale, Baird [315] propose d'effectuer une laparotomie pour la réaliser. Le rein est abordé comme pour la néphrectomie (voir III. 3. a). Il est palpé d'une main dans la cavité abdominale, et la biopsie est réalisée soit en introduisant l'aiguille à biopsie par l'incision abdominale dans le rein, soit en réalisant une petite incision au niveau du rein, permettant une biopsie transcutanée de l'organe maintenu en place.

- Biopsie écho-guidée

L'utilisation de l'échographie se justifie par la survenue de complications graves lors de biopsie de la médulla rénale, liées à la présence de l'artère et de la veine rénales [211]. Une hématurie microscopique ou macroscopique, l'obstruction du bassinet rénal par des caillots de sang engendrant une hydronéphrose ou encore une hémorragie sévère rénale, sous-capsulaire ou périrénale à l'origine d'un choc hémorragique peuvent résulter d'une biopsie de la médulla rénale. Mohamed et Oikawa [211] ont travaillé à mettre au point une technique de biopsie du rein droit sous guidage échographique. Le rein droit présente l'avantage par rapport au rein

gauche de se trouver près de la paroi abdominale, ce qui le rend accessible à l'examen échographique transcutané.

Après avoir contrôlé la numération plaquettaire, le temps de prothrombine et le temps de thromboplastine partielle activée, le protocole suivi est le suivant [211]. Les animaux sont sédatisés avec de la xylazine (0,07 mg/kg de poids vif en intraveineuse) et une anesthésie locale par infiltration d'hydrochlorure de procaine à 2% est réalisée. De l'alcool est versé sur la peau rasée et le rein droit est visualisé avec une sonde linéaire de 3,5 MHz. Le rein droit est repéré dans le douzième espace intercostal, ou dans le flanc droit. Le site de biopsie est repéré. Une antiseptie de la peau est pratiquée. Avant la biopsie, une petite incision (1 cm de long [106]) est réalisée à la lame froide dans la peau et la paroi abdominale juste à côté de la sonde. Une aiguille à biopsie médullaire de 14G sur 150 mm de long est introduite dans les tissus sous contrôle échographique. L'aiguille est avancée jusqu'à atteindre la capsule rénale. L'aiguille est orientée obliquement (tangentielle à la sonde [315]) pour ne prélever que du cortex rénal et ne pas risquer de toucher la médulla ou les vaisseaux. Lorsque la position semble correcte, le mandrin est retiré et l'aiguille est enfoncée sur 1 cm dans le cortex rénal. Puis l'ensemble est retiré. L'opération dure entre 15 et 35 minutes.

Les complications de cette technique ont été évaluées deux heures et pendant 9 jours après l'intervention, par des examens sanguins quotidiens et l'autopsie [211]. Les auteurs n'ont jamais observé d'hématurie macroscopique. Un hématome sous capsulaire de moins de 2 cm de diamètre a été observé chez 6 des 25 animaux opérés. Les auteurs concluent que cette technique est sûre, rapide, économique et pratique.

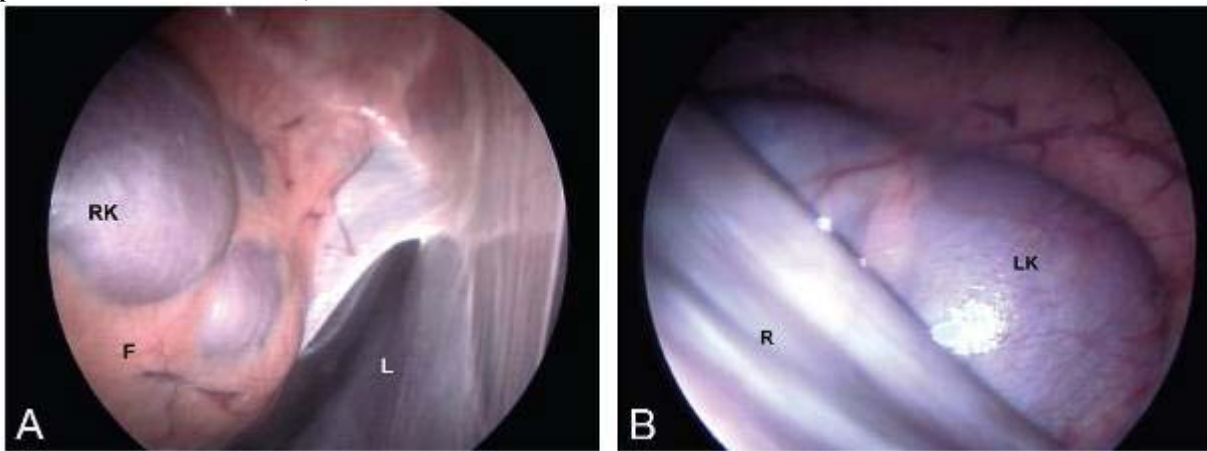
- Biopsie par laparoscopie

Chiesa *et al.* [57] ont cherché à développer cette technique pour qu'elle puisse être réalisée en série dans un troupeau de taurillons. Le protocole a été réalisé sur dix taurillons Holstein de 10 à 12 mois d'âge. Il est conseillé de contrôler la fonction de coagulation avant la procédure. Les animaux subissent une diète hydrique de 24 heures avant l'intervention. Chaque animal est contenu dans un travail. Une injection intramusculaire d'acépromazine à 0,025 mg/kg est suivie de la pose d'un cathéter jugulaire pour l'injection de 0,005 à 0,01 mg/kg de xylazine et 0,01 à 0,02 mg/kg de butorphanol. Les fosses paralombaires droite et gauche sont rasées, nettoyées et préparées aseptiquement. A mi-chemin entre le tuber coxae et la dernière côte une anesthésie locale est réalisée avec de la lidocaïne à 2% au niveau des deux sites d'incision. Le premier site se localise 10 cm ventralement aux muscles longs du dos, et 10 cm dorsalement au deuxième site. Une incision de 2 cm est réalisée à chaque site puis les muscles de la paroi abdominale sont disséqués de manière à permettre le passage des trocarts et canules de laparoscopie. En 2009, les auteurs décrivent une technique ne nécessitant qu'une seule incision [58]. Le péritoine est insufflé avec du dioxyde de carbone. Le laparoscope est introduit par le trocart dorsal. Une fois que les reins sont repérés (Photo 36), les instruments chirurgicaux sont introduits par l'incision ventrale.



Photo 36 : Vues laparoscopiques des reins (d'après [57])

A : rein droit, par abord paralombaire droit. La structure lobulée est facilement identifiable (F : tissu adipeux périrénal, L : foie) ; B : Rein gauche, par abord paralombaire gauche (R : paroi dorsale du rumen)



La capsule rénale est disséquée en croix aux ciseaux. La biopsie est ensuite réalisée en introduisant la pince à biopsie au niveau de la croix. Un à quatre échantillons sont prélevés, le but étant d'avoir un échantillon de taille suffisante de cortex et pas uniquement de la graisse périrénale. L'hémostase est réalisée au besoin, les hémorragies étant fréquentes mais le plus souvent minimales à modérées. Les instruments et les canules sont retirés et les incisions sont suturées. La méthode est jugée facile par les auteurs dans la plupart des cas. Le temps écoulé entre l'introduction de laparoscope et le retrait des instruments est en moyenne de 15 minutes (20 minutes du côté droit et 12 minutes du côté gauche).

Les complications constatées [57] sont l'introduction d'une canule de laparoscopie dans le rumen, la création d'adhérences et l'hémorragie interne. Elles sont peu fréquentes. L'autopsie révèle un épaississement de l'omentum et des adhérences entre le cortex rénal et la capsule.

En 2009, Chiesa *et al.* [59] ont étudié la possibilité de réaliser la biopsie sous laparoscopie isobare, c'est-à-dire sans insufflation de gaz dans la cavité péritonéale. Cette étude est justifiée par le fait que l'augmentation de pression dans la cavité péritonéale provoque de l'inconfort, de l'agitation et entraîne le décubitus chez les vaches opérées debout.

La préparation de l'animal est similaire à la technique précédente [59]. Une seule incision de 2 cm est réalisée. Le trocart est introduit à droite perpendiculairement à la paroi puis en tournant, de manière à le diriger légèrement crânialement avec un angle de 45° avec la paroi abdominale. Le rein droit est visualisé dans le cadran supérieur droit de l'abdomen. Le rein gauche est abordé par la gauche selon un procédé similaire. La collecte des échantillons de cortex rénal ne diffère pas de la méthode précédente, les instruments sont introduits par la même canule que l'endoscope. Aucune complication n'a été observée. Les auteurs concluent de cette étude que la laparoscopie isobare avec un point d'entrée unique est une technique utilisable, car fiable et efficace, pour les biopsies de rein bovin en position debout.