

de mouvement et par la suspension de la plupart des sécrétions.

De l'alimentation insuffisante. — On dit qu'il y a alimentation insuffisante si la quantité ou la nature de l'aliment est telle qu'elle ne peut pas suffire au travail de la nutrition. M. Chossat s'est encore attaché à expérimenter sur ce sujet. Dans une série d'expériences, les animaux recevaient à la fois des aliments et de l'eau; dans la seconde, les aliments sans eau, ou de l'eau sans aliments. Chez les premiers, identité presque absolue de la perte intégrale proportionnelle avec celle qui s'observe dans l'abstinence complète; mais la durée de la vie a été double. Si le chiffre des aliments va toujours en décroissant, au lieu d'être abaissé tout à coup d'une quantité déterminée à laquelle on le maintient ensuite, la perte proportionnelle paraît pouvoir dépasser 0,4 avant que la mort s'ensuive.

Les expériences ont aussi confirmé que la vie est plus ou moins prolongée quand on fournit de l'eau aux animaux privés de nourriture; l'influence conservatrice de l'eau est surtout prononcée chez les animaux à sang froid, évidente chez les mammifères et nulle chez les oiseaux.

De quelques phénomènes de digestion se continuant après la mort. — Hunter a démontré que le suc gastrique, après la mort, pouvait digérer les parois de l'estomac qui l'avait sécrété, ramollir cet organe, le perforer et attaquer même les organes environnants. Ces phénomènes s'observent surtout chez les individus qui meurent par accident, d'une manière rapide, alors qu'ils sont dans un état de brillante santé et immédiatement après un repas. Hunter fit sa première observation sur un homme qui avait eu le crâne fracturé. Allan Burns et Carswell ont confirmé ces idées. Ce dernier a vu que l'estomac était attaqué là où ont séjourné les liquides sécrétés par la muqueuse. Wilkinson King a montré que l'action du suc gastrique pouvait avoir lieu sur l'œsophage lui-même à cause de la régurgitation. Imlach et Simpson ont aussi rapporté des faits à l'appui de l'opinion de Hunter. Dans ces dernières années, M. Ch. Robin a présenté à la *Société de biologie* (1853) une note pour prouver que les raies et les squales offraient ces phénomènes de liquéfaction après la mort d'une manière très marquée. M. Ch. Robin a remarqué que, vingt-quatre heures après la mort, à la température de 10 à 15 degrés centigrades, les parois stomacales dissoutes se rompaient au moindre contact; que plus tard, les viscères environnants étaient attaqués à leur tour. C'est là la cause de la difficulté des injections artérielles. Ayant fait des dissections nombreuses de poissons sous la direction de M. Ch. Robin, nous avons été à même de pouvoir vérifier les observations de notre savant maître.

CHAPITRE II.

DE L'URINATION.

Définition. — C'est une fonction accomplie par l'appareil urinaire, qui a pour résultat l'expulsion des matériaux principalement solides, mais tenus en dissolution, devenus impropres à la nutrition.

Elle a pour condition d'existence la propriété physique d'*exosmose* des éléments anatomiques sans en être une conséquence, et satisfait à l'acte chimique élémentaire de décomposition désassimilatrice de la nutrition, comme la digestion, qui a pour résultat l'apport des matériaux solides ou liquides propres à l'assimilation et a pour condition d'existence la propriété physique d'*endosmose* des éléments anatomiques, satisfait à l'acte chimique élémentaire de composition assimilatrice du double acte organique appelé *nutrition*.

En effet, dans nos organes, il se passe sans cesse des phénomènes de composition et de décomposition. La digestion que nous venons d'étudier préside au premier de ces phénomènes; l'urination préside au second. L'ensemble de ces phénomènes est nécessaire à la vie; lorsque l'un manque, la mort ne tarde pas à arriver. Chez les animaux, l'appareil digestif introduit les matériaux solides et liquides: la forme exactement déterminée du corps et son accroissement limité (qui est le côté dynamique en corrélation avec la forme ou côté statique) font reconnaître, comme condition nécessaire d'existence, la présence d'un appareil correspondant à l'appareil digestif, mais agissant en sens inverse: c'est l'appareil urinaire qui rejette les principes liquides et solides dont les matériaux, revenus à l'état de composés fixes et cristallisables, sont impropres à servir plus longtemps et doivent être expulsés. Entre ces deux appareils se trouve placé l'appareil pulmonaire qui, à la fois, prend et rejette, mais les principes gazeux seulement, double action qui est une suite nécessaire de l'état fluide de ces principes, dont le mouvement ne peut être qu'un échange. Ainsi l'appareil digestif introduit les matériaux solides et liquides, l'appareil urinaire rejette les principes liquides et solides, et l'appareil pulmonaire fait l'un et l'autre pour les principes gazeux; quand manque l'expulsion des premiers, l'accroissement n'est arrêté que par la mort comme dans les plantes, et la forme n'est pas nettement délimitée. Les principes rejetés sont généralement cristallisables.

Les organes urinaires constituent un *appareil* aussi net et aussi

distinct que l'appareil respiratoire, et qu'il faut placer sur le même rang que lui, que ceux de la digestion et de la circulation. Par conséquent, on reconnaîtra qu'il existe une fonction correspondante, la fonction urinaire ou *urination*, dont l'histoire ne doit plus être confondue avec celle des sécrétions.

Le nombre des organes de l'appareil urinaire, dit M. Ch. Robin, leur situation extra-péritonéale, leur disposition symétrique et leurs autres caractères, lui donnent tous les attributs généraux des appareils pulmonaires et autres les plus nettement déterminés. Le rein diffère du poumon en ce qu'il n'est qu'éliminateur. L'étude des caractères de structure, en outre, montre que le parenchyme rénal diffère autant que le parenchyme pulmonaire de celui des glandes proprement dites; il a sa structure et sa texture spéciales, qui ne le rapprochent d'aucun des organes parenchymateux du même organisme: tels sont les tubes homogènes, faciles à isoler les uns des autres et de leur épithélium, la disposition spéciale des capillaires donnant les glomérules du rein. Il rentre, en un mot, dans le deuxième groupe des parenchymes, savoir les parenchymes qui ne sont pas des glandes (voyez t. I, p. 337 et 359).

De ce que l'urètre et le pénis servent à deux fonctions, cela n'établit aucune confusion entre les appareils reproducteur et urinaire, pas plus qu'on ne peut confondre la fonction de la voix avec celle de la digestion et de la respiration, par suite du concours des mâchoires, de la langue et du larynx à leur accomplissement. Un seul organe peut, en effet, concourir à former deux ou plusieurs appareils; et selon qu'il agit de telle ou telle façon, il concourt à l'accomplissement de deux ou plusieurs fonctions, parce qu'un organe peut remplir, comme nous l'avons vu déjà, deux ou plusieurs usages.

Nous basant sur la connaissance de l'appareil urinaire, nous pouvons considérer dans la fonction qui lui correspond quatre actes principaux:

1° L'acte rénal, ou de production des urines, exécuté par le parenchyme du rein, ses artères, ses veines, et aidé probablement par les capsules surrénales.

2° L'acte d'excrétion des urines, exécuté par les bassinets, les calices, les uretères.

3° L'acte vésical, ou d'accumulation des urines, rempli par une poche contractile composée de diverses membranes.

4° L'acte de miction, de déjection ou expulsion des urines, exécuté par la vessie et par l'urètre, auxquels sont annexés pour cette fin divers organes de perfectionnement qui consistent en muscles ou en glandes.

SECTION I.

De l'acte rénal, ou de la production des urines.

Définition. — L'acte rénal est cet acte dans lequel se produit l'humeur excrémentitielle qu'on appelle l'urine.

Ainsi que nous venons de le voir, plusieurs organes concourent à cet acte: ce sont les reins, les veines, les artères et les capsules surrénales. Il faut que nous examinions séparément le rôle de chacune de ces parties; puis nous examinerons leur produit, c'est-à-dire l'urine.

Du rôle du rein. — Le rein n'est point une glande, pas plus que le poumon, mais un parenchyme non glandulaire (voy. t. I, p. 337 et ci-dessous p. 163 et suivantes). Cet organe se compose de conduits tubuleux appelés *urinifères*, aux extrémités desquels l'urine se trouve sécrétée. Chez tous les animaux vertébrés, les reins se composent d'une multitude de petits canaux grêles et longs, d'un diamètre à peu près uniforme, qui, partant de l'urètre, se terminent en cul-de-sac, et quelquefois s'anastomosent ensemble par arcade ou en réseau.

Dans les poissons et les reptiles nus, il n'y a pas de distinction entre la substance corticale et la substance tubuleuse; il y a chez eux un appareil porte veineux analogue à celui qui existe chez l'homme dans le foie, et nous allons voir bientôt que chez l'homme on trouve une disposition qui tend à rappeler celle de ces animaux.

Les reins des oiseaux sont composés de plusieurs lobes distincts, dont l'union se fait au moyen de ramifications de l'urètre. Dans l'embryon des mammifères et de l'homme, les reins sont composés de plusieurs lobes tout à fait séparés, qui ne tiennent ensemble que par les branches du bassin. Le nombre de ces lobes égale celui du nombre des pyramides. Chez plusieurs animaux, comme l'ours, la loutre et les cétacés, ils demeurent séparés pendant la vie entière. Mais chez les autres animaux de la même catégorie, les lobes se soudent, ce qui fait que la substance corticale des reins pénètre nécessairement entre les pyramides jusqu'aux papilles. Ces conduits forment d'abord les *pyramides de Malpighi*, puis, dans la substance corticale, ils vont constituer les *pyramides de Ferrein*, composées de conduits qui ne se ramifient plus, et se terminent en cul-de-sac avec un renflement vésiculiforme. Quant aux anastomoses, Mueller les a constatées en injectant par l'urètre, chez le cheval, les conduits urinifères qui, dans la substance

corticale, se subdivisent en branches communiquant les unes avec les autres. Weber, Krause, Owen, les ont observées.

Dans la substance corticale, on trouve entre les conduits urinaires les *corpuscules de Malpighi*, qui sont beaucoup plus volumineux que ces conduits, et qu'on peut apercevoir à l'œil nu. Ces corpuscules reposent sur des artérioles, et sont entièrement composés de circonvolutions de vaisseaux sanguins. On en rencontre dans les reins de tous les animaux vertébrés. Ces petits corps sont contenus dans une capsule fibreuse de laquelle on peut les détacher par tous les points de leur circonférence, excepté par leur pédicule. Bowman a découvert que les conduits urinaires sont la continuation des capsules, et il a poursuivi le fait dans diverses classes du règne animal. Au moment de la transition, la lumière du conduit se resserre un peu, et l'on aperçoit là, dans son intérieur, un épithélium vibratile qui ne tarde pas à cesser par une limite bien nette; après quoi le conduit urinaire se trouve tapissé par des cellules épithéliales bien simples. Mueller, d'après ses recherches propres, est arrivé à confirmer l'opinion de Bowman. En résumant toutes les observations des anatomistes, on arrive aux résultats suivants :

1° Le corpuscule de Malpighi est plongé dans l'intérieur du conduit urinaire qui l'entoure sous forme d'une expansion vésiculaire.

2° Cette capsule est la terminaison cæcale du conduit, selon Bowman; elle n'est que surajoutée sur le côté de l'anse terminale, selon Gerlach.

3° Le corpuscule est à nu dans l'intérieur de sa capsule, selon Bowman; il serait couvert d'une couche d'épithélium, d'après Gerlach. Suivant Bidder (de Dorpat) les corpuscules de Malpighi ne plongent point directement dans les canaux urinaires.

Nous venons de voir que le rein se compose de différents éléments, il faut que nous déterminions quels sont ceux qui concourent à la sécrétion urinaire.

Nous n'aurons d'abord pas beaucoup de peine à prouver que ce sont les reins qui président à cette sécrétion, et que par conséquent ils jouent le principal rôle dans la fonction qui nous occupe.

Galien lie sur un animal vivant l'un des uretères, et voit l'urine s'accumuler au-dessus de la ligature, séjourner dans le rein, et ne plus descendre de ce côté dans la vessie. Sur un autre animal, il voit la vessie rester complètement vide après avoir fait la ligature de deux uretères.

Enfin, dans sa persévérance, Galien coupe les deux canaux excréteurs de l'urine, et il voit ce liquide toujours sécrété s'épancher dans la cavité abdominale. Ces expériences, répétées par Mayer à

une époque plus rapprochée de nous, prouvent déjà que les reins sont les organes producteurs de l'urine. En voici de nouvelles preuves : les reins ont la texture des parenchymes non glandulaires, l'urine se montre déjà dans leur bassin et les mamelons qui y aboutissent; une plaie de ces organes donne issue à l'urine, toute maladie de leur tissu modifie la nature et les propriétés de ce liquide. L'expérience ingénieuse de Galvani le prouve aussi. Cet expérimentateur, en liant les uretères des oiseaux, est parvenu à obtenir les conduits de la substance tubuleuse injectés de matière plâtreuse; indice certain de la présence de l'urine.

Rien donc de plus certain que les reins sont les organes fabricateurs de l'urine; mais nous ne devons pas nous arrêter là, et sans chercher évidemment quel est le mystère de la sécrétion elle-même, nous devons nous demander quels sont les points où cette sécrétion a lieu : est-ce dans les tubes urinaires ou bien par les corpuscules de Malpighi qu'elle se fait ?

Schumlansky a émis l'opinion que les corpuscules de Malpighi étaient la source de la sécrétion urinaire, et que les conduits urinaires, naissant autour de ces corpuscules, n'avaient d'autre but que de recevoir le liquide ainsi sécrété pour le conduire dans les calices et le bassin.

Du rôle de l'artère rénale dans la sécrétion urinaire. — Avant de déterminer quel est ce rôle et quelle est son importance, cherchons à nous rendre compte de la distribution de ces vaisseaux dans la substance rénale. Peu de parenchymes sont aussi riches en vaisseaux sanguins que les reins, car leurs artères forment la septième partie de l'aorte abdominale. Ces artères se rendent au hile en se plaçant derrière les veines correspondantes; arrivées là, elles se partagent en deux branches antérieures et en deux branches postérieures qui entourent la veine rénale. Les antérieures pénètrent dans le rein d'avant en arrière, les postérieures d'arrière en avant; elles prennent place entre les colonnes de Bertin. Puis elles se divisent à plusieurs reprises dans la substance corticale, sous des angles aigus assez grands; parvenues à la base des cônes médullaires, elles s'anastomosent ensemble en arcades qui s'étendent au delà des cônes. De la convexité de ces arcades s'élèvent une multitude d'artérioles rayonnantes qui pénètrent dans la substance corticale, entre les pyramides de Ferrein, et qui, après avoir subi quelques divisions, dégèrent en granulations qui constituent les corpuscules de Malpighi. Voici comment l'artère se comporte dans ce glomérule. Au moment où elle atteint ce corps, l'artère se divise en deux ou trois petites branches qui, après avoir décrit des sinuosités, courent d'abord la surface du petit corps, puis pénètrent dans son intérieur,

s'y ramifient encore et en ressortent sous la forme de ramuscules plus petits. Cet arrangement a pour effet de ralentir la circulation artérielle et de préparer ainsi la sécrétion de l'urine qui ne s'accomplit pas, bien entendu, dans leur intérieur, mais à la surface elle-même de ce glomérule qui fait saillie dans le tube urinaire.

L'expérience suivante que j'ai exécutée sur un chien peut prouver l'importance de l'artère rénale dans la sécrétion de l'urine. Après avoir ouvert l'abdomen de cet animal, je retirai avec un crochet le conduit excréteur, c'est-à-dire l'uretère, je m'assurai d'une manière positive que la sécrétion avait encore lieu.

Alors je découvris l'artère rénale et j'en fis la ligature. Immédiatement après, la sécrétion fut suspendue, ce dont je jugeai, parce qu'il ne s'écoula pas d'urine par le bout de l'uretère. Il est bon de remarquer que le chien n'avait pas pris d'aliments depuis au moins vingt-quatre heures. Mais est-ce d'une manière exclusive que l'artère intervient dans cet acte, ou bien partage-t-elle ce privilège avec les veines? C'est ce qu'il nous faut examiner. Nous ne ferons pas intervenir dans cette discussion les vaisseaux lymphatiques, qui sont trop petits pour pouvoir présider à une sécrétion aussi abondante.

Du rôle des veines rénales dans la sécrétion urinaire. — Un mot sur leur disposition remarquable. Les poissons ont, ainsi que nous l'avons dit, une veine rénale afférente, ou, si l'on veut, une veine porte rénale. Cette veine porte rénale existe aussi chez les batraciens, les reptiles et même aussi chez les oiseaux, s'il faut en croire les travaux de Jacobson. Bowman a reconnu chez le boa quels sont les rapports entre les artères et les autres vaisseaux. Les vaisseaux efférents des corpuscules de Malpighi gagnent la surface d'un lobule rénal et s'anastomosent avec les branches de la veine porte rénale, qui se répandent sur cette même surface; après quoi la veine porte rénale se dirige en dedans vers le réseau capillaire compris entre les veines afférentes et les veines efférentes. Cette disposition nous montre tout de suite que la veine porte doit concourir puissamment à la sécrétion urinaire.

Chez les mammifères, les choses ne se passent pas ainsi. Au point de vue anatomique, il n'existe pas de veine porte rénale; mais le célèbre physiologiste français M. Cl. Bernard a découvert que la veine cave a deux usages: celui de porter le sang au cœur, et de le rapporter par reflux au rein; dans ce dernier cas, la veine cave des mammifères joue le rôle de veine porte rénale indirecte.

D'ailleurs Bowman, qui a si bien étudié la structure du rein, considère les vaisseaux efférents des corpuscules de Malpighi comme des petites veines portes auxquelles on doit rapporter tant les vais-

seaux efférents des corpuscules qui se ramifient tout de suite dans la substance corticale, que les prolongements de ces vaisseaux dans la substance médullaire.

Voici les expériences que M. Cl. Bernard a faites pour croire à ce rôle de la veine cave.

Dans la séance du 10 février 1850 de la Société de biologie, M. Cl. Bernard communique le fait constaté par lui, que des substances introduites dans l'économie pouvaient ne traverser qu'une partie du cercle circulatoire avant leur élimination. Des substances ingérées dans l'estomac, par exemple, peuvent sortir par les urines sans avoir passé par le torrent circulatoire tout entier. C'est ainsi que du prussiate de potasse introduit dans l'estomac est absorbé, amené par la veine porte, emporté dans le foie; mais au lieu de monter par la veine cave, il descend, entre dans les veines rénales, et est éliminé par les urines. C'est au moyen d'une espèce de reflux de sang qui a lieu au moment de la contraction des oreillettes que ce phénomène se passe et que la substance, refoulée pour ainsi dire, descend et sort de l'organisme, au lieu de monter et de faire le grand tour circulatoire.

Cette observation physiologique est aujourd'hui corroborée par une observation anatomique faite sur la veine cave inférieure du cheval. Ce vaisseau présente, à partir des veines sus-hépatiques jusqu'aux veines rénales, un anneau de fibres musculaires très apparentes à l'œil nu, constitué par des faisceaux longitudinaux qui cessent brusquement au-dessus des veines sus-hépatiques et au-dessous des veines rénales.

Ces fibres musculaires ne sont pas striées en travers; elles appartiennent au système des fibres de la vie organique. Ainsi les fibres contractiles n'existent ici que dans le point où se développent les contractions nécessaires au reflux du sang de la veine cave inférieure.

De plus, il existe encore chez le cheval une disposition très favorable à faire entrer le sang de la veine cave dans la veine rénale. En effet, à la jonction de ces deux vaisseaux, on voit une valvule très considérable, regardant en haut et s'opposant d'une manière presque complète à ce que le reflux se fasse plus bas que le rein. Cette valvule, par sa direction, n'empêche pas le sang des parties inférieures de passer au-dessus et d'arriver à l'oreillette droite. Je suis persuadé que si chez l'homme atteint de maladie dans laquelle on urine beaucoup, comme le diabète, la polyurie, on examinait les veines caves entre le rein et le cœur, on trouverait un développement des fibres musculaires de ce vaisseau, analogue à celui qui existe normalement chez le cheval.

Pour prouver que la veine rénale concourt à la sécrétion de l'urine, il n'y aurait qu'à faire l'expérience suivante : prendre un chien, lui ouvrir le ventre de façon à ne pas pénétrer dans le péritoine et à ne pas produire trop de désordres ; alors on lie la veine et l'on voit si la sécrétion continue et quelles sont les modifications de l'urine.

Cette expérience, je l'ai faite et j'ai constaté que l'urine coulait aussi bien qu'avant ; bien plus, après avoir lié l'artère rénale du même côté, j'ai constaté que l'urine ne coulait plus. Il ne faudrait pas conclure de cette expérience que l'opinion de M. Cl. Bernard n'est pas vraie, car la veine ne concourt à la sécrétion rénale que dans certaines conditions, qui d'ailleurs ont été établies par M. Cl. Bernard. Il faut, pour que le reflux ait lieu, que le système de la veine porte hépatique soit turgide, plein, comme après une abondante digestion. Alors tous les liquides absorbés sont amenés vers le foie, mais ils ne traversent pas tous cet organe. Ces liquides arrivent directement dans la cavité de la veine cave inférieure par des veines anastomotiques découvertes chez le cheval par M. Cl. Bernard, dont l'existence chez l'homme ne peut être révoquée en doute, que j'ai vues très développées chez un individu ayant une affection des voies urinaires, et qui se détachent de la veine porte pour aller à la veine cave inférieure. Celle-ci se contracte et fait descendre vers les reins les liquides qui ne peuvent pas monter à cause du trop-plein existant dans la partie supérieure de cette veine et dans l'oreillette droite. Il y a aussi reflux du sang de l'oreillette lors de sa contraction jusque dans la veine cave. Si, dans ces conditions, on fait la ligature de l'artère, la sécrétion se fait encore aux dépens du sang veineux. Concluons, d'après ces faits, que *l'artère et par moments la veine concourent à la sécrétion urinaire.*

On s'est souvent demandé peut-être pourquoi le canal thoracique allait, après un long trajet, s'ouvrir dans la veine sous-clavière gauche, tandis qu'il lui était si facile d'aller se jeter dans la veine cave inférieure. Eh bien, en admettant les idées que nous venons d'exposer, tout s'explique d'une manière très naturelle. En effet, dit M. Ch. Robin (*Notice scientifique*, 1852, in-4, p. 47, n° 21), chez les plagiostomes, qui ont une veine porte rénale, et de plus une valvule à l'abouchement des veines caves dans l'oreillette, de manière à empêcher le reflux du sang vers le rein, les chylières se jettent dans la veine cave. Chez les mammifères, ces valvules manquent, il y a reflux du sang vers le rein (Bernard) ; mais chez ces animaux le canal thoracique se jette dans la sous-clavière, de sorte que le chyle n'est pas porté vers le rein avec le sang de la veine cave inférieure, mais se mêle au sang avant son arrivée au poumon.

Du rôle des capsules surrénales dans la sécrétion urinaire. — Nous venons de prouver que chez l'homme il y a une véritable veine porte rénale, mais ce fait est plus général qu'on ne pense, ainsi que nous l'avons déjà démontré (voyez t. I, p. 383).

Les capsules surrénales sont donc des glandes vasculaires annexées à l'appareil porte rénal, et le sang qui en sort est nécessairement reporté dans le rein, puisqu'il tombe dans des vaisseaux portes. Pour nous bien rendre compte de leur rôle dans l'acte rénal, il est bon de dire en deux mots leur disposition générale. Ces capsules surrénales sont situées au-dessus des reins et intimement unies, l'une à la veine cave inférieure, l'autre à la veine rénale. Chez quelques animaux, comme le lapin par exemple, elles semblent incrustées dans l'épaisseur des parois de ces vaisseaux. Elles sont uniques de chaque côté, mais quelquefois il y en a deux, comme chez le lapin ; alors la plus grosse se trouve située plus près du rein, la plus petite est située au-dessus de l'autre. On sait que ces capsules offrent une veine très large qui vient s'ouvrir dans la veine cave à droite, et la veine rénale à gauche. Jamais on ne voit d'anomalies sous ce rapport, et je ne connais pas d'exemples où ces vaisseaux aient été se jeter dans les veines voisines, comme cela se voit pour quelques autres organes.

Cette veine conduit dans un large sinus qui occupe la cavité de cette capsule. Il y a chez le lapin une disposition très remarquable de cette veine. Comme la capsule est intimement unie aux parois des vaisseaux, si l'on ouvre la cavité de ceux-ci, on voit bientôt, en lavant la veine, un orifice arrondi sans valvule, quelquefois ayant la forme d'une boutonnière, et par lequel on peut exprimer un liquide en comprimant la capsule elle-même. Quelques auteurs ont pris cet orifice pour l'ouverture du conduit excréteur de la glande qui serait venu alors se rendre dans la veine cave. Moi-même, ayant vu cette disposition, j'étais tombé dans la même erreur ; mais, en pratiquant une injection, je me suis vite assuré qu'il s'agissait là d'une veine. D'ailleurs, j'ai soumis au microscope le liquide qui sortait par la compression, et j'ai reconnu qu'il contenait des globules sanguins un peu altérés, il est vrai. M. Ch. Robin a constaté le même fait sur une capsule surrénale que je lui présentai. Une fois ce fait hors de doute, si l'on examine cette veine, on voit qu'elle se rend immédiatement dans un large sinus qui communique ainsi directement avec la veine cave.

Maintenant que nous connaissons tous ces détails, et que nous savons de plus qu'il existe un reflux sanguin dans la veine cave, nous pouvons prévoir quel est le rôle joué par ces capsules dans la sécrétion urinaire. Ce rôle est double : il est *mécanique* et *chimique*.

Du rôle mécanique des capsules surrénales dans l'acte rénal. — Voici comment nous comprenons ce phénomène. Quand tous les vaisseaux portes sont gorgés de sang, à la suite d'une absorption abondante, la veine cave se contracte pour faire refluer le sang jusque vers la veine rénale ; là ce liquide se trouve arrêté en partie par la valvule dont nous avons déjà parlé, et par la colonne sanguine qui vient des extrémités inférieures. Ce sang ne peut donc que passer dans la veine rénale. Mais il arrive un moment où la veine rénale elle-même devient pleine, et cependant les contractions de la veine cave continuent. Comme les mêmes conditions existent, que va-t-il arriver ? C'est que le sang de la veine cave va pénétrer dans le sinus des capsules surrénales, et ces capsules vont faire alors l'office de soupape ou de réservoir. Puis, en vertu des contractions incessantes de la veine cave, elles vont se dilater, et je suis persuadé qu'alors elles augmentent considérablement de volume. Au bout d'un certain temps, le trop-plein de la circulation disparaît au moyen de la sécrétion urinaire ; alors, en vertu d'une certaine élasticité propre à ses parois, la capsule surrénale revient sur elle-même, et expulse le sang qu'elle avait recueilli momentanément. Un fait communiqué à la Société de biologie par un physiologiste distingué. M. Brown-Séguard, vient confirmer notre manière de voir. En effet, il a remarqué qu'après avoir coupé la moelle épinière au niveau de la réunion de la portion cervicale et de la région dorsale, ces capsules surrénales augmentaient considérablement de volume, s'hypertrophiaient, devenaient plus rouges, et leur cavité était plus grande. Sur les pièces qu'il montrait, on pouvait juger comparativement, et voir que, sur la capsule surrénale d'un cabiai qui avait eu la moelle coupée six mois auparavant, les capsules surrénales avaient au moins le double du volume qu'elles présentaient chez un autre cabiai du même âge et de même grosseur. Voici comment j'explique le fait observé par M. Brown-Séguard. La section de la moelle a produit une paralysie de ces organes ; quand le sang y est venu à la suite des contractions de la veine cave, il n'a plus pu en sortir, parce que les propriétés normales avaient disparu ; alors il a séjourné ; au bout d'un certain temps, une nouvelle quantité est venue prendre place dans ce sinus. C'est ainsi qu'il faut se rendre compte de l'hypertrophie de la capsule, de la dilatation de ses sinus veineux, et enfin de la coloration rougeâtre qu'elle a acquise sous ces influences nouvelles.

Du rôle chimique des capsules surrénales dans l'acte rénal. — La quantité considérable de vaisseaux artériels et veineux, de nerfs qui arrivent à ces organes, nous prouve d'une manière évidente

que leur rôle n'est pas purement mécanique. Tout nous porte à penser que le sang qui en sort au moyen des sinus et des veines est modifié d'une façon ou d'une autre. Ce sang ainsi modifié tombe dans la veine cave, et il peut alors se rendre dans la substance rénale, ou bien arriver au cœur et préparer, pendant le tour circulatoire, le liquide sanguin à fournir les matériaux nécessaires à la sécrétion urinaire. Mais jusqu'ici nous n'avons fait qu'une hypothèse, et s'il nous fallait dire aujourd'hui en quoi consistent les modifications imprimées au sang par les capsules surrénales, nous serions fort embarrassés. La science est muette sur ce point de physiologie, et il est probable qu'elle le sera longtemps encore, si l'on veut bien se rappeler combien ici l'expérimentation présente de grandes difficultés.

Maintenant nous savons comment tous les organes de l'appareil rénal concourent à l'acte que nous décrivons. Il faut alors que nous étudions le produit de cette sécrétion, et quelles sont les influences qui le modifient.

De l'urine.

L'urine est le produit liquide de l'acte rénal.

1° Propriétés physiques. — L'urine de l'homme est claire et d'un jaune ambré. Elle possède une odeur aromatique particulière ; sa saveur est désagréable, salée, amère. Sa pesanteur spécifique est de 1,005 à 1,030, et dans quelques maladies 1,050, celle de l'eau étant représentée par 1,000. Il arrive quelquefois que l'urine devient trouble en se refroidissant, et forme alors un dépôt gris ou rougeâtre d'urates, qui se redissout par l'effet de la chaleur. Au bout de quelques jours, elle peut avoir une odeur ammoniacale ; elle se couvre d'une pellicule mucilagineuse blanche, dans laquelle, aussi bien que sur la paroi interne du vase, se déposent de petits cristaux blancs qui sont du phosphate ammoniaco-magnésien.

Quantité d'urine sécrétée en vingt-quatre heures. — Les auteurs ont singulièrement varié dans leur évaluation. En prenant la moyenne de leurs résultats, on doit penser que dans vingt-quatre heures un adulte doit en rendre un peu plus d'un litre. L'homme en fournit un peu moins que la femme.

2° Propriétés chimiques. — *Acidité des urines.* — Chez l'homme, elle rougit le tournesol à la manière des acides pendant la plus grande partie de la journée, mais sans décomposer comme eux les carbonates. Dans les vingt-quatre heures, elle passe successivement par les réactions alcaline, neutre, acide (la bile est aussi dans ce cas, t. I, p. 320) ; ces passages, dus au changement dans

les proportions de phosphates de soude, sont en rapport avec les modifications de la circulation que déterminent les repas, les aliments et le sommeil. Le *phosphate de soude basique* (3NaO), qui contient 3 atomes de base, réagit alcalin : il peut céder 1 atome de son oxyde à l'acide carbonique. Il se forme alors deux nouveaux sels : du phosphate de soude neutre, qui réagit pourtant faiblement, alcalin, et du carbonate de soude. Dans l'organisme, où ce phénomène chimique peut avoir lieu, le phosphate de soude basique pourra, dans le sang, être ainsi transformé par l'acide carbonique et se changer en phosphate de soude neutre, qui ne contient plus alors que 2 atomes de base, se combine avec un 4 atome d'eau, et prend une réaction alcaline. Le changement d'état spécifique peut encore aller plus loin : le phosphate neutre de soude, c'est-à-dire celui qui ne contient que deux atomes de soude, peut céder aux acides les plus faibles, par exemple, à l'acide urique, un de ses deux atomes de soude; il forme alors de l'urate de soude, se transforme en phosphate acide de soude, c'est-à-dire le phosphate qui ne contient que 1 atome de la base, et qui a une réaction acide. Ces transformations peuvent toutes avoir lieu dans le corps des animaux; de la sorte, suivant les circonstances, il se trouvera un phosphate ayant une réaction acide, ou bien neutre, ou un phosphate agissant comme un alcali. Ces propriétés des principes immédiats montrent de quelle importance doit être leur étude *anatomique*, et comment celle des phosphates rend compte des phénomènes physiologiques si variables de l'urine, de sa neutralité et son acidité, par exemple. *L'acidité de l'urine est due à la présence du phosphate acide de soude dans cette humeur*, avec ou sans phosphate acide de chaux qui existe surtout chez les carnivores.

Il est impossible de constater dans l'urine fraîche d'autre acide libre que l'acide urique, et encore accidentellement ou pathologiquement. Ce dernier n'existe qu'en très faible quantité, et de plus on sait qu'il rougit à peine le tournesol, tandis que la réaction de l'urine est nette et franche. Il ne se dissout que dans 1500 fois son poids d'eau; ce n'est donc pas à lui, ni à un acide volatil comme le gaz carbonique qu'on peut attribuer cette réaction; car l'acidité est conservée lors même que l'urine a bouilli et lors même qu'elle s'est troublée alors par précipitation de phosphate basique de chaux. L'acide lactique ne se forme dans l'urine, quand on en trouve, qu'après l'émission de ce liquide, par fermentation du sucre du foie lorsqu'il en passe par le rein; mais, contrairement à ce que disent beaucoup d'auteurs, ce n'est pas cet acide qui lui donne la réaction acide que l'on observe au moment de la miction, ni même quelques heures après.

Alcalescence des urines. — L'urine des bêtes à cornes, des chevaux, des lapins et de plusieurs autres herbivores, est alcaline.

Il existe chez l'homme trois espèces d'alcalescences de l'urine, se manifestant chacune dans des conditions différentes. De ces alcalescences, deux seulement sont le résultat d'un produit de sécrétion; la troisième se développe à la suite de la décomposition de l'urée. — 1° Alcalescence due à la présence d'un bicarbonate de potasse ou de soude. Elle se montre toutes les fois que des sels à base alcaline et à acides d'origine végétale susceptibles de passer, pendant la circulation, à l'état de carbonate alcalin, sont ingérés en quantité suffisante pour que le produit de leur transformation se trouve en excès dans l'urine. Cette alcalescence, dont le mode de production est parfaitement connu depuis les travaux de Wœhler, n'a pas été distinguée de celle qui détermine le phosphate de soude, avec laquelle on l'a étudiée sous le titre d'alcalinité de l'urine par des alcalis fixes. — 2° Alcalescence par le phosphate basique de soude. Elle s'observe pendant de courts instants (voyez p. 156) à certains moments de la journée, normalement; elle semble indépendante de l'alimentation et dépendre de l'état de la circulation, car elle apparaît aussi à la suite d'exercices violents ou durant le cours de certaines maladies. — 3° Alcalescence par le carbonate d'ammoniaque. Toujours le résultat d'une modification chimique, elle se développe soit dans la vessie, soit à l'air libre. Dans ces deux cas, elle est la conséquence de l'altération qu'éprouve l'urée; mais cette altération ne se manifeste pas alors sous l'influence des mêmes causes. L'urine non mélangée de matières étrangères à sa composition peut séjourner plus ou moins longtemps dans une vessie saine, sans jamais rien perdre de son acidité. Les urines colorées et transparentes, qui se montrent alcalines après être restées dans la vessie au-delà du temps ordinaire, ne renferment pas de carbonate d'ammoniaque, et doivent leur alcalinité à un produit de sécrétion, à du phosphate de soude ou de potasse. Le pus jaunâtre, visqueux, neutre et inodore, n'a pas d'action sur l'urine placée à l'abri de l'oxygène de l'atmosphère; mais le pus altéré, de mauvaise qualité, mélangé, quoique en petite proportion, à ce liquide, ne tarde pas, dans les mêmes circonstances, à lui faire éprouver tous les phénomènes de la décomposition. Si l'urine se trouve, dans la vessie, en contact avec du pus, elle devra par conséquent subir, au bout d'un temps assez court, les changements qui accompagnent et dénotent l'altération de son urée.

M. Delavaud (1) résume ainsi le résultat des recherches faites

(1) *Comptes rendus de la Société de biologie*, 1857, t. III, p. 118.