

II. Anatomie du tractus urinaire

II. 1) Reins

II. 1. a) **Caractéristiques physiques**

Chez les ruminants, ils sont de couleur brun chocolat et de consistance ferme et élastique [30].

II. 1. b) **Topographie**

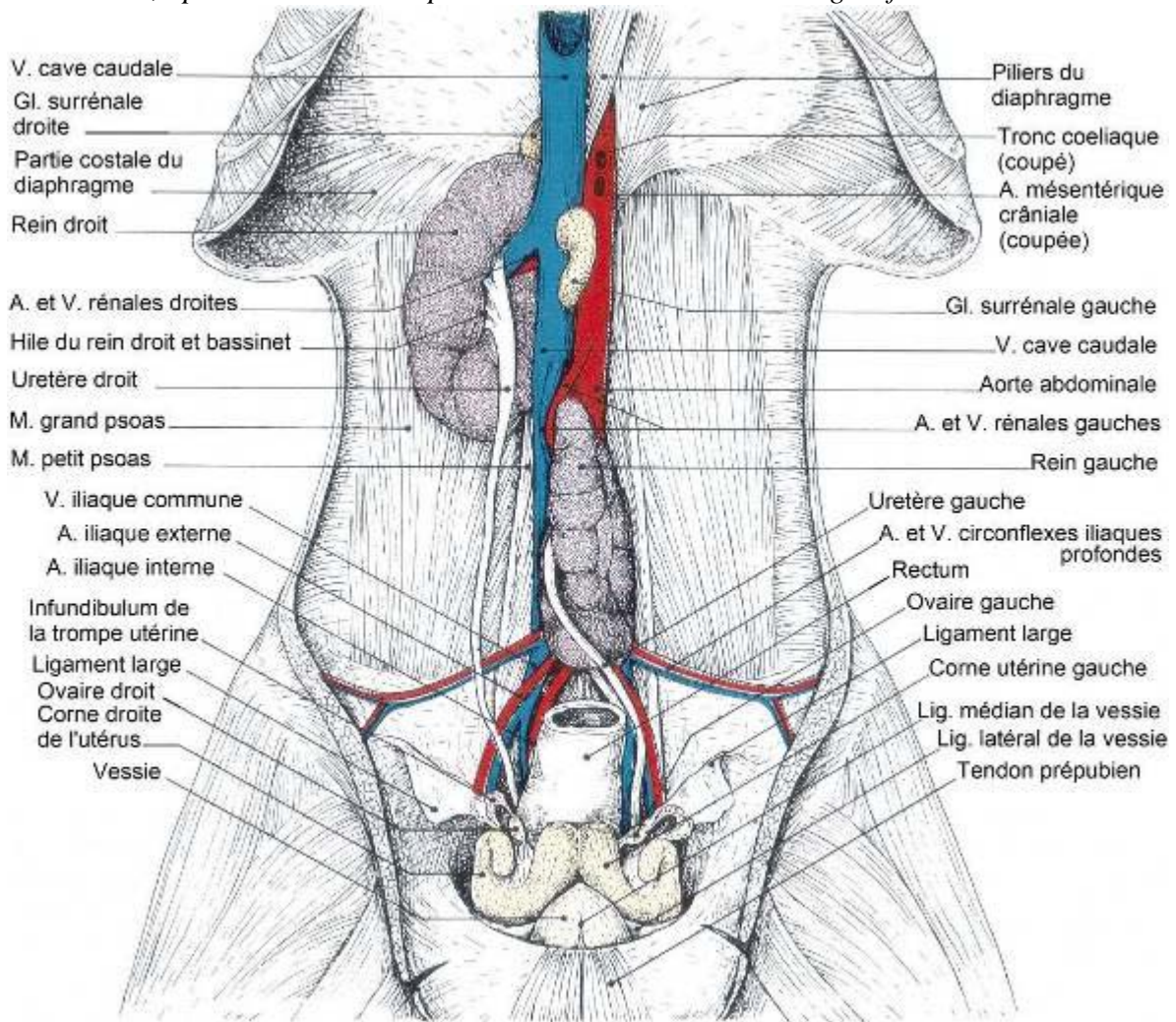
Les reins sont localisés en partie dorsale de l'abdomen, de part et d'autre de l'aorte et de la veine cave caudale, ventralement aux premières vertèbres lombaires [101] [315] (Figure 6). Les reins sont dits **rétopéritonéaux**, car ils sont en dehors de la cavité péritonéale. A la différence d'autres organes, cette position leur confère une meilleure attache à la paroi abdominale, au moyen de fascias, de vaisseaux et de péritoine [101] [242].

Le rein droit est plus crânial que le gauche [315]. Chez les bovins il se situe en regard de la dernière côte et des trois premiers processus transverses lombaires, qu'il ne déborde pas latéralement. Ses rapports sont : dorsalement la bordure du diaphragme et les muscles psoas, ventralement le lobe droit du pancréas, le côlon et le caecum, médialement la veine cave caudale et la glande surrénale gauche, crânialement il est en contact étroit avec le lobe caudé du foie (Figure 6) [30] [88].

Le rein gauche est plus mobile que le droit. Il est plus pendulaire et plus caudal chez les ruminants que dans toute autre espèce [315]. Chez les ruminants, les pré-estomacs le poussent caudalement et vers la droite, et il se situe alors sur la ligne médiane de l'animal, ou même plus à droite, surtout quand le rumen est plein [101] [315]. Il flotte au bord d'un méso épais [315] qui s'insère le long de l'aorte et repose sur le bord dorsal du rumen [88]. Il se situe une dizaine de centimètres sous les deuxième à cinquième vertèbres lombaires, à droite du plan médian, ventro-médialement au rein droit. Il repose sur la paroi droite du sac dorsal du rumen. Il est en rapport avec les anses intestinales du côté opposé au rumen [101] [315].

Les reins des petits ruminants sont relativement plus courts : le rein droit s'étend de la dernière côte au deuxième processus transverse lombaire (ou sous les trois premiers processus transverses), et le rein gauche du troisième au cinquième processus transverses lombaires [30]. Ils sont entourés d'un épais tissu adipeux, qui diminue la mobilité du rein gauche due au rumen [88].

Figure 6 : Localisation des reins dans l'abdomen d'une vache (d'après [30])
Vue ventrale, après ablation de la paroi ventrale et des viscères digestifs

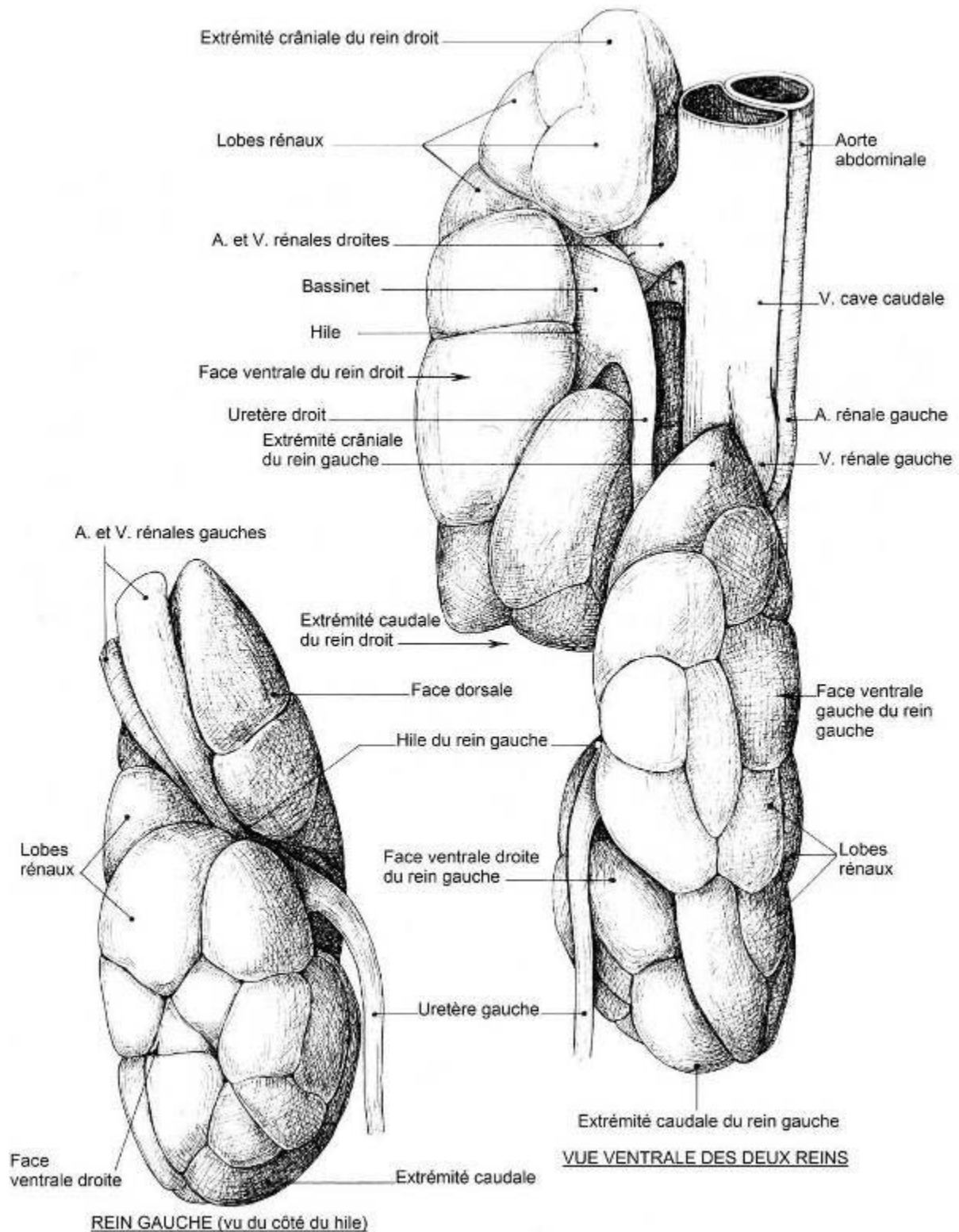


II. 1. c) Conformation extérieure

Une concavité est visible sur la face médiale du rein : le **hile** (Figure 7). C'est par cette localisation que l'artère et les nerfs pénètrent dans le rein, et que la veine, les vaisseaux lymphatiques et l'uretère en ressortent [101] [242].

Le rein est entouré d'un tissu conjonctif fibreux formant la **capsule** [315]. Celle-ci est mince et blanchâtre et se réfléchit dans le sinus rénal par le hile. En dehors de toute inflammation, la capsule rénale est facile à séparer du tissu sous jacent [30], sauf peut être au niveau du hile, où elle se mélange avec la paroi de l'uretère [88]. Elle devient adhérente à ces tissus en cas d'inflammation chronique [30].

Figure 7 : Conformation extérieure des reins des bovins (d'après [30])



En 2009, Carvalho *et al.* [54] ont étudié la conformation extérieure du rein des bovins dans le but d'en faire un modèle expérimental en urologie. Ils ont étudié trente-huit reins de bovins mâles adultes (poids moyen 480kg) de race croisée. Ils ont mesuré les reins et compté le nombre total de lobes, ainsi que le nombre de lobes du pôle crânial, du pôle caudal et de la région du hile. Les trois régions sont définies comme suit. La région du hile est la portion

définie entre deux lignes transverses imaginaires aux bords crânial et caudal du sinus rénal. Les pôles crânial et caudal sont les parties à l'extérieur de ces deux lignes, crânialement et caudalement respectivement.

La longueur totale moyenne du rein droit est de 19,3 cm, contre 18,5 cm pour le rein gauche, pour une épaisseur moyenne de 5,1 cm et 6,4 cm respectivement. La largeur de chaque rein varie en fonction de la portion étudiée de 7,8 cm à 9,0 cm pour le rein droit et de 6,9 cm à 8,7 cm pour le rein gauche [54]. Ces dimensions sont légèrement inférieures à ce qui avait été décrit auparavant [219].

Le nombre total de lobes varie de 13 à 35, avec une moyenne de 20,62 [54], qui concorde avec ce qui a été cité par d'autres auteurs [30] [219] (Figure 7). La région du hile est la plus longue, et c'est celle qui contient le plus de lobes (entre 5 et 25). Le nombre de lobes qu'elle contient augmente avec sa longueur. Concernant les deux pôles, le nombre de lobes qu'ils contiennent (0 à 9 pour le pôle crânial, 2 à 12 pour le pôle caudal) augmente avec leur épaisseur [54].

Les lobes rénaux ne correspondent pas aux lobes primitifs [88], qui sont plusieurs par lobe, d'où la différence avec le nombre de papilles [30]. La taille des lobes varie en fonction du nombre de lobes primitifs qui ont fusionné pour donner chaque lobe [315].

Le rein gauche est plus lourd que le droit. Le poids total des deux reins équivaut à $1/500^{\text{ème}}$ du poids vif de l'animal [30], ou 0,15% chacun [219] selon les auteurs, soit en moyenne 1300 grammes chez les bovins [30]. Le rein droit est aplati dorsoventralement. Il est plus arrondi crânialement et plus aplati et élargi caudalement. Le hile est médioventral. Le rein gauche a une forme pyramidale. Son extrémité caudale est plus épaisse et arrondie. Le hile est dorsal [30] [88] [219].

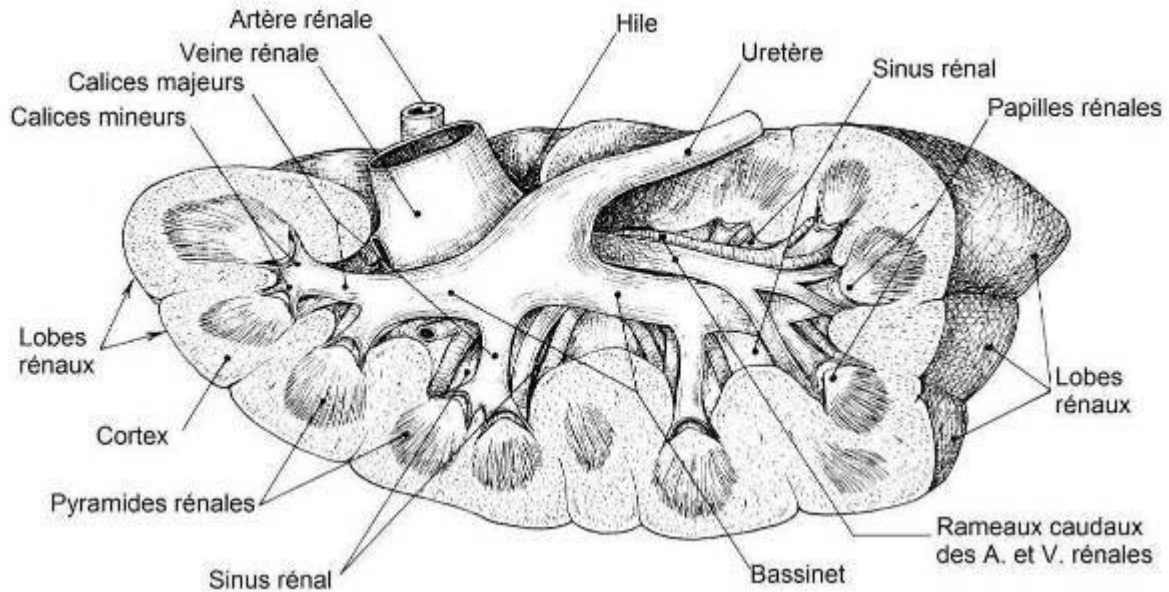
Les reins des petits ruminants sont quasiment symétriques. Ils présentent une surface lisse et une absence de lobation. Ils ressemblent à des haricots épais et courts, de forme bombée. Leurs dimensions sont 7 à 8 cm de long pour 5 cm de large et 3 à 4 cm d'épaisseur. Ils pèsent entre 120 et 150 grammes chacun [30]. Le cousin adipeux qui les entoure les protège des pressions de déformation [88].

II. 1. d) Conformation intérieure

L'uretère prend son origine dans le **bassin**et. Le bassin est contenu dans une cavité : le **sinus rénal**. Cette cavité contient également les vaisseaux et nerfs du rein, le tout emballé dans un conjonctif lâche [30]. Le bassin reçoit l'urine des tubules collecteurs. Dans le rein bovin, l'urine est récoltée dans des **calices** individuels [101] (Figure 8).

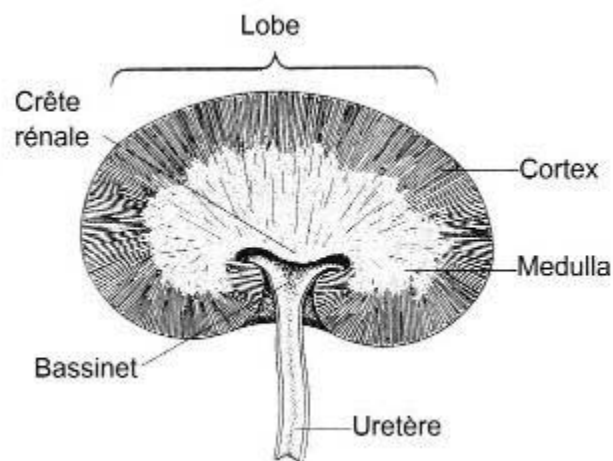
La partie du rein entourant le bassin est la **médulla**. Elle a un aspect strié du fait de la présence des nombreux tubes collecteurs et anses de Henlé orientés radialement [242]. Elle est surmontée en périphérie par le **cortex**, de couleur plus foncée [30] ou plus claire selon les auteurs [88] [315], où l'on trouve les corpuscules rénaux, qui lui confèrent un aspect granuleux. Il contient également les tubes contournés proximaux et distaux [30]. Le cortex et la médulla sont séparés par la jonction cortico-médullaire, où cheminent les vaisseaux arqués, visibles en section [88].

Figure 8 : Conformation intérieure d'un rein de bovin (d'après [30])
Le contenu du sinus rénal a été disséqué.



La médulla et le cortex ont un arrangement en lobes. Chaque lobe primitif correspond dans la médulla à une **pyramide** (pyramide de Malpighi), dont l'extrémité en direction du bassinet est la **papille** rénale. Chez les bovins, chaque papille est coiffée par un calice mineur qui se vide dans un calice majeur avant que l'urine ne rejoigne l'uretère. Chez les petits ruminants, les lobes rénaux sont fusionnés et ainsi les papilles sont regroupées en un sillon longitudinal unique : la **crête rénale** (Figure 9). On compte 12 à 16 pyramides chez le mouton, 10 chez la chèvre [30].

Figure 9 : Schéma de coupe longitudinale sagittale de rein de petit ruminant (d'après [101])



Le cortex est subdivisé en lobules. La *pars radiata* du lobule est la partie en prolongement d'une radiation médullaire dans le cortex. Elle est aussi appelée Pyramide de Ferrein. Autour de cet axe se trouve la *pars convoluta*, qui contient les corpuscules rénaux et les tubes contournés. Les parties contournées adjacentes forment le labyrinthe rénal. La couche sous capsulaire est formée de tubes flexueux : c'est le *cortex corticis* [30].

II. 1. e) Ultrastructure

L'unité fonctionnelle du rein est le néphron (Figure 11). Le nombre de néphrons est variable d'une espèce à l'autre, mais relativement constant à l'intérieur d'une même espèce animale. Ainsi, chez les bovins, on compte environ quatre millions de néphrons dans chaque rein [242].

▪ Corpuscule rénal (cortex)

Le corpuscule rénal, ou **corpuscule de Malpighi**, est constitué d'un **glomérule artériel** enveloppé d'une capsule creuse (origine du néphron) (Figure 11). Deux extrémités sont ainsi distinguées : le pôle artériel et le pôle tubulaire.

Le réseau vasculaire du glomérule est dit admirable. Il est alimenté par une **artériole afférente**, qui se divise en capillaires formant un réseau. Le réseau capillaire glomérulaire est constitué d'endothéliocytes fenêtrés. Le sang est ensuite drainé par une **artériole efférente** courte qui se divise à nouveau en un réseau capillaire péri-tubulaire. L'artériole afférente est riche en terminaisons nerveuses et participe ainsi à la régulation du débit sanguin dans le glomérule. Elle participe au **complexe juxtaglomérulaire** (Figure 10) [30].

La capsule glomérulaire, ou **capsule de Bowman**, entoure le glomérule. La lumière capsulaire, délimitée par ses parties externe et interne, est en continuité avec le tube contourné. La **partie externe** est un épithélium pavimenteux à cellules de plus en plus cubiques, qui se prolonge par celui du tube contourné. La **partie interne** de la capsule est constituée de **podocytes**, cellules possédant des prolongements cytoplasmiques primaires (cytotrabécules) et secondaires (cytopodes). Elle est séparée de l'endothélium capillaire par une membrane basale, dans laquelle sont enchâssés les cytopodes, qui s'entrecroisent de manière à former un réseau serré qui filtre les éléments plasmatiques de haut poids moléculaire [30] [307].

▪ Tube du néphron

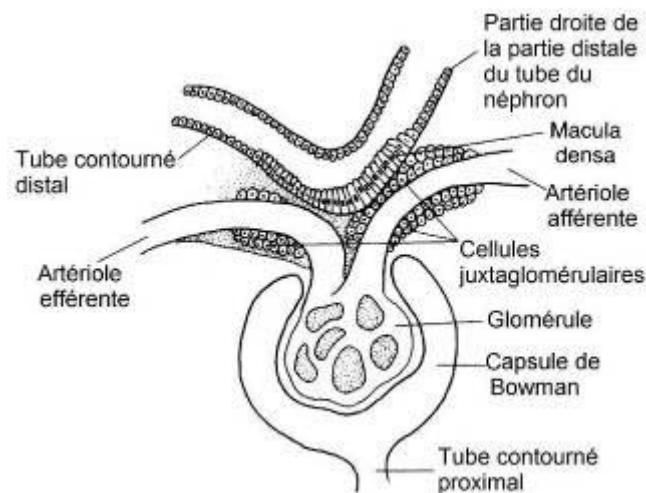
Sa partie proximale est composée d'une partie contournée et d'une partie droite. Le **tube contourné proximal** commence au pôle tubulaire du corpuscule et décrit des flexuosités centrifuges dans le cortex rénal, puis se redirige au voisinage du corpuscule. Elle y est relayée par le **tube droit proximal**, court, qui est en continuité avec l'anse du néphron dans la périphérie de la médulla. L'anse du néphron, ou **anse de Henlé**, est formée de deux segments en épingle à cheveux : la **partie descendante**, au cheminement centripète, et la **partie ascendante** (partie grêle puis partie large) qui retourne vers le cortex où elle est prolongée par la partie droite du segment distal du néphron [30] [242]. La partie large et la partie grêle de la branche ascendante de l'anse de Henlé diffèrent par leurs cellules épithéliales et non par le diamètre de la lumière qu'elles délimitent [242].

Il est intéressant de noter que les corpuscules proches de la jonction cortico-médullaire ont une anse de Henlé longue qui atteint presque la papille, alors que l'anse des corpuscules périphériques reste superficielle dans le parenchyme médullaire. On distingue ainsi les néphrons juxtamédullaires et les néphrons corticaux (ou corticomédullaires), respectivement [4] [242]. Les néphrons juxtamédullaires sont ceux qui développent et maintiennent le gradient osmotique entre la partie interne et la partie externe de la médulla [242].

Le **tube roit distal** chemine parallèlement au tube droit proximal vers le glomérule. Elle s'achève à proximité du pôle vasculaire du corpuscule, contre l'artériole afférente (Figure 10). Au niveau de cette surface de contact, les cellules deviennent plus hautes, étroites et serrées, riches en fines granulations et pourvues d'un noyau petit, voisin du pôle apical : c'est la **macula densa**.

L'**appareil juxtaglomérulaire** est le triangle formé par l'extrémité du tube droit distal et les artérioles afférente et efférente (Figure 10) [30]. Des cellules particulières y participent : les cellules de la **macula densa** sur le tube du néphron et les **cellules juxtaglomérulaires** sur les artérioles afférente et efférente, qui pénètrent plus ou moins dans le glomérule et sont en continuité avec le mésangium, et les cellules mésangiales extraglomérulaires granuleuses, qui sont des cellules juxtaglomérulaires spécialisées dans la production de rénine [307].

Figure 10 : Appareil juxtaglomérulaire (d'après [101])

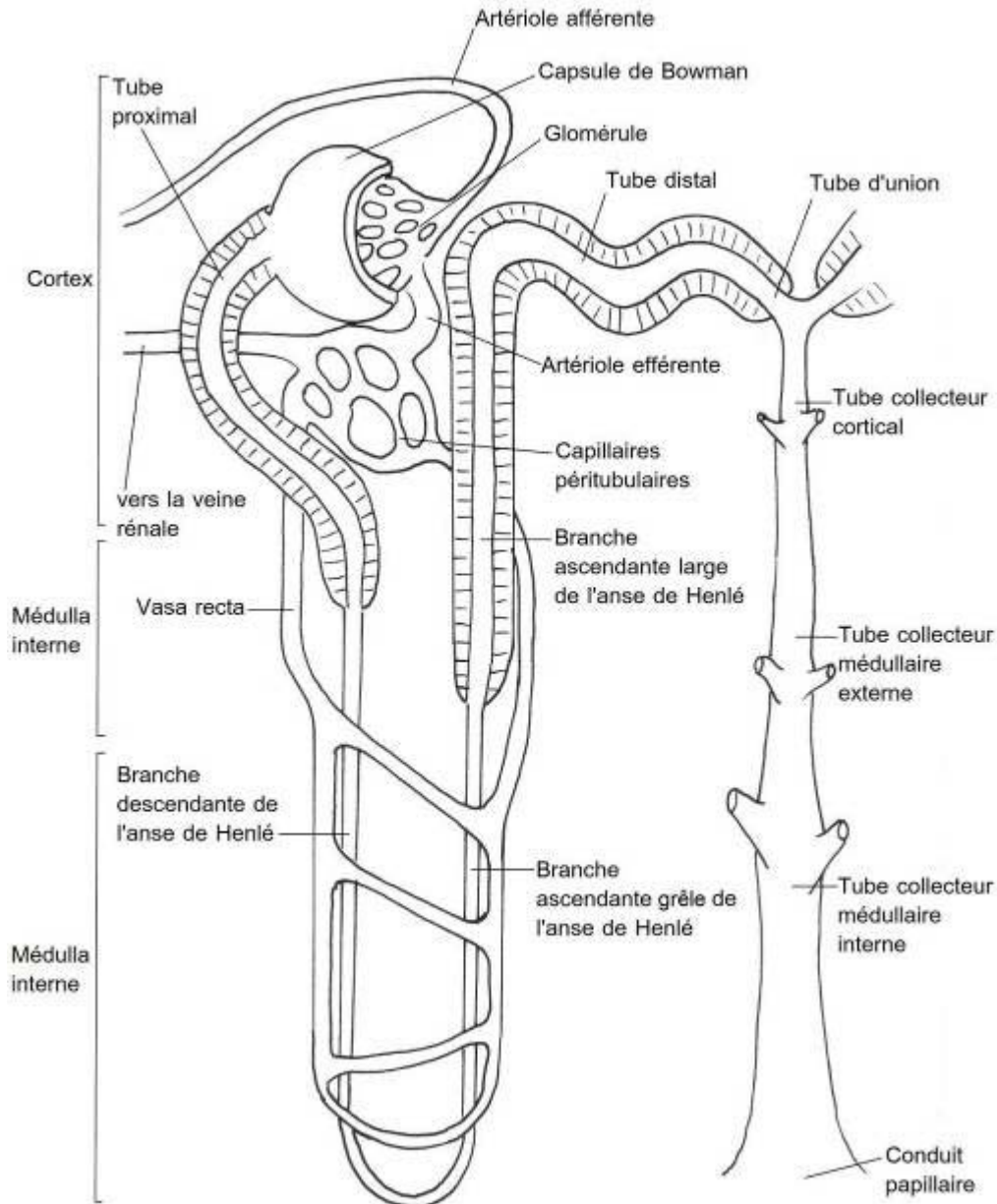


Le tube droit distal est poursuivi par le **tube contourné distal** qui forme des circonvolutions centrifuges. Un **tube d'union** le relie au tube collecteur [30].

- Tubes collecteurs

Le tube d'union est en continuité avec un **tube arqué** (ou tube collecteur cortical) qui s'incurve en profondeur dans la partie radiée du cortex. Les tubes arqués fusionnent, et une vingtaine de ces tubes donnent un **tube collecteur** médullaire. Le tube collecteur traverse la médulla jusqu'à sa couche interne, où il fusionne avec d'autres tubes droits pour donner le **conduit papillaire**, qui s'abouche à la **papille** [30].

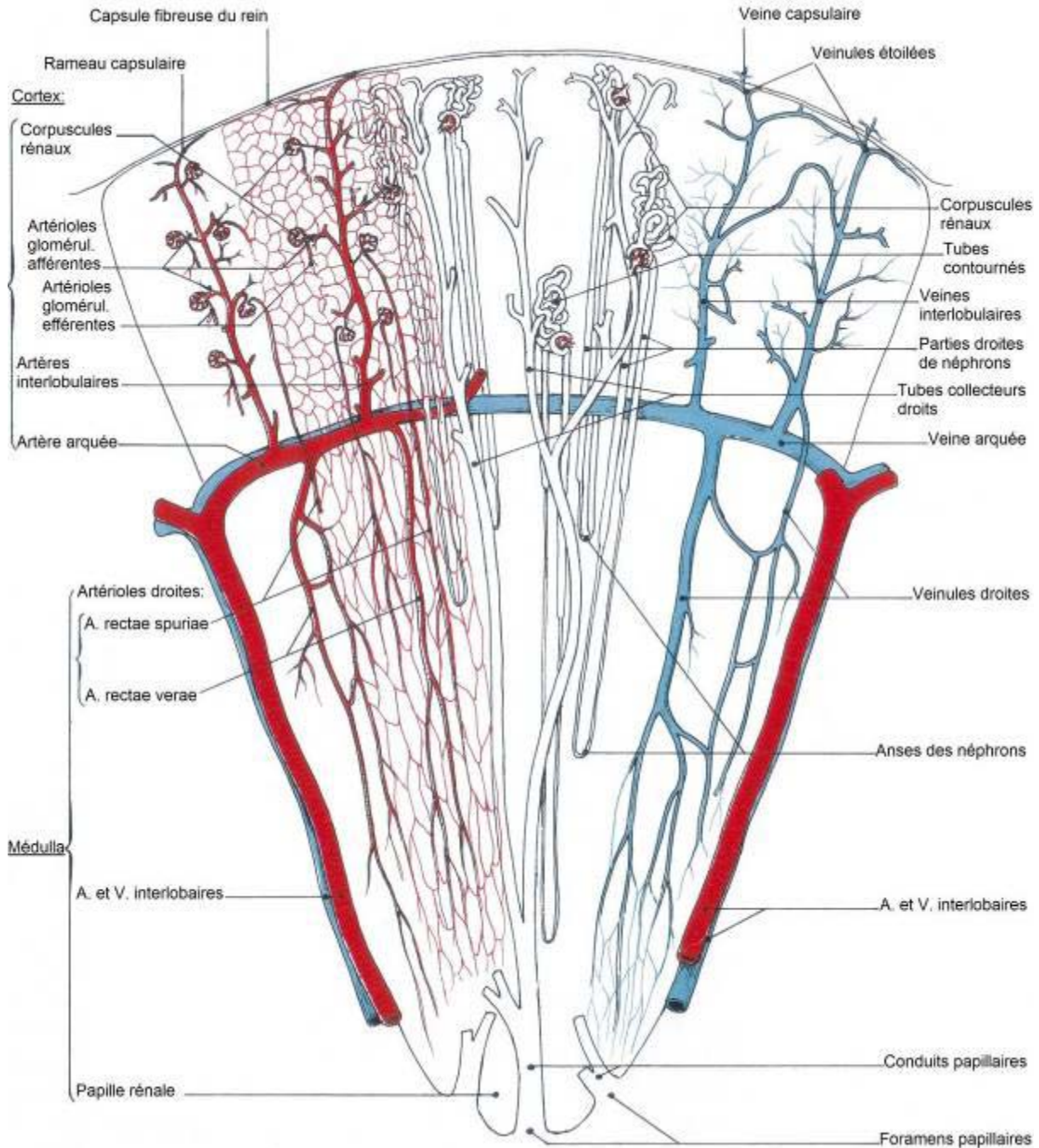
Figure 11 : Schéma de l'organisation d'un néphron juxtamédullaire (d'après [28] [242])



II. 1. f) Vascularisation et innervation

La connaissance de la vascularisation rénale est importante pour comprendre certaines maladies rénales, et surtout pour réaliser des interventions comme une néphrectomie partielle ou segmentaire [5]. La vascularisation rénale est extrêmement développée (Figure 12). A chaque systole cardiaque, les reins sont traversés par le quart du volume sanguin éjecté [4] [30] [101] [307]. Ce volume remarquable qui traverse les reins indique leur importance dans la régulation de l'hémostase [315]. La majorité du sang (environ 90%) qui entre dans le rein irrigue le tissu cortical. C'est en effet dans cette zone que se trouve la plus grande partie des néphrons [4].

Figure 12 : Schéma de la vascularisation du rein (d'après [30])



■ Artères

Plusieurs techniques ont été employées pour étudier la vascularisation rénale. En 1987, Jain et Singh [152] ont injecté un produit de contraste radio-opaque à base d'oxyde de cuivre rouge liquide, par l'aorte pour six veaux, et par la veine cave caudale pour six autres veaux. Les reins ont ensuite été extraits avec les troncs vasculaires, et ont été radiographiés.

Afin d'étudier le réseau artériel rénal, Aksoy *et al.* [5] ont quant à eux réalisé en 2004 un moulage des artères et artérioles de reins prélevés sur cinq moutons, après qu'Aslan et Nazli [23] ont fait de même sur des reins de dix chèvres adultes et dix moutons de Morkaraman en 2001. Le procédé utilisé est un moulage par corrosion et consiste à injecter un

mélange de monométhyl-méthacrylate et polyméthyl-méthacrylate (takilon) dans le réseau artériel préalablement lavé à la saline, à laisser le mélange polymériser à température ambiante pendant 24 heures, puis à digérer les tissus avec de l'hydroxyde de potassium à 60°C (30°C selon [23]) pendant 24 à 48 heures et enfin à rincer à l'eau courante [5]. Les moulages obtenus sont visibles en Figure 13 et Figure 14.

Figure 13 : Moulages par corrosion obtenus chez le mouton : vues dorsales (d'après [5])
 A : Réseau artériel rénal droit ; B : Réseau artériel rénal gauche.

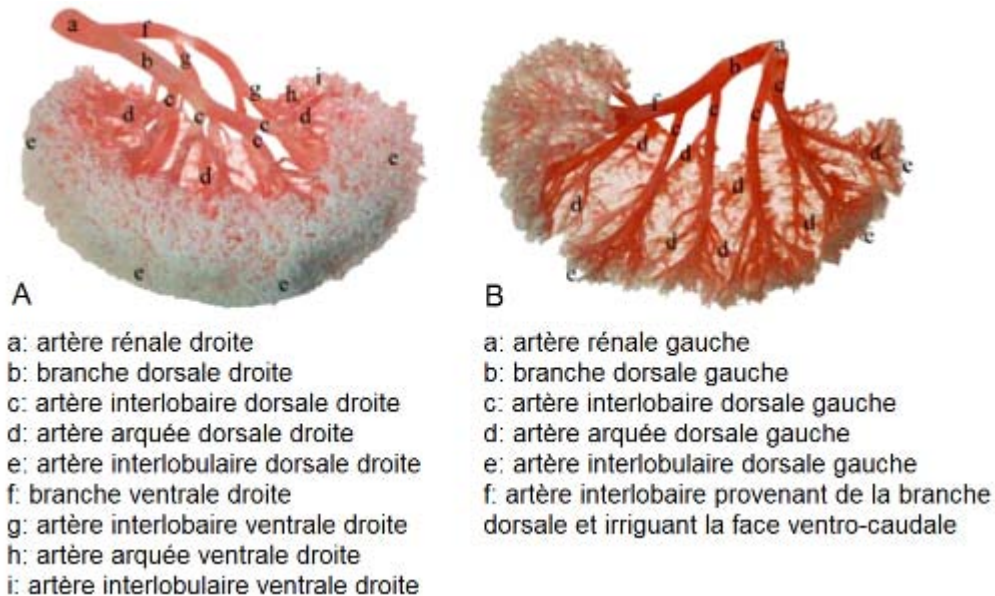
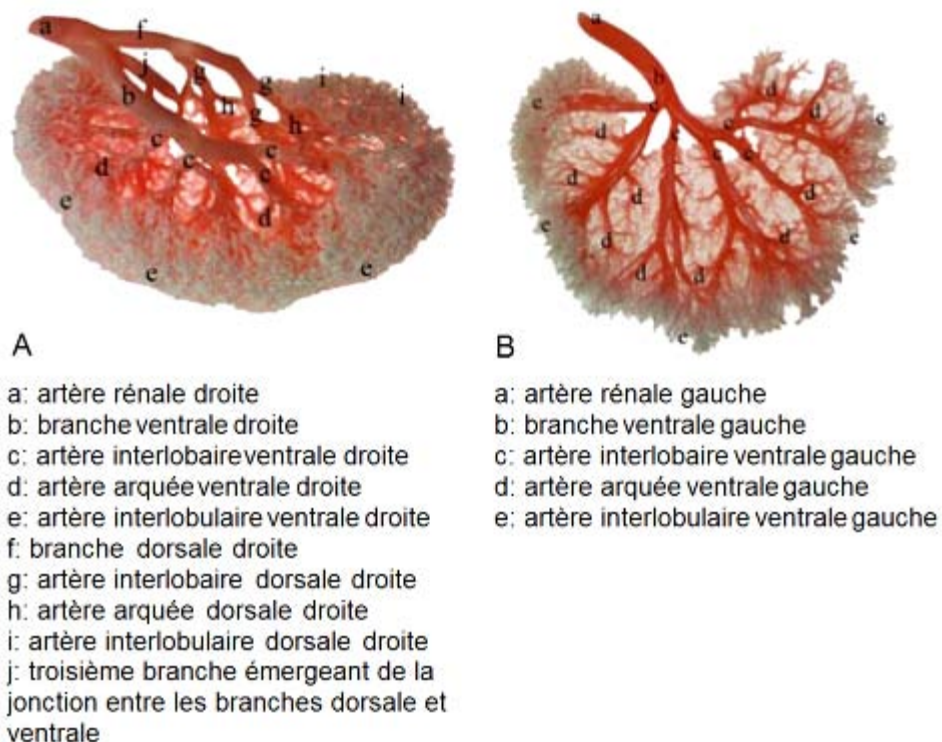


Figure 14 : Moulages par corrosion obtenus chez le mouton : vues ventrales (d'après [5])
 A : Réseau artériel rénal droit ; B : Réseau artériel rénal gauche



Chaque rein reçoit une **artère rénale** provenant chacune d'un côté de l'**aorte abdominale** [5], au niveau de la deuxième vertèbre lombaire [152]. Selon Aksoy, ceci est en accord avec ce qui a été rapporté le plus souvent dans la littérature, mais diffère de ce que Ghoshal avait constaté en 1975 : il avait remarqué que les artères rénales émergeaient de la face ventrale de l'aorte [5]. L'artère rénale droite prend son origine plus crânialement que la gauche, et est plus longue [5] [152]. Chacune des artères rénales se divise en une branche dorsale et une branche ventrale avant de pénétrer dans le rein par le hile [5] [23] [152]. La branche dorsale de l'artère rénale droite se divise ensuite en trois à cinq artères interlobaires, la branche ventrale en donne quatre à six. La branche dorsale gauche émet trois à six artères interlobaires, tandis que la branche ventrale en émet trois à quatre [5] (Figure 13, Figure 14). Dans l'étude d'Aslan et Nazli [23], la branche dorsale donne en moyenne 4,95 artères interlobaires et la branche ventrale en donne en moyenne 4,55 chez le mouton. Chez la chèvre, la branche dorsale donne en moyenne 4,95 artères interlobaires, contre 5,10 pour la branche ventrale.

Chaque artère interlobaire chemine entre deux pyramides de Malpighi jusqu'à la jonction cortico-médullaire [30]. Arrivée à cette jonction, elle se ramifie en **artères arquées**, qui s'infléchissent et cheminent le long de la base des pyramides rénales [23] [152] (Figure 12).

Du côté du cortex, l'artère arquée donne les **artères interlobulaires**, qui se divisent une ou plusieurs fois dans la partie contournée du cortex. Certaines cheminent jusqu'à la surface du rein et y donnent les **rameaux capsulaires**. Les artères interlobulaires donnent naissance aux **artérioles glomérulaires afférentes**. Les artérioles afférentes peuvent émettre des ramifications qui se dirigent directement vers le réseau vasculaire pérítubulaire. Les **artérioles glomérulaires efférentes** de la partie superficielle du cortex alimentent surtout le **réseau capillaire pérítubulaire** de la partie contournée [242], tandis que celles du cortex profond plongent dans la médulla en longeant les tubes collecteurs et forment les **artérioles droites** (*arteriolae rectae spuriae*) [30]. La médulla reçoit deux sortes d'artérioles droites : les *arteriolae rectae spuriae*, et les *arteriolae rectae verae*, qui proviennent directement des artères arquées [30]. Les capillaires des réseaux pérítubulaires des néphrons juxtamédullaires plongent en suivant les tubes de l'anse et forment les **vasa recta** [242].

Au cours des études d'Aksoy *et al.* [5] et d'Aslan et Nazli [23], aucune anastomose n'a été mise en évidence entre les premières subdivisions des artères rénales, contrairement aux résultats d'autres auteurs. Quelques particularités non décrites auparavant ont été mises en évidence sur certains reins, notamment la présence d'une troisième branche émergeant de l'artère rénale droite d'un rein étudié, au niveau de la bifurcation entre branche dorsale et branche ventrale [5] [23]. Cette troisième branche irrigue la face dorsale du rein droit [5]. Les auteurs ont également constaté sur un rein qu'une artère interlobaire dorsale gauche irriguait la face ventrale du rein, où l'artère interlobaire ventrale était manquante [5]. Ceci avait déjà été décrit chez une chèvre et un mouton [23] où une artère émergeant de la branche ventrale irriguait la partie dorsale du rein. Aslan et Nazli [23] ont montré l'existence d'anastomoses entre des rameaux dorsaux et ventraux chez un mouton.

▪ Veines

Le réseau veineux rénal est riche en anastomoses, notamment entre les veines interlobulaires et entre les veines arquées [152].

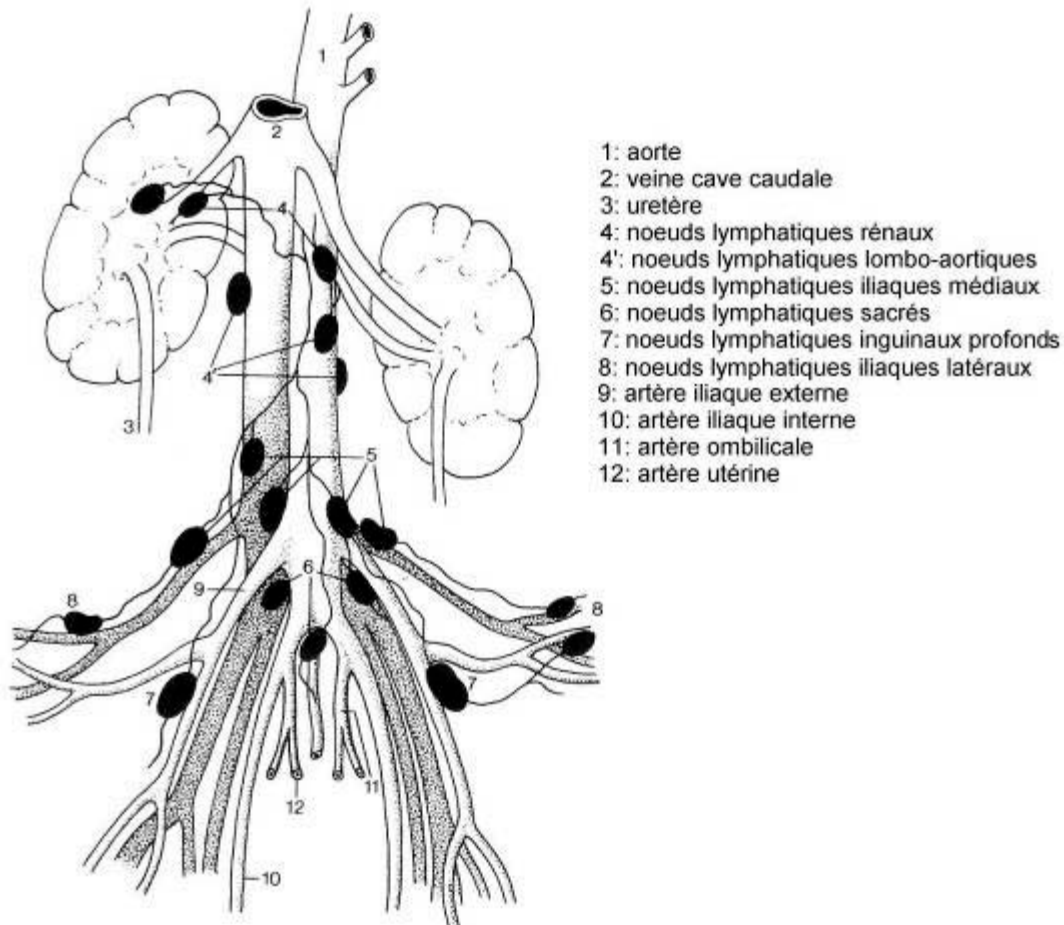
Un réseau sous capsulaire est alimenté par le réseau périrubulaire. Il est drainé par des groupes de **veinules étoilées**, qui convergent sous la capsule fibreuse et donnent naissance aux **veines interlobulaires**. Les veines interlobulaires plongent vers la jonction cortico-médullaire, où elles rejoignent les **veines arquées**, après avoir au passage drainé les réseaux périrubulaires. Les veines arquées drainent les réseaux périrubulaires restants. Les **veinules droites** drainent les artérioles droites médullaires jusqu'aux veines arquées [30].

Les veines arquées se rejoignent en **veines interlobaires**, à la base de la médulla [152]. Elles sont plus grosses que les artères correspondantes et parallèles à celles-ci [30]. Elles drainent les veinules au cours de leur trajet médullaire [152]. Les veines interlobaires convergent dans le sinus en plusieurs vaisseaux de gros diamètre qui se réunissent pour former deux veines lobaires (crâniale et caudale), satellites des artères lobaires, qui se joignent à leur tour pour donner la **veine rénale** [152]. La veine rénale quitte le rein par le hile et rejoint la **veine cave caudale** [30] [88].

▪ Vaisseaux lymphatiques

Les vaisseaux lymphatiques superficiels drainent le péritoine, la capsule adipeuse, la capsule fibreuse et la partie adjacente du cortex vers les nœuds lymphatiques rénaux, lombo-aortiques, parfois coeliaques voire iliaques médiaux ou latéraux (Figure 15). Les vaisseaux lymphatiques profonds drainent le parenchyme via le hile vers les nœuds lymphatiques rénaux et lombo-aortiques [30]. Les nœuds lymphatiques sont ensuite drainés par le tronc lymphatique lombaire [88].

Figure 15 : Nœuds lymphatiques associés à la partie caudale de l'aorte abdominale et à la veine cave caudale chez les bovins, vue ventrale (d'après [88])



▪ Innervation

L'innervation rénale concerne les vaisseaux sanguins et les tubules rénaux. Elle est principalement assurée par les systèmes sympathique et parasympathique, surtout issus du plexus coélique. Quelques nerfs splanchniques et hypogastriques semblent y participer [30].

Les nerfs suivent l'artère et la veine rénales en échangeant des fibres et formant le plexus rénal, qui pénètre dans le rein par le hile. Les neurones sont surtout adrénériques vaso-moteurs, et concernent en particulier les artères [30] [242].

II. 2) Bassin

Sa paroi comporte trois tuniques, parmi lesquelles la muqueuse domine nettement. Il est bordé par un épithélium transitionnel [30].

Selon les auteurs, la présence [30] ou l'absence [88] [101] [140] [199] [315] d'un bassin rénal chez les bovins est discutée du fait de son étroitesse. Il prend l'apparence de deux conduits (un crânial et un caudal) qui se divisent en cinq ou six calices majeurs, qui reçoivent l'urine de deux à quatre calices mineurs qui coiffent chacun une papille rénale [30] [315]. Le bassin des petits ruminants présente de profonds récessus qui s'enfoncent entre les pyramides avec les vaisseaux [30].

II. 3) Uretère

Il transporte l'urine du bassin au trigone vésical, près du col de la vessie [30] [242]. Il chemine contre la paroi lombaire puis contre celle du bassin, en région rétro-péritonéale [315].

L'uretère droit des ruminants a un parcours classique. L'uretère gauche est émis dorsalement et à droite et passe donc d'abord au dessus du rein gauche pour rejoindre le côté gauche de la cavité abdominale, et chemine ensuite dans son méso rénal jusqu'au bassin [30].

Il s'agit d'un tube musculéux, avec deux couches de fibres musculaires longitudinales externe et interne qui entourent une couche de fibres musculaires circulaires. Il subit des ondes de contractions péristaltiques qui dirigent l'urine vers la vessie [30] [315]. L'innervation végétative de l'uretère provient des plexus rénal, mésentérique caudal et hypogastrique [30]. La stimulation de l'innervation parasympathique active ces contractions péristaltiques, tandis que la stimulation de l'innervation sympathique les ralentit [315]. Une douleur au niveau d'un uretère peut activer le réflexe urétéro-rénal, qui engendre une constriction via le système sympathique des artérioles rénales du rein ipsilatéral, réduisant la production d'urine par ce rein [315].

La paroi urétérale est faite de trois tuniques (adventice, musculéuse et muqueuse) [315]. Son irrigation artérielle est assurée par l'artère urétérique crâniale (en provenance de l'artère rénale), l'artère urétérique moyenne (fournie par la partie initiale de l'artère utérine ou testiculaire), et l'artère urétérique caudale (en provenance de l'artère vaginale ou prostatique). Les veines ont un trajet similaire à celui des artères. Les vaisseaux lymphatiques rejoignent les nœuds lymphatiques rénaux, lombo-aortiques et iliaques médiaux [30].

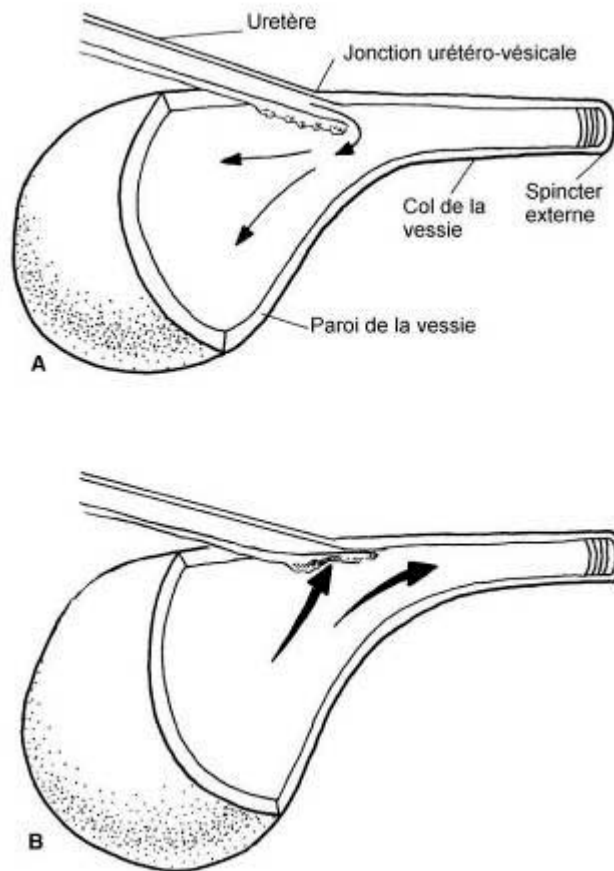
A sa terminaison, l'uretère traverse obliquement la musculéuse vésicale puis chemine entre la musculéuse et la muqueuse avant de traverser celle-ci : c'est la **jonction urétéro-**

vésicale [242]. Ceci limite le reflux de la vessie vers l'uretère lorsque celle-ci est pleine (Figure 16) [140] [315]. Lorsqu'il traverse la musculuse son diamètre interne se rétrécit, pouvant mener à la rétention de calculs. L'orifice terminal de l'uretère dans la vessie est l'**ostium urétérique**, bordé crânialement par un repli de muqueuse qui empêche également le reflux d'urine vers l'uretère [30].

Figure 16 : Schéma de la jonction urétéro-vésicale (d'après [242])

A : L'urine est transportée du bassin à la vessie par les contractions péristaltiques de l'uretère, et entre dans la vessie à la jonction urétéro-vésicale.

B : Lors de la miction, l'urine est dirigée vers l'urètre à travers le col de la vessie. L'urine ne retourne pas dans l'uretère car la jonction urétéro-vésicale est fermée par la pression hydrostatique de l'urine associée à la contraction du muscle détroisor.



II. 4) Vessie

Il s'agit d'un réservoir musculo-membraneux très distensible, servant à l'accumulation de l'urine entre deux mictions. Sa taille, sa position et son aspect extérieur varient avec son état de réplétion [30]. Lorsqu'elle est vide, la vessie est un organe piriforme situé sur le plancher du bassin qui a une paroi épaisse et ridée. Celle-ci s'amincit au fur et à mesure que la vessie se remplit.

Son gros pôle, crânial, aveugle, est l'**apex**. Il présente la cicatrice de l'ouraqué et les reliquats des artères ombilicales. La partie la plus caudale est le **fundus**, prolongé par le **col**,

lui-même abouché à l'urètre. Entre l'apex et le fundus se situe le **corps** de la vessie [30] [315].

Le **trigone vésical** est un triangle délimité crânialement par les ostiums urétériques et caudalement par l'ostium interne de l'urètre. Les plis urétériques, qui prolongent les colonnes urétériques (élévation de muqueuse au niveau du cheminement sous muqueux des uretères), encadrent ce trigone [30] et se prolongent par la crête urétrale. La crête urétrale se termine caudalement au niveau du colliculus séminal [315].

La vessie est un organe rétropéritonéal. Elle est encadrée par les culs de sac péritonéaux vésico-génital et vésico-pubien. Le péritoine donne également trois ligaments : un médian et deux latéraux. Le ligament médian relie la face ventrale de l'apex et du corps à la symphyse pubienne et à la paroi abdominale, tandis que les ligaments latéraux, vestiges des mésos des artères ombilicales, relie la vessie aux parois latérales du bassin [30]. Les artères ombilicales dégénérées persistent pour former les **ligaments ronds**, apparaissant sous la forme de renflements au bord crânial des ligaments latéraux de la vessie [140] [315].

La paroi vésicale comprend trois tuniques. La musculuse, ou **muscle détrusor** [242], est constituée de trois couches de fibres musculaires lisses orientées longitudinalement (couches superficielle et profonde) et circulairement (couche intermédiaire). La couche circulaire concourt à former le **sphincter interne** au niveau du col [30] [315], en se mélangeant à une grande quantité de tissu élastique [242]. Le détrusor se contracte durant la miction, et se relâche, tout en restant tonique, durant le remplissage de la vessie [315]. Le sphincter, à l'inverse, se relâche pendant la miction et se contracte pendant le remplissage de la vessie [315]. La sortie d'urine de la vessie entre les mictions est empêchée par la contraction du sphincter externe (voir infra) et par la tension passive des tissus élastiques sur le col de la vessie. Lors de la miction, le sphincter externe se relâche et le détrusor se contracte. La contraction du détrusor ouvre le col de la vessie en entonnoir. Cette contraction ne force pas seulement la vidange de l'urine vers l'urètre, mais, en raison de l'arrangement des fibres musculaires, elle élargit la partie proximale de l'urètre [242].

La muqueuse est pâle, jaune rosée. Elle se détache facilement de la musculuse, sauf au niveau du trigone où elle est très adhérente. Sa propria est formée de nombreuses fibres élastiques, qui lui permettent de se plisser lorsque la vessie est vide. L'**épithélium** qui la recouvre est **de type transitionnel** [242] : une assise de cellules basales, cubiques ou hautes, repose sur une vitrée extrêmement mince, et au dessus viennent quatre à huit (trois à six [223]) rangées de cellules polyédriques claires, à gros noyau central, dont la forme varie selon l'état réplétion de la vessie [30]. Lorsque la vessie est vide, les cellules sont empilées les unes sur les autres, prenant une apparence d'épithélium stratifié. Lors du remplissage de la vessie, une transition opère de manière à ce que l'empilement donne lieu à une stratification épithéliale plus fine [242].

La vessie reçoit ses artères de l'artère prostatique ou de l'artère vaginale. Elle reçoit des rameaux accessoires des artères ombilicales, obturatrices, honteuses internes. Un plexus se forme sous le péritoine ou dans l'adventice et émet des rameaux qui pénètrent jusqu'à la muqueuse pour former un autre réseau qui fournit les capillaires sous épithéliaux. Les veines partent d'un réseau muqueux, et drainent la musculuse en la traversant. Elles rejoignent le plexus veineux de la région uréthro-prostatique ou du vagin et de la vulve [30].

Les vaisseaux lymphatiques forment un réseau sous muqueux et un réseau sous séreux. Ils rejoignent les nœuds lymphatiques ilio-pelviens et lombo-aortiques [30].

La vessie reçoit une innervation parasympathique du centre sacré par les nerfs pelviens, et une innervation sympathique du centre dorso lombaire par les nerfs hypogastriques. Le système nerveux parasympathique provoque la contraction du détrusor, tandis que le système orthosympathique entraîne son relâchement [239] [268].

La capacité de la vessie des bovins est de 2 à 3 litres (3 à 5 litres selon Hofmeyr [140]). Elle s'étend crânialement au pubis et est basculée dans l'abdomen lorsqu'elle est pleine. Elle est presque entièrement recouverte par le péritoine. Son ligament médian est court et les ligaments latéraux s'étendent assez crânialement vers l'apex [30].

II. 5) Urètre

Il prend son origine au col de la vessie au niveau de l'ostium interne et se termine par l'ostium externe ou méat urinaire. L'urètre pelvien s'étend du col de la vessie le long du plancher du canal pelvien jusqu'à l'arcade ischiatique. Dans les deux sexes, l'urètre pelvien est entouré d'un **sphincter externe** de muscle strié squelettique, le muscle urétral, qui permet à l'animal d'exercer un contrôle volontaire [30] et qui marque la limite fonctionnelle entre la vessie et l'urètre [242]. Sa paroi est constituée comme celle de la vessie [30].

II. 5. a) **Chez la femelle**

L'urètre de la vache mesure 11 à 15 cm. L'urètre de la brebis mesure 4 à 5 cm de long, celui de la chèvre mesure 1 cm de plus. Il s'ouvre sur le plancher du vestibule après un trajet ventral au vestibule. La paroi ventrale de l'urètre présente à proximité du méat (1 à 2cm) un diverticule suburétral, profond de 2 à 3 cm chez la vache, formé par une profonde dépression de la muqueuse. Il peut gêner le cathétérisme des voies urinaires [30].

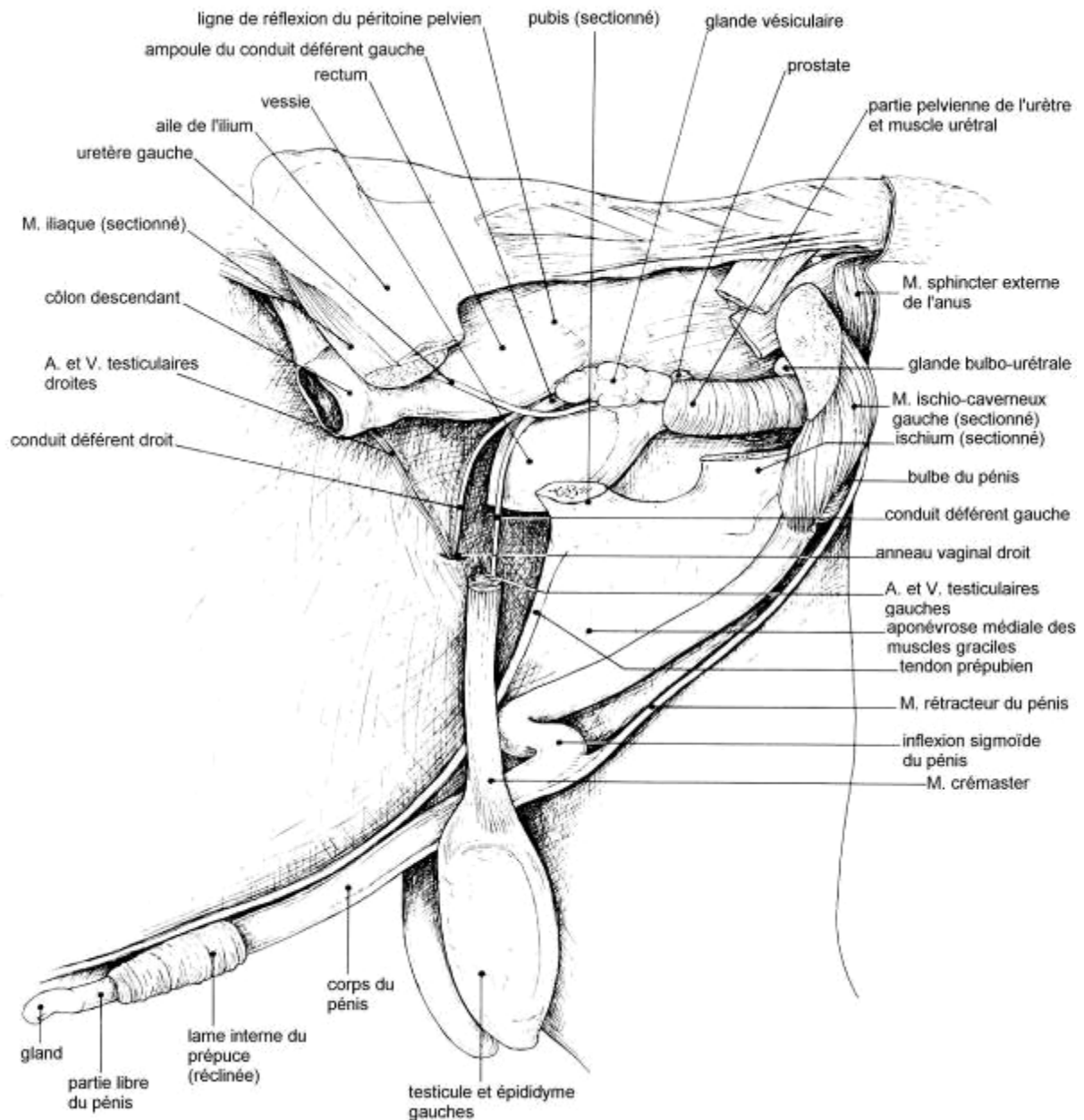
La paroi urétrale de la femelle est constituée d'une musculature en deux couches (une longitudinale externe et une circulaire profonde). La muqueuse est semblable à celle de la vessie. Les vaisseaux forment entre la muqueuse et la musculature une couche caverneuse dont l'importance augmente à l'approche de l'ostium externe. Un épithélium transitionnel recouvre l'urètre, il devient ensuite stratifié et pavimenteux à proximité de l'ostium externe. Des glandes et des lacunes urétrales sont identifiées. Les vaisseaux et les nerfs l'irriguant sont de même origine que ceux du col de la vessie et de la partie adjacente du vagin [30].

II. 5. b) **Chez le mâle**

L'urètre reçoit le conduit déférent et les canaux des glandes sexuelles accessoires au niveau du colliculus séminal, situé sous la prostate, et passe ensuite dans le pénis en devenant l'urètre pelvien, puis pénien [30]. La partie urétrale située entre l'ostium interne et le colliculus séminal est l'urètre pré-prostatique, qui ne conduit que de l'urine [315].

L'urètre du taureau (Figure 17) mesure en tout 100 à 120 cm de long, dont 20 cm pour l'urètre pelvien. Chez le bouc et le bélier, l'urètre est long d'une cinquantaine de centimètres, dont dix pour la partie pelvienne.

Figure 17 : Appareil uro-génital d'un taureau (d'après [30])
Vue latérale gauche.



▪ Récessus ou diverticule urétral

Crânialement à l'isthme de l'urètre (rétrécissement au niveau de l'arcade ischiatique), un pli muqueux dorsal à concavité caudale forme le **diverticule (ou récessus) urétral** [315]. En 1987, Garrett [111] a étudié ce récessus urétral sur 14 boucs, 4 bovins mâles dont 3 castrés et 5 ovins mâles dont 4 castrés. L'étude a porté uniquement sur des pièces anatomiques (tractus génital). Certaines pièces ont été disséquées des tissus adjacents et des os, certaines sont incisées au niveau du muscle bulbo spongieux jusqu'à la lumière du récessus urétral, et pour d'autres une solution de latex est introduite par le gland du pénis jusqu'au récessus pour en obtenir un moulage. L'étude a montré l'existence du récessus urétral chez les trois espèces de ruminants représentées. Il se situe caudo-dorsalement à l'urètre, à la jonction entre urètre

pelvien et urètre spongieux. Il est profond de 0,5cm chez les petits ruminants et de 1,5cm chez les bovins.

Il se présente sous la forme d'un pli de muqueuse qui couvre l'ouverture caudale de la partie pelvienne de l'urètre à l'endroit où il s'incurve pour rejoindre l'urètre spongieux. Ce pli est fin et plat chez les ruminants, et associé aux canaux excréteurs des glandes bulbo-urétrales. A l'extrémité caudale de l'urètre pelvien, le pli se divise puis se confond avec les parois latérales de l'urètre spongieux. Les moulages en latex ont mis en évidence une forme ovale du récessus chez les ruminants. Chez deux bœufs, le pli muqueux a empêché le latex d'atteindre l'urètre pelvien (Figure 19). Il est donc facilement compréhensible qu'il soit gênant pour le cathétérisme des voies urinaires [111].

Des radiographies avec produit de contraste injecté dans l'urètre par voie rétrograde avaient déjà mis en évidence ce récessus urétral, qui s'était retrouvé rempli de produit de contraste, sans que l'urètre pelvien ne soit atteint. Une injection de produit de contraste dans la vessie a montré que, à part durant la miction, l'urètre est collabé à l'endroit du récessus. Garrett a formulé l'hypothèse que le pli muqueux constitue une valve qui empêche un flux rétrograde vers l'urètre pelvien, et contribue à l'expulsion de l'urine et de la semence chez ces animaux dont l'urètre est très long mais de diamètre très réduit [111].

Figure 18 : Schéma du récessus urétral chez le taureau, en vue latérale gauche (d'après [111])

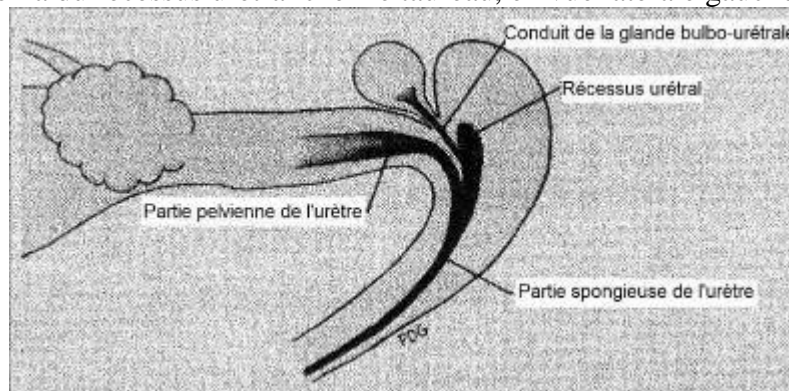
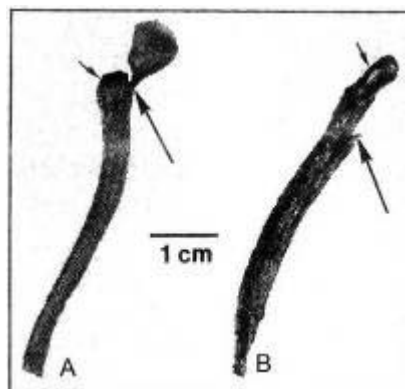


Figure 19 : Moulages en latex du récessus urétral du bouc (A) et du bœuf (B) (d'après [111])

Chez le bœuf, le pli muqueux a empêché le latex d'atteindre l'urètre pelvien. Les grandes flèches démarquent la jonction entre urètre pelvien et spongieux. Le récessus urétral est indiqué par les petites flèches.



- Urètre pénien

Le diamètre de l'urètre diminue progressivement durant tout son parcours pénien. La partie spongieuse de l'urètre commence par un bulbe du pénis très volumineux, brusquement élargi au niveau de l'arcade ischiatique et rétréci de façon progressive vers le corps du pénis. Au niveau de la racine du pénis, le muscle bulbospongieux se présente sous la forme de deux lobes très développés, au sillon médian net, et qui recouvre le bulbe du pénis [30].

Le corps du pénis est caractérisé par une **inflexion sigmoïde**, qui correspond à une double incurvation dans le plan médian entre les deux scrotums ou un peu plus caudalement. Le muscle rétracteur du pénis s'insère sur la courbure ventrale de l'inflexion sigmoïde. Cette courbure ventrale est un lieu de rétrécissement important du diamètre urétral, d'où un rôle particulier de blocage des calculs urinaires. Par ailleurs, le diamètre de l'urètre à cet endroit est réduit chez les mâles castrés avant la puberté [315].

Sur toute la longueur du pénis, le corps spongieux est entouré d'une épaisse albuginée, plus épaisse chez les bovins que chez les petits ruminants [30].

- Ostium externe et processus urétral

L'urètre aboutit à un ostium externe en forme de fente étroite, porté à l'extrémité d'un **processus urétral** de 2 à 3cm de long chez le bovin mâle (Figure 20). Ce processus est une partie de l'urètre dépourvue de tissu spongieux et accolée sur la droite du gland, maintenue dans un sillon par le tégument du gland (en continuité avec celui du pénis). Le processus urétral, ou **appendice vermiforme** (Figure 21), est nettement plus long chez le bélier (4cm) que chez le bouc (2,5cm). Il naît à la base du gland à gauche. Il devient libre au moment de la puberté par résorption du tégument qui le liait au gland [30].

Figure 20 : Extrémité du pénis du taureau : visualisation du processus urétral (d'après [30])

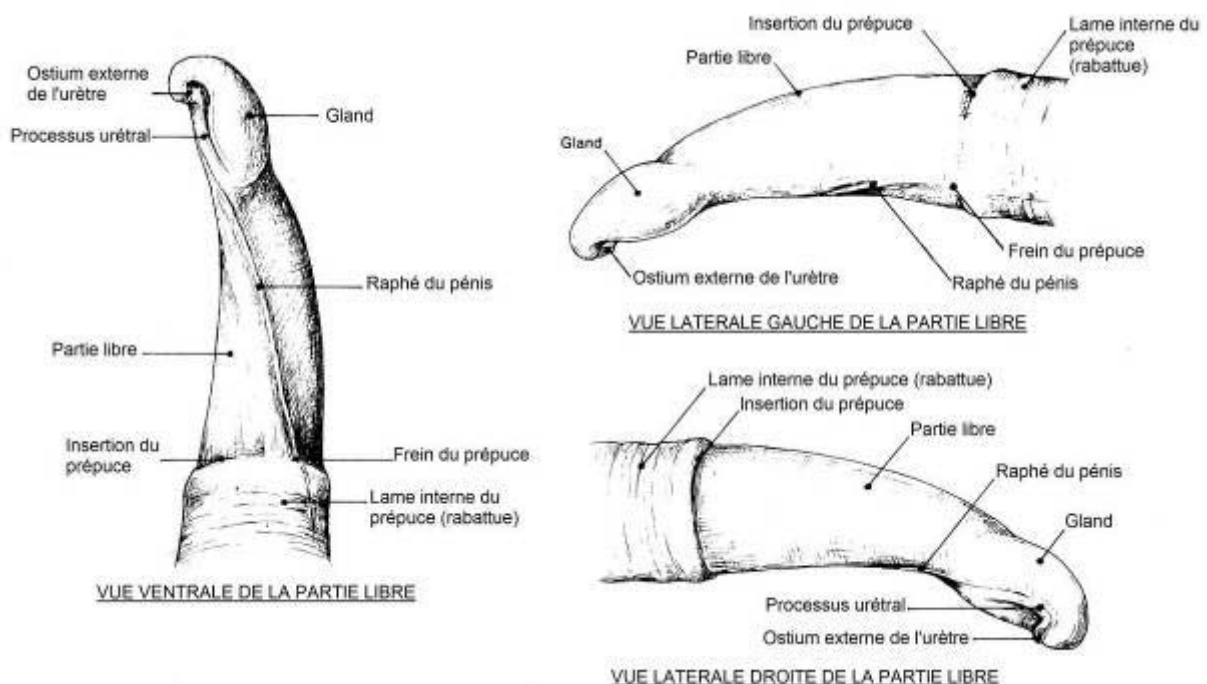


Figure 21 : Extrémité libre du pénis du bélier et du bouc (d'après [30])

