

1^o *Matières qu'on ne peut pas retrouver dans l'urine.* — Ce sont : le plomb, l'alcool, l'éther sulfurique, le camphre, l'huile de Dippel, le musc et les matières odorantes de la cochenille, du tournesol, du vert de vessie et de l'orcanette. Le fer est compris dans cette catégorie d'après Wœhler. Mais nous voyons que M. Becquerel a constaté qu'une bonne partie du fer administré aux chlorotiques passe par les urines. L'acide carbonique ne paraît pas être en plus grande quantité dans l'urine après l'usage des boissons qui en sont chargées.

2^o *Matières que l'on retrouve dans l'urine, mais altérées, décomposées.* — Cyanure ferrico-potassique, converti en cyanure ferroso-potassique, tartrates, citrates, malates, acétates de potasse convertis en carbonates, sulfhydrate de potasse converti en sulfate. Le soufre passe dans l'urine à l'état d'acide sulfurique et sulfhydrique : l'iode à celui d'iodures, l'iodure de potassium y passe aussi ; les acides oxalique, tartrique, gallique, succinique et benzoïque, à celui d'oxalates, de tartrates, de gallates, succinates et benzoates.

3^o *Matières que l'on retrouve dans l'urine sans qu'elles aient subi le moindre changement.* — Ce sont les carbonate, chlorate, azotate, sulfate de potasse, sulfhydrate de potasse (en partie décomposé), cyanure ferroso-potassique, borate de soude, chlorure de baryte, silicate de potasse, tartrate ferrico-potassique ; beaucoup de matières colorantes, comme sulfate d'indigo, gomme-gutte, rhubarbe, garance, bois de Campêche, betteraves, baies d'airelle, mûres, merises ; beaucoup de matières odorantes en partie altérées, l'essence de térébenthine qui sent la violette, les principes odorants du genièvre, de la valériane, de l'asa fétida, de l'ail, du castoreum, du safran, de l'opium ; les principes stupéfiants du bolet des Kamtschadales, et aussi, dans l'état de maladie, l'huile grasse. Au reste, il ne passe dans l'urine que des substances dissoutes et aucune qui soit grenue. Le créateur de la toxicologie, le professeur Orfila, a constaté le passage de l'arsenic et de l'antimoine ; il s'opère même très rapidement, et c'est même par la voie de la sécrétion rénale qu'a lieu surtout l'élimination de ces deux métaux (1). Cantu a trouvé le mercure dans l'urine, et Quevenne le sulfate de quinine. Wœhler appelle aussi l'attention sur une circonstance importante : c'est que les sels qui sont éliminés par l'urine activent aussi, pour la plupart, la sécrétion de ce liquide. Pour ce qui concerne l'action d'autres substances qu'on appelle *diurétiques*, il faut remarquer, ce que les médecins prendront sans doute en considération, qu'elles n'y ont aucun droit fondé ; la

(1) Voy. A.-F. Orfila, *De l'élimination des poisons*, thèse 1852.

digitale agit, suivant lui, en supprimant la cause de l'hydropisie, de sorte qu'ensuite l'eau s'échappe d'elle-même par son émonctoire ordinaire. Le quinquina, employé contre les hydropisies qui succèdent à la fièvre intermittente, serait en ce sens un diurétique.

Si l'on introduit des carbonates alcalins dans les voies digestives, l'urine devient alcaline, et l'acide urique se trouve dissous. La médecine a tiré de cette connaissance une application très utile. En effet, ne donne-t-on pas les carbonates alcalins pour dissoudre l'acide urique ? Cette assertion, due à Mueller, est peut-être un peu hasardée. D'après Civiale, il n'y a aucun fait qui prouve l'efficacité des boissons alcalines contre la diathèse d'acide urique ; mais il y a des faits, au contraire, qui prouvent que ces mêmes boissons peuvent accroître le volume des calculs d'acide urique, sinon même former les calculs composés d'urates alcalins.

Les acides végétaux et leurs sels, se convertissant en carbonates alcalins en passant à travers les voies digestives pour arriver au rein, donnent lieu aux mêmes considérations que ces carbonates. Dans le cas de grosses pierres, il faut bien se garder d'administrer ces substances, parce que l'alcalescence de l'urine rend les phosphates terreux insolubles, de sorte qu'ils peuvent contribuer à augmenter le volume du calcul. L'acide benzoïque fait repasser l'urine alcaline au caractère acide, suivant Ure, en passant dans l'économie à l'état d'acide hippurique ; c'est de la sorte qu'il empêche le dépôt des phosphates terreux. L'acide nitro-benzoïque ingéré dans l'estomac se retrouve dans l'urine, mais à l'état d'acide nitro-hippurique.

De la rapidité avec laquelle les substances passent du tube digestif dans la sécrétion urinaire. — Suivant Westrumb, deux ou dix minutes sont suffisantes pour que le cyanure de potassium passe dans l'urine. Stelberger a fait chez un enfant, atteint d'inversion de la vessie, des expériences sur le temps que diverses substances mettent à effectuer le passage : la garance et l'indigo annonçaient leur présence dans l'urine en 45 minutes, la rhubarbe et l'acide gallique en 20, le bois de Campêche en 25, le principe colorant de l'airelle en 30, celui des merises et le principe astringent de la busserole en 45, la pulpe de casse en 55, le cyanure ferroso-potassique en 60, le rob de sureau en 75.

Toutes ces substances commencèrent à diminuer dans l'urine ; la garance au bout d'une heure et un quart, la teinture de rhubarbe au bout d'une heure et un tiers, la busserole au bout d'une heure et trois quarts, l'airelle au bout de deux heures, l'acide gallique au bout de deux heures et demie, la casse au bout de quatre heures. Elles disparurent tout à fait de l'urine, le cyanure ferroso-

potassique au bout de quatre heures moins un quart, l'indigo au bout de quatre heures et demie, la rhubarbe au bout de six heures vingt minutes, le bois de Campêche au bout de sept heures et un quart, la busserole au bout de sept heures vingt minutes, l'airelle au bout de neuf heures et un quart, la garance au bout de neuf heures, l'acide gallique au bout de onze, la casse au bout de vingt-quatre

Dans un mémoire (*Arch. gén. de méd.*, janv. 1853), M. Cl. Bernard a rapporté diverses expériences sur l'élimination de diverses substances. Il résume son travail par les propositions suivantes :

1° Quelques substances ne passent jamais dans certaines sécrétions déterminées : exemple, le prussiate jaune de potasse, les sucres de canne et de raisin. D'autres se montrent, au contraire, dans toutes les sécrétions ; seulement avec une plus ou moins grande rapidité : exemple, l'iodure de potassium.

2° Certaines de ces substances s'éliminent complètement et rapidement de l'économie par les urines : exemple, prussiate jaune, sucres, etc., tandis que d'autres ne sont éliminées qu'en partie par les urines, et peuvent rester dans l'organisme et se montrer pendant un temps plus ou moins long dans d'autres sécrétions : exemple, l'iodure de potassium dont nous avons parlé.

La conclusion générale de ce travail est qu'on ne peut ramener encore à aucune loi principale la manière dont les substances se comportent dans l'organisme. Les expériences faites sur une substance saline ne peuvent rien apprendre pour une autre ; on n'aurait pas pu prévoir, par exemple, que l'iodure de potassium et le prussiate jaune de potasse, sels également solubles, offriraient, sous le rapport de leur passage dans les sécrétions et de leur élimination, des différences aussi marquées.

Ainsi M. Cl. Bernard a fait, sous ce rapport, une remarque très intéressante. Lorsqu'une certaine quantité d'iodure de potassium est arrivée dans le sang, on observe bientôt le passage de cette substance dans la salive et dans l'urine. Mais, dès le lendemain, cette dernière n'en offre plus de traces, et l'on pourrait croire alors qu'il n'en existe plus dans l'organisme. On se tromperait évidemment, car il y en a encore dans le sang une certaine quantité, trop faible pour passer dans l'urine, mais pouvant encore se manifester dans le liquide parotidien où on le constate toujours. Il résulte de cela que l'iodure de potassium peut séjourner dans l'organisme pendant très longtemps après l'ingestion de cette substance. En effet, les glandes salivaires rapportent ce sel dans le canal, font qu'il se trouve incessamment soumis à une nouvelle absorption qui le ramène toujours au même point, et qui le fait

circuler ainsi presque indéfiniment entre l'estomac et les glandes salivaires. C'est ainsi que M. Cl. Bernard en a constaté dans ces organes au moins trois semaines après que les urines n'en présentaient plus la moindre trace.

Du passage du sucre dans les urines. — Dans ses expériences, M. Cl. Bernard a prouvé la présence du sucre dans l'urine du fœtus, dans le liquide allantoïdien et amniotique, pendant les premiers temps de la vie intra-utérine.

Ce sucre disparaît chez les veaux vers le cinquième ou sixième mois de la vie intra-utérine.

Quand, chez un lapin, on pique le bulbe rachidien en arrière, à égale distance des racines des nerfs acoustiques et des pneumogastriques, les urines ne tardent pas à devenir sucrées.

Par quel mécanisme s'opère cette apparition du sucre ? Par suite de cette piqûre, le foie est irrité, la sécrétion du sucre augmente, et dès lors le sang en est bientôt saturé, et le laisse passer à travers le rein. Le sucre qui est ainsi dans le sang peut bien traverser d'autres organes qui l'éliminent, tels que la muqueuse stomacale, mais c'est le rein qui est le plus sensible pour le sucre, tandis que ce dernier organe ne l'est pas autant pour l'iodure de potassium. Ce dernier sel passe plus rapidement dans la salive que partout ailleurs.

Il a encore montré que l'urine suivait certaines oscillations dans la manière dont elle était sucrée. oscillations en rapport avec l'état de la circulation hépatique et les usages du foie, par conséquent (voyez t. I, p. 330) ; qu'il y avait des diabètes intermittents : que pour que le sucre fût éliminé par les urines, sa proportion devait être un peu plus de 2 pour 1000 dans le liquide sanguin.

Le sucre peut encore passer dans l'urine à la suite d'une cause traumatique, comme des chutes sur la tête, surtout s'il y a fracture du rocher et des os du crâne. On a publié dans plusieurs journaux l'observation d'un carrier devenu diabétique à la suite d'une chute, et qui avait cessé de l'être quand il fut guéri de la plaie de tête. On peut s'expliquer ce phénomène par la lésion du bulbe rachidien, dont la piqûre amène le diabète.

Enfin M. Cl. Bernard a démontré encore que l'urine devenait sucrée à la suite de l'éthérisation, de l'empoisonnement par le curare et dans les apoplexies suite de contusions cérébrales.

MM. Reynoso et Johnson ont constaté que, dans l'asthme, la pleurésie, les tubercules pulmonaires et la bronchite, le sucre se trouve dans l'urine, mais c'est toujours en faible quantité.

Du passage de l'albumine dans les urines. — Accidentellement on peut trouver dans l'urine une certaine quantité d'albumine.

Cette question a été beaucoup examinée depuis quelques années, et nous croyons devoir donner ici les résultats que M. Ycery a trouvés dans ses recherches : 1° Que cette substance n'a pas une composition entièrement semblable à celle de l'albumine du sang ; 2° qu'elle ne se présente pas dans tous les cas avec les mêmes caractères chimiques ; 3° que l'albumine rendue sous l'influence de la maladie de Bright, accompagnée d'anasarque, diffère essentiellement de celle qui est contenue dans l'urine des femmes enceintes, ou qui est sécrétée d'une manière accidentelle et passagère ; 4° qu'il est toujours possible, par l'inspection seule des urines, à l'aide d'un *réactif spécial*, de distinguer ces deux espèces d'albumines. L'oxyde de cuivre, tenu en dissolution dans de la potasse caustique, donne lieu, au contact de l'albumine, à une coloration d'un beau rouge violet, et produit un précipité noir, floconneux, plus ou moins abondant. Ces deux effets ne se manifestent pas en même temps. La coloration violette apparaît à froid, aussitôt que l'oxyde de cuivre se trouve en présence de l'albumine. Le précipité, au contraire, ne se montre dans une liqueur dont la température est au-dessus de 40 à 50 degrés centigrades qu'au bout de quelques heures, et même alors il est toujours incomplètement formé ; mais il suffit, pour déterminer son apparition, de chauffer la liqueur à la flamme de la lampe à alcool pendant une ou deux minutes. Ce précipité, constitué par du sulfure et du phosphore de cuivre, est le résultat de l'action de l'oxyde cuivrique sur le soufre et le phosphore abandonnés par l'albumine qui, sous l'influence de l'hydrate potassique, se transforme et passe à l'état de protéine. Pour que cette double réaction se produise, il est indispensable de se servir d'un excès du liquide *alcalino-cuivreux*. Quand le cuivre n'est pas employé en proportion suffisante, la liqueur, d'abord d'une teinte violacée, se décolore peu à peu par la chaleur, et reprend bientôt sa transparence primitive en abandonnant les composés salins formés. Il suffit alors d'ajouter une nouvelle quantité de réactif pour lui redonner la couleur qu'elle présentait avant d'être soumise à l'ébullition, et pour compléter la précipitation de tout le soufre et de tout le phosphore de l'albumine. A l'aide de ce réactif, dont l'emploi est d'une extrême facilité, on peut reconnaître dans un liquide des traces de matière albumineuse qui auraient échappé à l'action de la chaleur et de l'acide azotique.

On le prépare en versant goutte à goutte, dans de la potasse liquide et concentrée, une solution de sel cuivrique, jusqu'à ce qu'on obtienne une liqueur d'une belle nuance bleu foncé. Afin d'opérer le mélange exact des deux substances et d'éviter la pré-

cipitation de l'oxyde de cuivre, il faut, à chaque goutte nouvelle qu'on laisse tomber, agiter vivement le vase qui renferme la dissolution potassique. Le blanc d'œuf, le sérum du sang, et tous les produits de sécrétion contenant de l'albumine, fournissent à la liqueur alcalino-cuivreuse les caractères indiqués plus haut. Mais l'urine albumineuse des femmes enceintes ne donne lieu à aucune réaction en présence de la liqueur alcalino-cuivreuse ; au contraire, celle de la maladie de Bright, compliquée d'hydropisie, se colore en violet, précipite en noir, se comporte, en un mot, à la manière du blanc d'œuf et du sérum du sang.

De la présence de la graisse dans l'urine. — L'urine normale, surtout dans les cas morbides ou non, où elle laisse déposer des sels ou du mucus, renferme en même temps des gouttelettes graisseuses, quelquefois en assez grande quantité. Leur volume varie depuis 0^{mm},001 jusqu'à 0^{mm},050 ou 0^{mm},060. Par le repos, les gouttes d'huile montent à la surface, et forment avec le phosphate ammoniaco magnésien, ou avec les urates qu'elles entraînent, une couche dans laquelle on les voit quand on met celle-ci sous le microscope. Cette couche est une des formes du *cremor* des séméiologistes. Souvent les gouttelettes ne se voient que lorsqu'elle est formée. On a donné le nom d'*urines graisseuses* à celles qui en contenaient assez pour qu'on pût en retirer une quantité notable de graisse. On a donné quelquefois le nom d'*urines chyleuses* à des urines qui tiennent une assez grande quantité de gouttelettes graisseuses pour prendre une teinte opaline ou laiteuse comme le chyle. Les gouttelettes que renferment ces urines sont en général plus petites que celles dont nous avons parlé, et se rapprochent en cela de celles que contient le chyle. On les observe fréquemment sur les habitants des pays chauds. La graisse se rassemble en partie vers la surface du liquide, en formant une couche crémeuse. On a observé en même temps des globules sanguins mêlés à ceux de la graisse, ainsi que de l'albumine dans le liquide. On a observé deux fois la coïncidence d'un sang à sérum blanc, en même temps qu'il y avait de la graisse dans l'urine. Les urines contiennent, du reste, cette graisse dans les circonstances les plus diverses. Les prétendues *urines laiteuses* étaient des cas de ce genre ; on n'a jamais constaté la présence de caséine coagulable par l'acide acétique dans l'urine ni ailleurs (chylurie).

État du sang dans lequel certaines substances, qui sont habituellement gardées par cette humeur, passent dans l'urine. — M. le professeur Cl. Bernard a fait des expériences sur cette question. On sait que lorsqu'un animal est en pleine digestion, son sang

contient une certaine quantité de sucre, et cependant ne passe pas alors dans l'urine, mais si l'on vient à diminuer, par une émission sanguine, la masse du sang de ce même animal, son urine sera bientôt sucrée.

On peut remplacer l'effet de la digestion, quant à la production du sucre, par une injection directe d'une certaine quantité de matière sucrée, quantité qui est d'un demi-gramme pour un lapin. Après cette injection, le sucre ne passe pas dans l'urine. Dès qu'il a eu saigné un des deux lapins sur lesquels il avait fait cette injection, M. Cl. Bernard a constaté le passage du sucre dans l'urine de ce lapin, tandis que chez l'autre qui n'avait pas été saigné, il n'a rien pu constater.

L'explication de ces phénomènes paraît assez simple. En soustrayant du sang à un animal, on le rend pour ainsi dire moins volumineux. Or on sait qu'un petit animal est empoisonné par des doses toxiques qui sont aisément supportées par de grands animaux de la même espèce; on sait aussi qu'un animal qui a été saigné ne supporte plus la même dose de poison qu'il pouvait supporter avant l'évacuation sanguine.

M. Kierulf faisant une saignée à un chien pour examiner son sang, puis injectant dans une jugulaire environ 495 grammes d'eau distillée, a vu que, cinq minutes après l'injection, l'urine était sanguinolente. On pratique encore deux saignées dans la même journée, et l'on continue à recueillir l'urine que l'on analyse, ainsi que le sang.

Cette expérience, répétée plusieurs fois, prouve à M. Kierulf qu'une forte dilution du sang détermine d'abord une sécrétion abondante d'albumine par les reins, puis une hématurie; que la vitesse de la sécrétion n'est pas proportionnelle à la quantité d'eau du sang, et qu'enfin, après une injection d'eau considérable, la quantité de sels du sang augmente rapidement et d'une manière continue, et que les parties solides de l'urine diminuent, au contraire.

SECTION II.

De l'acte d'excrétion des urines.

Définition. — Cet acte a pour but de transporter les urines du point où elles sont sécrétées jusque dans la vessie.

L'excrétion du liquide urinaire s'exécute, comme nous l'avons déjà dit, au moyen des calices, des bassinets et des uretères, mais nous pouvons y ajouter les tubes de Bellini et ceux de Ferrein;

car, ainsi que nous l'avons vu, ces canaux ne concourent pas le moins du monde à la sécrétion urinaire.

Du rôle des tubes urinifères dans l'excrétion urinaire. — Dans ce trajet, le liquide urinaire coule par une force de *vis à tergo*. Cette force doit être très énergique dans les tubes qui ont une direction telle que le liquide est obligé de marcher contre les lois de la pesanteur; dans les cas contraires, comme dans les pyramides, qui sont situées à la partie supérieure du rein, le liquide doit s'écouler par son propre poids à travers les tubes. La direction rectiligne des tubes *urinifères* doit favoriser considérablement cette sécrétion, tandis que, dans les tubes de la substance corticale, le cours du liquide doit être beaucoup plus lent à cause des flexuosités sans nombre que décrivent ces canaux. Les ouvertures de ces canaux au sommet de la papille étant un peu plus étroites que les canaux eux-mêmes, le liquide doit éprouver un petit obstacle à franchir ce point: ce qui le montre, c'est que si l'on vient à presser la substance rénale dans tous les sens, on fait couler de l'urine par la papille, et cela a lieu sur le mort comme sur le vivant.

Voilà les conditions physiques qui amènent l'urine dans le bassinets; mais pouvons-nous invoquer d'autres causes, comme, par exemple, la contractilité des parois de ces vaisseaux, ou bien le mouvement de l'épithélium vibratile?

Quant à l'épithélium vibratile, nous avons déjà vu qu'il n'existe que dans le voisinage des corpuscules de Malpighi; par conséquent, son action ne peut s'exercer que dans ces points, et aider la force de *vis à tergo*; dans le reste du trajet des canaux urinifères, cette action ne peut pas être invoquée. Y aurait-il une contraction des parois de ces tubes? C'est ce que l'on ne saurait affirmer aujourd'hui. Si l'anatomie nous faisait voir dans le rein des fibres musculaires, comme quelques auteurs le prétendent, il n'y aurait pas de doute que ces fibres auraient pour but d'expulser l'urine; mais aujourd'hui, ce fait anatomique reste à démontrer. Il y a quelque chose qui doit avoir certainement une grande influence sur la progression du liquide dans la substance rénale, je veux parler des artères et de leur disposition spéciale. On s'est demandé souvent, sans doute, pourquoi ces vaisseaux, après avoir traversé les colonnes de Berlin, se divisent à plusieurs reprises dans la substance corticale, sous des angles aigus assez grands, et, après avoir atteint la base des cônes médullaires (pyramides de Malpighi), s'anastomosent entre elles en arcades, puis envoient de la convexité de ces arcades une multitude d'artérioles rayonnantes qui pénètrent entre la substance médullaire, et marchent en ligne droite

vers les papilles, entre les conduits urinaires. On s'est demandé encore peut-être pourquoi ces artères ne suivaient pas une marche plus naturelle, c'est-à-dire n'allaient pas du hile vers la substance corticale. Eh bien ! nous pensons que cette disposition est faite surtout pour ne pas empêcher la circulation de l'urine, et au contraire pour la favoriser. En effet, il n'est pas difficile de comprendre que les courants sanguins doivent avoir une certaine influence sur les courants urinaires. De plus, les secousses auxquelles cette glande est soumise à toutes les contractions du cœur ne sont pas étrangères encore à cette partie de l'excrétion de l'urine.

Du rôle des calices, des bassinets et des uretères. — Je comprends sous un même groupe l'action de ces organes, parce qu'elle se réduit aux mêmes lois, et que d'ailleurs il y a des animaux qui n'ont pas de bassinet. Les uretères constituent l'organe principal de l'acte que nous décrivons. Ils consistent en deux conduits membraneux s'étendant du rein à la vessie, et ayant chez l'homme une direction presque verticale. Leur calibre est plus considérable que le liquide auquel ils donnent passage ordinairement ; mais leur large dimension nous fait voir que, dans certaines circonstances, la sécrétion urinaire doit être d'une activité extraordinaire. Ils s'évasent ordinairement à leur partie supérieure pour former une espèce d'entonnoir qu'on appelle *bassinets* ; mais, chez certains animaux, il n'existe pas de dilatation semblable, et alors ce conduit se divise en autant de conduits secondaires qu'il existe de papilles, et forme à chacune un revêtement qu'on appelle *calice*. Chez l'homme, le bassinet existe, et c'est à sa division que sont dus les calices pour chaque papille.

L'urine va donc parcourir ce canal ; elle va sortir comme à travers un filtre du sommet de chaque papille, et elle sera déversée par son propre poids dans le bassinet. Cependant, elle aura de la tendance à séjourner vers les parties inférieures du rein, et c'est peut-être à cette circonstance que l'on doit attribuer la formation plus fréquente des kystes et des calculs dans cette région. Quoi qu'il en soit, elle tombera dans le bassinet comme dans un entonnoir, et bientôt elle arrivera, sous la forme de nappe ou de gouttelettes, dans l'uretère qu'elle va parcourir jusque vers sa partie inférieure où elle trouvera un obstacle. Voyons par quel mécanisme l'urine parcourt cette route et franchit l'obstacle qui s'oppose à son entrée dans la vessie.

La direction des uretères nous permet d'invoquer largement la pesanteur pour expliquer la marche descendante de l'urine ; mais cette condition peut manquer chez l'homme quand il est dans le décubitus horizontal, ou bien chez les animaux dans toutes les posi-

tions. Il nous faut donc autre chose pour expliquer le phénomène. Eh bien, nous ne serons pas embarrassé, si nous n'avons pas oublié que ce canal présente des parois de nature contractile, je n'ose pas dire musculaire. En effet, on peut voir, en étudiant sa structure, que ce canal présente, outre la muqueuse, une membrane ayant trois sortes de fibres : les unes longitudinales, les autres circulaires. Les fibres longitudinales forment une couche interne et une couche externe ; entre elles se trouve la couche de fibres circulaires. Maintenant il faut prouver que ce conduit est susceptible de se contracter. Si l'on se contentait d'ouvrir un animal et d'examiner directement si l'on voit une contraction, il serait difficile de la voir, car elle doit être peu sensible, si l'on en juge par l'épaisseur des parois ; mais si l'on fait l'expérience avec l'électricité, alors on n'a plus de doute. J'ai vu faire par M. Brown-Séguard, sur un supplicé apporté à l'École pratique, une expérience qui avait pour but de s'assurer de la contractilité de ce conduit. Avec une pile électrique de Breton frères, on parvint à produire un resserrement assez notable, ce qui nous permet de ne plus douter de la contractilité des parois. L'anatomie pathologique nous prouve encore la contractilité de ces conduits. Ainsi, dans un cas d'hypertrophie avec dilatation de ces conduits je voyais, il y a peu de temps, des fibres musculaires très évidentes même à l'œil nu. Ces faits étant connus, nous les invoquerons pour nous rendre compte de la marche de l'urine dans les uretères. Il y a des resserrements produits par les fibres circulaires et un raccourcissement produit par les fibres longitudinales. La muqueuse, en outre de sa sensibilité, donnera au centre nerveux la sensation du corps qui doit être chassé, et immédiatement les fibres contractiles entreront en action à leur niveau. Au moyen de ce mécanisme, l'urine arrivera vers la partie inférieure du conduit ; mais là se trouve un obstacle. Comment cet obstacle sera-t-il franchi ? C'est ce que nous examinerons bientôt. N'oublions pas de dire toutefois que la compression exercée par les viscères voisins dans les mouvements d'inspiration doit concourir au même but, et cela, à plus forte raison, après un repas copieux qui a distendu les parois abdominales.

Il est permis de croire que l'urine, ne traversant ce trajet que d'une manière assez lente, doit éprouver quelques modifications chimiques. Ainsi la partie aqueuse doit avoir subi une légère absorption, et la formation des calculs soit dans les calices, soit dans les uretères, nous prouve suffisamment que ces modifications chimiques existent. Quant à préciser en quoi elles consistent, il serait difficile de le dire aujourd'hui.

SECTION III.

De l'acte vésical, ou de l'accumulation de l'urine.

Définition. — Recevoir les urines à mesure qu'elles sont secrétées, les accumuler en assez grande quantité pour les rendre à des intervalles plus ou moins éloignés, tel est le but de cet acte. Un réservoir musculo-membraneux muni de valvules et d'un sphincter auquel est annexé l'ouraque, voilà tous les organes concourant à former l'appareil qui préside à cet acte.

Nous avons à traiter ici : 1° Du passage de l'urine dans la vessie. 2° Comment l'urine vient-elle dans ce réservoir? est-ce par jet ou en nappe? 3° Comment s'accumule-t-elle dans la vessie? 4° Pourquoi ne coule-t-elle pas immédiatement dans l'urèthre? 5° Pourquoi ne reflue-t-elle pas par les uretères? 6° Quels sont les phénomènes de la distension de la vessie? 7° Quels sont les phénomènes chimiques qui se passent dans l'urine durant son séjour dans ce réservoir? 8° Y a-t-il d'autres voies qui conduisent l'urine dans la vessie?

1° *Passage de l'urine de l'uretère dans la vessie.* — On sait que les deux uretères traversent obliquement les parois de la vessie et qu'ils se dirigent dans le trajet de 4 centimètre à 4 centimètre 1/2 entre la membrane musculieuse et la membrane muqueuse. Cela fait que la muqueuse vésicale représente une espèce de valvule oblique d'arrière en avant. De plus, entre les orifices de chacun de ces conduits, il existe un faisceau musculaire qui, en se contractant, rapprochera les parois internes de ce conduit et pourra les dilater. Au bout d'un certain temps, l'urine finit par se réunir à l'extrémité inférieure du conduit qui se trouve inextensible à cause d'un plexus nerveux qui l'entoure et des fibres musculaires très fortes qui le revêtent. Alors le liquide tend à s'échapper dans le point où il trouve le moins de résistance; le repli muqueux est soulevé et l'urine entre par l'orifice arrondi des uretères; puis une nouvelle accumulation a lieu, et de nouveau l'urine pénètre par le même mécanisme.

2° *Comment pénètre-t-elle? est-ce par jet ou en nappe?* — D'après ce que nous venons de dire, il est facile de comprendre que l'urine n'arrive dans la vessie que par intervalles, et non d'une manière continue, comme on aurait pu le croire en se fondant sur la connaissance de la sécrétion urinaire. Mais, comme cette sécrétion se fait en grande abondance, et que, d'un autre côté, les conduits de l'uretère ne se laissent pas distendre, ces intervalles sont réguliers et courts. Quelquefois l'urine coule ainsi par un petit jet en

commençant, mais ensuite elle se répand en nappe. Vient après l'affaissement du repli muqueux, et l'écoulement de l'urine cesse pour quelques secondes, pour recommencer de la même manière. Il est à remarquer que cet écoulement a lieu au moment de l'inspiration.

3° *Comment l'urine s'accumule-t-elle dans la vessie?* — Nous allons établir deux cas. Dans le premier, la vessie est vide; dans le deuxième, la vessie a déjà subi une certaine distension. Dans le premier cas, les phénomènes se passent comme nous venons de le dire. L'urine arrive successivement et tombe dans la cavité vésicale. Au bout d'un certain temps, la vessie se trouve assez pleine; on comprend qu'elle se remplisse ainsi, mais comment peut-elle se distendre? C'est le deuxième cas qu'il nous faut examiner. Pour expliquer ce phénomène, les physiologistes ont emprunté à la physique un de ses principes; ils ont comparé l'introduction de l'urine dans la vessie à celle d'un liquide dans une cavité à parois résistantes, par un canal étroit, vertical et inflexible; mais la comparaison n'est point exacte. Dans le canal supposé, le liquide coule et presse continuellement le liquide contenu dans la vessie qui le reçoit. L'urine ne coule point dans l'uretère; elle y suinte, et, sous ce rapport, son influence sur la distension de la vessie ne peut être comparée à celle que produirait le poids d'un liquide. La pression abdominale, dit Magendie, doit avoir une grande part dans la dilatation de la vessie par l'urine. Si la vessie et les uretères sont également pressés, cette cause suffit pour que l'urine s'introduise dans la vessie. En supposant la pression égale dans tous les points de l'abdomen, si la surface du bassin et des uretères est supérieure à celle de la vessie, l'urine doit entrer encore plus facilement dans cette dernière; mais la pression abdominale paraît être beaucoup plus faible dans le bassin que dans l'abdomen proprement dit, en sorte qu'il est facile de concevoir comment l'urine passe des uretères dans la vessie. Cependant la distension de la vessie par l'abord de l'urine a des bornes; quand elle est portée au point que l'organe contient un litre et plus d'urine, la distension s'arrête, et les uretères, ne pouvant plus vaincre la résistance de la vessie, finissent par se dilater à leur tour de la partie inférieure vers la supérieure. Dans les paralysies de la vessie, la distension continue, et alors cet organe peut acquérir des dimensions considérables, au point d'occuper une grande partie de la cavité abdominale.

4° *Pourquoi l'urine ne coule-t-elle pas immédiatement par l'urèthre?* — Cette distension ne peut avoir lieu que si l'orifice antérieur de la vessie ne laisse pas échapper le liquide qui y arrive sans cesse. Voyons quel est le mécanisme de cette action. L'angle

que fait le col de la vessie avec le bas-fond est tel que le col est situé plus haut; alors le poids de l'urine ne pèse pas vers cette ouverture. Mais cette cause mécanique ne suffirait pas quand la vessie est distendue, et il faut d'autres causes. Eh bien, ici, nous rencontrons une disposition que nous avons vue dans l'appareil de la digestion toutes les fois qu'il y avait un réservoir. En d'autres termes, nous avons un sphincter analogue à celui du pylore ou à celui de l'anus; mais il faut avouer que cette disposition est moins favorable ici que dans ces derniers points. Le sphincter n'est pas aussi développé, mais il n'en existe pas moins. D'ailleurs les parois de l'urètre, surtout vers la vessie, tendent continuellement à revenir sur elles-mêmes et à effacer sa cavité. Amussat a démontré, par des recherches anatomiques et physiologiques fort curieuses, que la partie de l'urètre que l'on nomme membraneuse est formée à l'extérieur par des fibres musculaires, et que ces fibres sont douées d'une contractilité très énergique. Mentionnons aussi les muscles de Wilson et de Guthrie, qui, en donnant au canal la direction en zigzag, créent autant d'obstacles au cours de l'urine.

5° *Pourquoi l'urine ne reflue-t-elle pas par l'urètre?* — Nous savons que l'embouchure des urètres est étroite et oblique, qu'il y a dans ce point un repli muqueux qui recouvre cet orifice; à mesure que la vessie se remplit, ces urètres sont aplatis; une nouvelle urine arrive continuellement par eux; enfin, il faudrait que l'urine refluat de bas en haut et contre son propre poids. Tous ces obstacles au reflux de l'urine par les urètres sont tels, qu'une injection poussée avec force et abondance par l'urètre dans la vessie ne pénètre pas dans les urètres. À mesure que l'urine distend cet organe, elle aplatit les urètres et les ferme d'autant plus exactement qu'elle est plus abondante. L'injection d'eau ou d'air par l'urètre ne peut jamais s'introduire dans la vessie, en quelque quantité qu'on les injecte. Cet effet a lieu sur le cadavre comme sur le vivant. Il y aurait aussi à se demander pourquoi la vessie ne se vide pas par l'ouraque; mais son oblitération complète chez l'adulte suffit pour empêcher que l'urine ne s'écoule par l'ombilic, comme cela a lieu dans une certaine période de la vie fœtale.

6° *Phénomènes de la distension de la vessie.* — Quand ce réservoir est vide, il vient se loger, chez l'adulte, derrière la symphyse du pubis; mais, à mesure qu'il est distendu et qu'il augmente de volume, il tend à sortir du petit bassin et vient se placer derrière les parois abdominales, position qu'il occupe toujours dans les premiers temps de la vie. Une fois qu'elle est arrivée dans ce point, la vessie, soumise aux mêmes pressions que le reste des

viscères abdominaux, aura moins de facilité à subir une nouvelle distension. Quand les choses seront dans cet état, on éprouvera dans le bas-ventre une sensation de lourdeur, de resserrement particuliers et qui seront bientôt suivis du besoin de se débarrasser de l'urine.

7° *Phénomènes chimiques durant l'acte vésical.* — Jusqu'ici nous n'avons examiné que les phénomènes de l'ordre physique; voyons si la vessie fait éprouver des altérations chimiques à l'urine qu'elle contient. Pendant son séjour dans la vessie, l'urine est privée par l'absorption d'une partie de ses principes aqueux; par conséquent, elle s'épaissit et se colore davantage. C'est là aussi qu'elle est plus disposée à déposer ses sels et à former des calculs. Du reste, il n'y a pas de changements chimiques bien grands. Il faut dire que des éléments nouveaux viennent s'y ajouter; ainsi le muco et l'épithélium de la vessie se mêlent à l'urine pendant la durée de son séjour. Quant à déterminer quelles sont les modifications chimiques que l'on a invoquées pour expliquer la formation des calculs urinaires de toutes sortes, nous ne devons pas en traiter dans ce livre, et cela regarde plutôt les pathologistes. Il faut avouer que l'étude de cette fonction n'est pas aussi complète que celle de la digestion. La on a suivi pas à pas les modifications que les aliments pouvaient subir; ici on vous donne des analyses, mais on ne précise pas si l'observation porte sur telle ou telle partie des voies urinaires. Aussi il y aurait certainement quelque chose à faire à cet égard.

8° *Y a-t-il d'autres conduits que les urètres qui amènent l'urine dans la vessie?* — La boisson est rendue quelquefois avec une extrême promptitude, avec une promptitude qui semble ne devoir pas permettre le long cours de la circulation; et à cause de cela on s'est demandé s'il n'y avait pas quelques communications directes de l'appareil digestif avec la vessie, et l'on avait supposé à tort que le liquide introduit dans l'estomac passait dans le tissu cellulaire sous-péritonéal et pouvait, par une série d'endosmose et d'exosmose ou par imbibition, arriver jusque dans la vessie.

Mais il est bien démontré que c'est dans le sang par la voie de la circulation que les boissons sont transportées aux reins. Nous savons que cette circulation se fait avec une extrême rapidité; nous sommes encore confirmés dans cette opinion par la belle découverte de M. Bernard, d'une nouvelle espèce d'anastomoses directes dites par *abouchement* entre la veine porte et la veine cave, dont j'ai déjà parlé, et qui dispense une partie des liquides ingérés dans l'estomac de parcourir le grand cercle pour arriver à la substance parenchymateuse du rein (voyez p. 151 et 152).

SECTION IV.

De la miction, ou acte de déjection de l'urine.

Définition. — Porter au dehors de l'organisme, sous l'influence d'une sensation interne spéciale dite *besoin d'uriner* (voyez t. I, p. 152), les produits de la sécrétion urinaire accumulés dans la vessie, voilà quel est le but de l'acte que nous allons étudier.

La description de cet acte est intimement liée à celle du précédent, de sorte qu'il est difficile de les séparer. En effet, la vessie concourt pour une large part à cette expulsion, et les parois abdominales prêtent leur concours comme dans l'acte de déjection des matières stercorales. Mais toutes ces puissances n'ont pour but que de faire arriver l'urine dans le canal de l'urètre, auquel sont annexés des muscles qui ne permettront pas que l'urine puisse séjourner dans sa cavité qui d'ailleurs ne se prêterait pas facilement à jouer le rôle de réceptacle. Ainsi, vessie, parois abdominales, urètre, muscles, glandes, voilà les organes qui vont entrer en action pour l'accomplissement de cet acte.

Du rôle de la vessie dans la déjection urinaire — Cette cavité contient dans ses parois des couches musculaires qui ont été bien décrites par M. Mercier sur des vessies hypertrophiées.

Il fallait bien que sa contraction fût très énergique pour surmonter tous les obstacles qui s'opposent au cours de l'urine du côté de la vessie. En effet, cette poche peut se diviser en trois étages : l'étage inférieur est le bas-fond, l'étage moyen est le trigone vésical, et l'étage supérieur est représenté par la portion prostatique de l'urètre.

Quelques-uns ont dit que la contraction de la vessie était tout à fait dépendante de la volonté. Lorsque le besoin d'uriner se fait sentir, avertis, ont-ils dit, par cette sensation, nous contractons la vessie pour qu'elle oblige l'urine à triompher de la résistance mécanique du col de cet organe, et à couler par l'urètre au dehors. Ils ont argué de ce que la vessie reçoit des nerfs spinaux, et partant volontaires; de ce que cet organe est paralysé dans les lésions de la moelle, aussi bien que les muscles des membres; de ce qu'une sensation précède toujours cette contraction et semble destinée à avertir la volonté. Quelques-uns, au contraire, ont nié que la vessie fût contractile à volonté, invoquant l'analogie des autres réservoirs, tels que estomac, rectum, dont les actions d'excrétion sont évidemment involontaires; disant qu'on n'a pas plus le sentiment de la contraction de la vessie que celui de la contraction de

l'intestin; enfin objectant qu'on a confondu l'action des muscles de la vessie avec celle des parois abdominales. Selon M. Adelon, et selon nous, il faut se ranger de l'opinion de ces derniers, car il nous semble que c'est moins par son influence sur la contraction de la vessie que sur celle des muscles de l'abdomen et du périnée que notre volonté s'exerce. Toutefois la vessie, stimulée par la présence de l'urine, se contracte, et, en pressant de toutes parts sur ce fluide, triomphe de la résistance de l'orifice urétral. Tout est disposé pour que les obstacles soient forcés.

La vessie peut-elle se vider toute seule? — Sa contraction suffit seule pour expulser l'urine, d'après Magendie. Ce physiologiste a vu souvent des chiens uriner, l'abdomen étant ouvert et la vessie hors de la portée d'action des muscles abdominaux. « Si même, dit-il, on détache sur un chien mâle la vessie avec la prostate et une petite portion de la partie de l'urètre dite membraneuse, après quelques instants la vessie se contracte et lance l'urine avec un jet prononcé jusqu'à ce que le liquide soit entièrement expulsé. » Cette dernière phrase nous amène à discuter si la vessie peut toute seule se vider complètement. Nous ne le croyons pas, parce qu'il faudrait que ses fibres musculaires se contractassent tellement qu'elles finissent par oblitérer complètement sa cavité: ceci nous paraît impossible. Nous pensons que si la vessie se vide tout à fait, cela tient uniquement à ce que les viscères environnants, comprimant cet organe, appliquent sa paroi postérieure vers sa paroi antérieure. De cette façon, la cavité achève de disparaître d'une manière seulement mécanique et non en vertu de la contraction des parois de la vessie, et cette action est accomplie par le secours des parois de l'abdomen.

Du rôle des parois abdominales dans l'acte de déjection urinaire. — Nous avons déjà vu que la cavité abdominale était entourée d'une ceinture musculaire très énergique qui intervient dans la défécation, le vomissement, etc.; ces mêmes parois interviennent aussi dans l'acte de déjection urinaire. Cette contraction étant soumise à l'influence de la volonté et ayant pour effet de comprimer la vessie, il est facile de comprendre que cette poche se contractera sous l'effet de la compression, et il semblera que la volonté a précédé l'excrétion, tandis qu'il n'en est rien. La contraction des parois abdominales n'a été que l'occasion, l'excitant de la contraction vésicale. L'influence de cette contraction sera d'autant plus efficace que la vessie sera plus distendue, et par conséquent plus hors de la cavité pelvienne. Voyons comment cette action s'exerce. On sait que nous urinons le plus souvent debout et non dans la même

position que pour la défécation. Il faut qu'il en soit ainsi parce que, dans la station debout, la résultante de la contraction de toutes les parois abdominales a lieu vers l'hypogastre, précisément au point où se trouve la vessie. Comprimée de toute part, la vessie entre en contraction et agit de concert avec les parois abdominales, afin de surmonter les obstacles. Une fois que la résistance est vaincue, la vessie seule se contracte le plus souvent et pousse l'urine au dehors ; mais, vers la fin de l'acte de défécation, la contraction des parois abdominales devient plus énergique, et applique ainsi la paroi postérieure à la paroi antérieure de ce réservoir.

Du rôle de l'urètre pour la défécation urinaire. — En même temps que la vessie et les parois abdominales se contractent, il y a relâchement des muscles releveurs de l'anus, de Wilson, de Guthrie et du sphincter vésical : l'urètre tend à prendre une direction plus rectiligne, afin d'affaiblir tous les obstacles qui s'opposaient à l'issue de l'urine. Mais ce canal n'est pas étranger à l'acte de défécation, comme nous allons le voir tout à l'heure. Une fois que l'urine est arrivée dans la région prostatique, il faut qu'elle ne puisse pas pénétrer dans les canaux éjaculateurs. Voici comment la nature s'y est prise pour éviter cet inconvénient. La crête urétrale, qui ressemble à une carène de vaisseau, divise la colonne liquide en deux portions qui sont rejetées sur les parties latérales ; de plus, l'ouverture des canaux éjaculateurs est oblique d'arrière en avant. L'urine passe dans la portion membraneuse ; là, comme elle a perdu un peu de l'impulsion que la vessie lui avait communiquée, elle se trouve comprimée par l'action de ce canal où nous avons vu exister des fibres musculaires. Elle arrive ainsi dans la portion spongieuse et la parcourt jusqu'au méat urinaire ; mais elle n'a pas pu parcourir un aussi long trajet sans l'intervention de muscles puissants. D'abord dilatés, les muscles bulbo-caverneux, releveurs de l'anus, de Guthrie, se contractent à leur tour pour expulser de l'urètre le reste du fluide qui y est contenu. Ces muscles, en portant l'urètre en haut et en avant, lui impriment une légère secousse qui favorise la sortie des dernières gouttes d'urine.

Du jet d'urine. — L'étendue du jet de l'urine, dans le premier moment de la défécation, fait apprécier la force contractile de la vessie, et dans le dernier celle des muscles bulbo-caverneux et de l'urètre. D'abord, le jet va en diminuant à mesure que le fluide, diminuant lui-même de quantité, offre moins de prise à la vessie qui l'exprime ; ensuite, il est intermittent, sort par saccades qui coïncident avec les contractions des muscles de l'abdo-

men. Ce sont ces mêmes muscles bulbo-caverneux et releveurs de l'anus que nous contractons quand nous voulons résister au besoin d'uriner.

Le jet de l'urine a une forme qui lui est donnée par le méat urinaire, quand le canal ne présente pas de rétrécissements ; mais, dans les cas de maladies de l'urètre, les pathologistes ont bien soin d'examiner la forme de ce jet pour arriver au diagnostic.

Quant au mode d'excrétion de l'urine chez la femme, il n'y a pas de différence bien grande, si ce n'est celle qui est due à la direction et à la largeur de l'urètre chez elle.

De l'urination suivant les âges et les espèces animales.

Le volume du rein chez le fœtus indique combien il doit être important déjà. Chez le nouveau-né, la vessie est remplie par une certaine quantité d'urine que les enfants, comme on sait, évacuent presque en venant au monde. Pendant les premières années de la vie, la vessie acquiert de plus grandes dimensions, mais elle est douée d'une irritabilité très vive plus qu'à aucune autre époque, et elle ne supporte la présence que d'une petite quantité d'urine. Chez le vieillard, les reins perdent de leur activité, ils deviennent mous et flasques. Chez quelques-uns la vessie perd de son irritabilité, ce qui permet le séjour d'une grande quantité d'urine sans incommodité et dont l'évacuation se fait à de rares intervalles.

Suivant les espèces animales, la fonction urinaire ne présente pas de différence bien notable quant à la sécrétion. L'existence des reins chez tous les vertébrés, et même chez les articulés, indique l'importance de cette fonction. Cette fonction n'offre de variété que sous le rapport du mécanisme de l'excrétion.

Chez les *oiseaux*, les urètres s'ouvrent dans le cloaque, et il n'y a pas de vessie. L'urine de la plupart des oiseaux n'est pas liquide comme celle des mammifères, mais elle consiste en une matière onctueuse, blanche, qu'on voit mêlée dans les excréments avec lesquels elle est expulsée. Chez les *Struthio* et les *Casuaris*, elle est cependant liquide, et ce sont les seuls oiseaux connus qui urinent dans le sens vulgaire de ce mot.

Les *reptiles* offrent quelques variétés dans la manière d'excréter l'urine. Ainsi, chez les chéloniens, l'urètre vient s'ouvrir dans l'urètre pour retourner dans la vessie. Chez les ophidiens, chaque urètre se rend dans une petite vessie spéciale donnant un conduit excréteur ou urètre qui s'ouvre dans le cloaque. On trouve également une vessie chez les batraciens, tandis qu'elle n'existe que

dans certains genres des sauriens ; chez les autres, les uretères s'ouvrent directement dans le cloaque.

Chez les poissons, le rein est très volumineux, l'uretère vient s'ouvrir dans le cloaque, ou bien dans une véritable vessie urinaire dont l'orifice extérieur est souvent distinct de celui de l'an us et des organes génitaux.

De la mort par défaut d'urination.

Nous avons déjà vu comment la mort arrive quand la fonction de composition ou la digestion vient à être troublée ou anéantie ; voyons maintenant comment la fonction de décomposition peut produire le même résultat. De même que l'abstinence amène la mort, parce que les pertes incessantes de l'organisme ne sont plus réparées, de même la suppression de la sécrétion urinaire doit amener dans toutes les fonctions des troubles plus ou moins profonds qui peuvent causer la mort, en empêchant l'élimination des matériaux devenus impropres à la nutrition.

Prévost et Dumas, ayant pratiqué l'extirpation des reins pour rechercher l'urée dans le sang, ont, non-seulement trouvé ce principe, mais observé quelques phénomènes produits par la suppression de la fonction que nous venons d'examiner.

Le troisième jour après l'extirpation des reins, on remarque des selles brunes, abondantes et très liquides, des vomissements, de la fièvre, avec élévation de température jusqu'à 43 degrés centigrades, et quelquefois son abaissement jusqu'à 33. Le pouls devient petit, fréquent et monte jusqu'à 200 ; la respiration est fréquente, courte, et en dernier lieu laborieuse. L'animal succombe du cinquième au neuvième jour. On trouve un épanchement de sérosité claire dans les ventricules du cerveau, les bronches pleines de mucosités, le foie enflammé, la vésicule biliaire gorgée de bile, l'intestin plein d'excréments liquides et teints de bile, la vessie très contractée. Le sang des animaux opérés était aqueux, et contenait de l'urée.

MM. Cl. Bernard et Barreswil ont confirmé les résultats obtenus ; mais un fait a plus particulièrement fixé leur attention : c'est de voir que dans toutes leurs expériences d'ablation des reins, il s'écoulait un laps de temps de plusieurs jours depuis le moment où les reins avaient été extirpés jusqu'à celui où l'urée commençait à manifester sa présence dans le fluide sanguin. Or, comme les procédés chimiques appliqués à ces sortes de recherches sont suffisamment rigoureux pour déceler avec facilité la présence de l'urée, dès qu'il en existe dans le sang seulement le quart ou le cinquième

de la quantité qu'un animal peut en fournir en vingt-quatre heures, il devenait difficile, si l'on admettait que toute l'urée produite restât dans le sang, de comprendre pourquoi on n'en retrouvait encore aucune trace au bout de vingt-quatre ou trente-six heures. Il y avait donc là une déperdition évidente d'urée dont il fallait chercher la cause. Par leurs expériences résumées ci-dessus, MM. Cl. Bernard et Barreswil ont démontré qu'après l'extirpation des reins, l'urée peut trouver dans l'organisme d'autres voies d'élimination, et que c'est particulièrement à la surface de la muqueuse intestinale et gastrique qu'elle se rencontre.

1° Immédiatement après, les sécrétions intestinales, et particulièrement la sécrétion gastrique, augmentent considérablement en quantité. Chose remarquable ! elles changent de type, c'est-à-dire qu'au lieu de rester intermittentes et de ne se produire qu'au moment du travail digestif, ces sécrétions prennent les caractères de la sécrétion urinaire : elles sont formées d'une manière continue, aussi bien pendant le jeûne que pendant la digestion.

2° Indépendamment de cette augmentation dans la quantité des sécrétions gastrique et intestinales, il intervient encore dans ces mêmes sécrétions un élément chimique de plus, qui est l'ammoniaque sous forme de combinaison saline.

3° Cette production de sels ammoniacaux dans le suc gastrique devient évidente au bout de quelques heures après la néphrotomie, et malgré cette modification le suc gastrique resté acide n'a pas perdu sensiblement ses propriétés digestives.

4° Enfin, cette élimination en quantité considérable de liquides ammoniacaux par l'intestin persiste tant que l'animal est vivant. C'est seulement au moment où les chiens faiblissent et deviennent languissants que les sécrétions gastrique et intestinales diminuent et se tarissent progressivement, et c'est aussi à cette période de l'expérience que l'urée commence à s'accumuler dans le fluide sanguin.

Ce dernier résultat nous autorise à admettre que les sécrétions intestinales, pendant qu'elles existent, suppléent l'excrétion urinaire, tant par leur abondance que par la nature des produits nouveaux dont elle se chargent. Une foule de faits empruntés à la physiologie et à la pathologie viennent confirmer cette manière de voir.

Si l'on injecte de l'urée dans le sang des animaux, elle ne détermine pas d'accidents et elle est rapidement expulsée par l'urine ; elle ne détermine pas non plus la production de carbonate d'ammoniaque. Aussi n'est-ce point à ces corps qu'il faut attribuer les accidents morbides décrits sous le nom impropre d'urémie.

M. Cl. Bernard, dans sa thèse inaugurale (Paris, 7 janvier 1843,

Du suc gastrique et de son rôle dans la nutrition), a montré que, si l'on injecte dans le sang, en grande quantité, des substances qui s'éliminent habituellement par le rein, telles que le prussiate de potasse, il arrive que leur élimination se fait à la fois par le rein et l'estomac.

Beaucoup de pathologistes, Nysten entre autres, rapportent des cas où la sécrétion urinaire venant à cesser par une cause quelconque, elle peut être suppléée par des vomissements périodiques plus ou moins urineux, qui cessent à leur tour quand la sécrétion urinaire reprend son cours habituel. Déjà M. Rayer, dans son excellent *Traité des maladies des reins*, a déterminé les rapports qui peuvent exister entre les diverses maladies rénales et les maladies des organes digestifs. Physiologiquement on arrive à comprendre la relation de ces deux fonctions. En effet, le tube digestif et les reins sont les deux extrêmes des quatre fonctions de nutrition : les organes gastro-intestinaux préparent les matériaux nutritifs, les reins éliminent les matériaux devenus impropres à la nutrition. Si ceux-ci ne président plus à la fonction urinaire, ce ne sera pas la fonction de circulation qui la remplacera, celle-ci n'a qu'un rôle purement mécanique ; ce ne sera pas non plus la fonction de respiration, elle n'agit que sur les gaz ; ce sera donc la fonction de digestion qui viendra en aide ; elle est bien propre, en effet, à jouer ce rôle, puisque, comme la fonction urinaire, elle agit principalement sur des liquides.

Sympathies de l'appareil de l'urination. — Les expériences dont nous venons de parler établissent d'une manière rigoureuse les relations physiologiques que les organes de la digestion ont avec ceux de l'urination, mais en raison de l'importance de ce phénomène, on nous permettra de donner encore quelques détails. Tout le monde a pu faire sur lui-même l'expérience suivante : un verre d'eau froide est-il introduit dans l'estomac qu'immédiatement après on est pris du besoin d'uriner. Le même phénomène a lieu quand la peau est impressionnée par le froid, nouvel exemple de sympathie avec cette membrane. Nous ne ferons que rappeler ici les relations qu'il y a entre les sécrétions cutanées et celles des reins (voyez t. I, p. 446).

Influence des nerfs sur la sécrétion urinaire. — Les expériences de M. Cl. Bernard sur le diabète artificiel prouvent combien la sécrétion rénale peut être influencée par le système nerveux. Ainsi, la piqûre de la moelle allongée augmente la quantité d'urine et en altère la composition. M. Cl. Bernard a cherché à isoler ces deux phénomènes et à déterminer le point où il fallait piquer l'animal pour produire le diabète ou la polyurie simple. D'après un certain

nombre d'expériences, voici ce que M. Cl. Bernard a obtenu : quand on pique sur la ligne médiane du plancher du quatrième ventricule, exactement au milieu de l'espace compris entre l'origine des nerfs acoustiques et l'origine des nerfs pneumogastriques, on produit à la fois l'exagération de la sécrétion rénale et de la nutrition du foie ; si la piqûre atteint un peu plus haut, on ne produit très souvent que l'augmentation dans la quantité des urines, qui sont alors souvent chargées de matières albuminoïdes ; au-dessous du point précédemment signalé, le passage du sucre seulement s'observe et les urines restent troubles et peu abondantes. Il est donc possible de distinguer dans le bulbe rachidien deux points correspondant : l'inférieur à la sécrétion du foie, le supérieur à la sécrétion rénale ; seulement, comme ces deux points sont très rapprochés l'un de l'autre, il arrivera le plus souvent qu'en traversant cette région d'une manière oblique, et c'est là le cas le plus fréquent, on les blesse tous deux ensemble et que l'on produira les deux effets simultanément, de sorte que l'animal est à la fois diabétique et polyurique.

Quant à l'influence du système nerveux sur la sécrétion urinaire, il nous suffira de faire remarquer combien les affections nerveuses sont fréquemment suivies d'une abondante sécrétion d'urine. Pour l'excrétion de ce liquide, il faut voir ce que nous avons dit dans le tome premier à l'article *moelle et grand sympathique* (voyez t. I, p. 460 et 558).

CHAPITRE III.

DE LA RESPIRATION.

Définition. — La respiration est cette fonction accomplie par l'appareil pulmonaire ou respirateur, qui a pour résultat l'absorption et l'expulsion simultanée des gaz dont se charge le sang. Elle repose, sans en être une conséquence immédiate, sur les propriétés physiques d'endosmose et d'exosmose des parois vasculaires à l'égard des fluides gazeux, et satisfait simultanément, en ce qui les concerne, aux deux actes chimiques de composition assimilatrice et de décomposition désassimilatrice de la nutrition (Ch. Robin, *Traité anatomiques*, 1850).

Tandis que le travail nutritif de composition et de décomposition à l'égard des solides et des liquides avait exigé jusqu'ici deux appareils, deux fonctions : la digestion et l'urination, la respiration suffit seule à ce travail pour les gaz, en vertu de l'échange