

*matières grasses* (oléine, margarine, stéarine). Ces matières augmentent parfois dans la sécrétion urinaire, et forment une sorte de croûte très-mince qui surnage à la surface du liquide.

L'urine fraîche de l'homme et des mammifères contient, à l'état de dissolution, de petites proportions de gaz *acide carbonique*, *d'oxygène* et *d'azote*. On rencontre donc dans l'urine les trois gaz que l'on trouve dans le sang <sup>1</sup>.

L'urine renferme enfin des *sels* divers, tels que : chlorure de sodium, chlorure de potassium, sulfate de potasse, phosphate de soude, phosphate de magnésie, phosphate de chaux, sulfate de chaux, des traces de silice, d'oxyde de fer et de manganèse. La quantité des matières salines évacuées par l'urine en vingt-quatre heures est, en moyenne, de 14 ou 15 grammes. Les analyses de M. Lehmann ont prouvé que la quantité de phosphate de chaux dans l'urine diminue chez les femmes pendant la période de la grossesse.

L'urine fraîche de l'homme et des animaux carnivores présente une réaction *acide* <sup>2</sup>. Abandonnée à elle-même pendant un certain temps, l'urine devient alcaline, par la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque <sup>3</sup>, sous l'influence d'une fermentation due au mucus que ce liquide renferme. Cette transformation a lieu quelquefois dans la vessie, dans l'état pathologique; l'urine évacuée est alors alcaline, et elle présente une odeur ammoniacale. C'est à une fermentation du même genre qu'est due l'odeur désagréable qu'exhale le coucher des malades, lorsque l'urine imbibe les pièces de la literie.

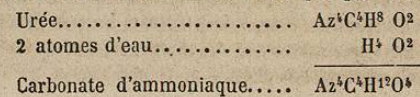
L'urine des animaux herbivores est généralement *alcaline*. Elle doit cette alcalinité aux carbonates alcalins qu'elle contient en grande quantité. Ces carbonates, *suspendus* en partie à l'état de particules dans le liquide, rendent en général leur urine trouble (telle est en particulier l'urine du cheval).

<sup>1</sup> D'après les analyses de M. Morin, 1000 centimètres cubes d'urine (urine du matin) renferment 10<sup>cc</sup>,620 d'acide carbonique, 9<sup>cc</sup>,589 d'azote, 0<sup>cc</sup>,824 d'oxygène. Il n'y a que 20 centimètres cubes de ce mélange gazeux pour 1000 centimètres cubes d'urine. Après un travail musculaire prolongé il y a 35 centimètres cubes de gaz, pour 1000 centimètres cubes d'urine. L'excès porte sur l'acide carbonique et l'azote.

L'acide carbonique libre de l'urine peut tenir en dissolution dans l'urine du carbonate de chaux et du phosphate basique de chaux. Lorsqu'on chauffe l'urine et que l'acide carbonique se dégage, ces matières se précipitent. Ils peuvent se précipiter dans la vessie et y former des dépôts, quand il s'engendre de l'ammoniaque qui sature l'acide carbonique (Heller). Dans les maladies avec fièvre, l'acide carbonique de l'urine est augmenté (Planer).

<sup>2</sup> MM. Duriau, Poulet, Hebert, Willemin, Zülzer ont constaté qu'un bain chaud prolongé (bain ordinaire aussi bien qu'alcalin) diminue l'acidité de l'urine, qui devient bientôt alcaline.

<sup>3</sup> Le carbonate d'ammoniaque ne diffère de l'urée que par deux atomes d'eau :



Le régime a une grande influence sur l'état acide ou alcalin de l'urine. Lorsque l'homme se soumet au régime des herbivores, son urine devient alcaline par l'accumulation des carbonates alcalins. Le régime de la viande, substitué à celui des végétaux, donne à l'urine des herbivores l'acidité de l'urine des carnivores. Un herbivore qui *jeûne* se nourrit en quelque sorte aux dépens de ses tissus, et présente une urine qui se rapproche de celle des carnivores. Un jeune veau qui tette sa mère vit comme un animal carnivore : son urine, pendant cette période, présente une réaction acide, on y trouve l'urée et l'acide urique dans des proportions analogues à celles de l'urine de l'homme.

Le tableau suivant contient une analyse de l'urine de l'homme, d'après M. Lehmann. Elle ne comprend pas toutes les substances que nous avons indiquées, ni toutes les variations qui peuvent survenir; mais elle indique les rapports proportionnels des principales substances, pour un cas déterminé.

ANALYSE DE L'URINE HUMAINE.	POUR 1,000 GRAMMES.
Eau.....	932,0
Urée.....	32,9
Acide urique.....	1,1
Créatine, créatinine, etc.....	1,5
Matières extractives.....	11,5
Mucus vésical.....	0,1
Sulfate de potasse, sulfate de soude.....	7,3
Phosphate de soude, phosphate acide d'ammoniaque..	4,0
Chlorure de sodium, chlorure d'ammonium.....	3,7
Phosphate de chaux, silice.....	1,1
Lactates.....	1,7

## § 177.

**Du sucre et de l'albumine dans l'urine. — Des principes de la bile dans l'urine.** — Le *sucre* (glycose) se montre quelquefois dans l'urine. Lorsqu'il y existe en notable quantité, sa présence est liée à un état morbide, désigné sous le nom de *diabète sucré* ou *glycosurie*. On trouve aussi de faibles proportions de sucre dans l'urine des femmes, dans les dernières périodes de la grossesse, et peu après l'accouchement. Dans l'état normal, enfin, une nourriture exclusivement féculente et sucrée ou riche en sucre et en féculents peut faire apparaître de faibles proportions de sucre dans l'urine, pendant les quelques heures qui suivent le repas, et sans trouble appréciable de l'état physiologique (Voy. §§ 64, 78) <sup>1</sup>.

Le médecin est souvent appelé à décider la question de savoir s'il y a

<sup>1</sup> Lorsqu'on alimente exclusivement un chien avec des féculents ou avec du sucre, on fait apparaître aisément du sucre dans les urines de la digestion. M. Van Deen a trouvé que l'alimentation *exclusive* avec des matières grasses est suivie des mêmes résultats. Un chien nourri exclusivement de glycérine, ou exclusivement de beurre et d'eau, présentait dans son urine jusqu'à 0,8 p. 100 de sucre.



ou s'il n'y a pas de sucre dans l'urine. Il peut arriver à cette constatation par des procédés très-simples <sup>1</sup>.

L'urine des diabétiques peut contenir jusqu'à 100 et 134 parties de sucre pour 1000 (M. Bouchardat). La présence du sucre dans l'urine est le plus souvent accompagnée d'une augmentation considérable de la

<sup>1</sup> Le premier de ces procédés est basé sur la propriété fermentescible du sucre. On sait que la fermentation du sucre donne naissance à de l'acide carbonique et à de l'alcool. On place l'urine d'épreuve dans un flacon A (fig. 82) qui communique avec un tube à boules de Liebig B, renfermant de l'eau de chaux. On ajoute à l'urine une petite

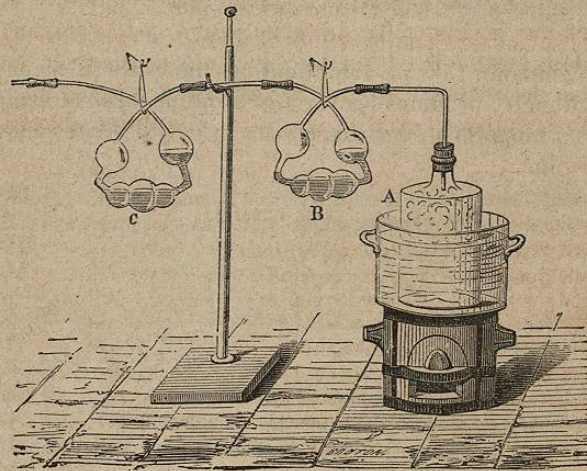


Fig. 82.

proportion de levure de bière pour favoriser la fermentation (cela n'est pas toujours nécessaire quand les urines sont en même temps très-chargées de mucus). Le flacon A étant placé dans un bain-marie chauffé à  $+40^{\circ}$  ou  $+45^{\circ}$ , la réaction s'établit; l'acide carbonique produit par la fermentation sucrée se dégage vers le petit appareil à boules B et annonce sa présence par un précipité blanc de carbonate de chaux. Le tube à boules C, qui fait suite au tube B, contient pareillement de l'eau de chaux; il est destiné à s'opposer à l'action de l'acide carbonique de l'air sur le liquide du tube B.

Le précipité de carbonate de chaux qui se forme dans le flacon B indique manifestement qu'il s'est dégagé de l'acide carbonique; mais cela ne suffit pas, à la rigueur, pour affirmer la présence du sucre. D'abord, ainsi que nous l'avons vu, il y a une petite proportion d'acide carbonique libre dans l'urine, et en second lieu, si l'urine n'est pas fraîche, il est d'autres combinaisons organiques qui pourraient fournir l'acide carbonique et induire en erreur. Il faut, comme contre-épreuve et lorsque la fermentation est terminée, placer le liquide du flacon A dans une cornue et le distiller au bain-marie. S'il y avait du sucre dans l'urine, il s'est formé de l'alcool qui est resté mélangé avec le liquide du flacon A. Le point d'ébullition de l'alcool étant moins élevé que celui de l'eau, l'alcool passe le premier à la distillation (maintenue au-dessous de  $100^{\circ}$  degrés); on le recueille et on le reconnaît à ses caractères.

Le procédé suivant peut aussi servir à déceler le sucre. Ce procédé est basé sur ce qu'en mélangeant à chaud une dissolution de glycose avec la liqueur bleue obtenue par un mélange de sulfate de cuivre, de tartrate de potasse et de potasse, la glycose a la propriété de précipiter de l'oxydure rouge de cuivre. Nous avons déjà mentionné plusieurs fois cette propriété (§§ 12, 39). La liqueur d'épreuve, ou liqueur cupro-potas-

sécrétion urinaire, augmentation qui porte surtout sur la quantité de l'eau. On voit parfois la quantité d'urine s'élever à 4, 5, 6 et 8 kilogrammes dans les vingt-quatre heures. Cette augmentation de la sécrétion urinaire est accompagnée d'une soif ardente.

La présence du sucre dans l'urine n'a pas d'influence notable sur les proportions normales de l'urée: tantôt celle-ci est augmentée, tantôt elle est diminuée.

Nous avons vu précédemment que les aliments féculents et sucrés pénétraient dans le sang sous forme de glycose (§ 64), et que, dans les moments qui suivent l'absorption d'une grande quantité de sucre, on pouvait même constater la présence d'une petite proportion de ce principe dans l'urine. On a pensé dès lors que le sucre de diabète provient d'une destruction incomplète (par défaut d'oxydations de nutrition) du sucre introduit dans le sang par l'absorption digestive, et l'on

sique, dite de Trommer, est préparée par avance; on l'introduit, avec l'urine à examiner, au fond d'un tube fermé; on chauffe à la lampe jusqu'à l'ébullition (fig. 83), et l'on examine si le précipité rouge orangé caractéristique prend naissance.

Lorsqu'on a constaté la présence du sucre par cette opération, on peut se proposer de doser la quantité de sucre que renferme l'urine. A cet effet, la liqueur bleue est ramenée à un titre déterminé, de manière, par exemple, que 100 centimètres cubes de cette dissolution soient complètement décolorés lorsqu'on les fait bouillir avec 1 gramme de glycose. Cette liqueur *titrée* peut être conservée, pour s'en servir au besoin. Lorsqu'on veut en faire usage, on mesure 100 centimètres cubes de cette liqueur dans une éprouvette graduée, et on les verse dans une capsule placée sur le feu; on chauffe, puis on verse successivement et peu à peu, à l'aide d'une burette divisée, l'urine dans la capsule. On s'arrête aussitôt



Fig. 83.

que la décoloration exacte de la liqueur cuivrée est arrivée. La quantité d'urine nécessaire pour amener cette décoloration renferme précisément 1 gramme de glycose.

Quand la proportion de sucre contenue dans l'urine est peu considérable, il est nécessaire de se débarrasser, soit de l'albumine qu'elle peut contenir (anormalement), soit des matières extractives qu'elle renferme à l'état normal. Ces matières peuvent, en effet, masquer les réactions caractéristiques du sucre (Voy. plus loin, § 187).

D'autres procédés de réduction ont été proposés. On ajoute quelquefois au sulfate de cuivre de la liqueur d'épreuve d'autres sels que le tartrate de potasse. On a aussi, dans ces derniers temps, proposé de changer l'agent réducteur lui-même; ainsi, M. Löwenthal a proposé de remplacer le sulfate de cuivre par un sel de fer, de manière que le sucre ne réduit plus de l'oxydure de cuivre, mais de l'oxyde de fer. M. Böttcher remplace le sulfate de cuivre par un sel de bismuth (l'azotate de bismuth), auquel on ajoute de la potasse. La liqueur sucrée réduit ici de l'oxyde de bismuth, etc. Ces divers liquides ne paraissent pas devoir être préférés à la liqueur cupro-potassique.

On peut encore déterminer très-exactement la proportion de sucre qui se trouve dans les urines diabétiques en mesurant la déviation qu'elles produisent sur le plan de polarisation; à condition toutefois que l'urine ne contienne pas d'autres principes qui dévient aussi le plan de polarisation (l'albumine est de ce nombre). Dans ce cas il faut préala-



a cherché à combattre cette maladie grave en supprimant, dans le régime des malades, les aliments féculents et sucrés. Il est vrai que, par ce traitement rationnel, on arrive à diminuer la proportion du sucre dans l'urine, mais le succès n'est jamais complet. Le sucre, en effet, n'est pas seulement apporté dans le sang par l'absorption digestive, le foie a encore la propriété de produire du sucre et d'écouler ce sucre dans le sang par les veines sus-hépatiques (Voy. § 187). Ce sucre, continuellement formé dans le foie, et continuellement aussi, dans l'état normal, oxydé dans le sang par l'oxygène apporté par la respiration, n'apparaît point dans l'urine. La glycosurie dépend donc d'une lésion profonde des phénomènes de combustion ou de nutrition. Il est remarquable que les animaux plongés dans le sommeil hibernant, dont la respiration est alors lente et à peine sensible, présentent du sucre dans l'urine, *quoiqu'ils ne prennent point d'aliments*. La présence du sucre dans l'urine doit être attribuée ici à la sécrétion lente et persistante du foie, et à l'introduction d'une quantité insuffisante d'oxygène dans le sang.

Le meilleur traitement de la glycosurie consiste donc, d'une part, à supprimer ou tout au moins à diminuer la proportion ordinaire des féculents dans l'alimentation, et, d'autre part, à favoriser les oxydations de nutrition. *Le travail musculaire et l'exercice* remplissent cette dernière indication. L'état de faiblesse et d'épuisement, dans lequel tombent souvent les diabétiques, ne doit pas empêcher le médecin de prescrire l'exercice et d'insister tout particulièrement sur cette partie du régime.

L'albumine peut aussi se montrer normalement dans l'urine. Sa pré-

blement en débarrasser l'urine. L'instrument le plus généralement employé, en France, à ce genre de détermination, est le saccharimètre de M. Soleil, perfectionné par M. Duboscq.

Nous ne pourrions, sans entrer dans de longs détails que ne comporte point cet ouvrage, exposer ici les bases sur lesquelles repose cet instrument. Le lecteur trouvera, à cet égard, les développements nécessaires dans le *Cours élémentaire de chimie* de M. Regnault, t. IV.

On a récemment proposé de rechercher la présence du sucre dans l'urine en utilisant la réaction d'une solution aqueuse d'iode sur l'urine sucrée. Le mélange de l'urine sucrée avec une dissolution d'iode donne, en effet, un liquide rougeâtre au début de l'expérience et qui, au bout de quelques minutes, se décolore à peu près complètement. Mais on n'a pas tardé à constater que cet effet se produit encore alors que l'urine ne contient pas de sucre et que l'action de l'iode s'exerce aussi sur d'autres matières de l'urine. (M. Gubler avait montré que cette action oxydante de l'iode s'exerce sur l'acide urique, MM. Schönbein et Zabelin ont constaté qu'elle s'exerce aussi sur les autres matières organiques de l'urine.)

MM. Roberts et Smolen ont proposé une méthode facile pour déterminer les proportions du sucre contenu dans l'urine. Leur méthode est basée sur la diminution de pesanteur spécifique qu'éprouve l'urine par la fermentation du sucre. Ils ont montré que chaque degré aréométrique de perte en poids correspond à 1 grain (0<sup>gr</sup>,05) de sucre par once (32<sup>gr</sup>) d'urine. Ex. : 32 grammes (1 once) d'urine qui marquent 1036, et qui ne marquent plus après fermentation que 1019, contiennent 17 grains (0<sup>gr</sup>,85) de sucre.

sence, liée la plupart du temps à une altération profonde de la substance du rein, peut coïncider encore avec d'autres états morbides. Dans les maladies du cœur, dans quelques affections nerveuses, chez les femmes nouvellement accouchées, etc., on peut aussi rencontrer de l'albumine dans les urines. En général, dans ces derniers cas, l'albumine est en faible proportion, et elle ne se montre pas *d'une manière continue*, comme dans les maladies organiques des reins. L'albumine peut exister dans l'urine, dans des proportions très-variables, depuis 0,1 pour 1000 jusqu'à 30 pour 1000. Dans ces cas extrêmes, la quantité d'albumine contenue dans l'urine est presque la moitié de celle qui existe dans le sang (il y en a environ 70 pour 1000 dans le sang).

La présence de l'albumine dans l'urine coïncide ordinairement avec la diminution de l'urée dans l'urine.

Lorsqu'on veut constater la présence de l'albumine dans l'urine, plusieurs procédés peuvent être employés. L'alcool ou la chaleur<sup>1</sup> suffisent, lorsque l'urine contient beaucoup d'albumine, pour déterminer un précipité caractéristique dans cette humeur ; mais lorsque l'urine ne contient que peu d'albumine, cette méthode est insuffisante. L'*alcalinité* de l'urine suffit en effet, malgré l'élévation de la température, pour maintenir à l'état de dissolution des quantités notables d'albumine. D'ailleurs, en chauffant, au fond d'un tube, une petite quantité d'urine, une partie de l'eau s'évapore, et il se forme alors des précipités salins qui, en troublant la liqueur, pourraient induire en erreur. Le seul procédé exact consiste à traiter l'urine *par la chaleur et par l'acide azotique*. On place l'urine dans un tube fermé, on y ajoute de l'acide azotique, *de manière à rendre la liqueur acide*<sup>2</sup>, et on chauffe à la lampe (Voy. fig. 83). L'acide azotique précipite l'albumine, et, de plus, il dissout les autres précipités qui pourraient se former.

Chez les ictériques, l'urine présente une coloration foncée, tandis que les matières fécales se décolorent. Depuis longtemps la présence des matières colorantes de la bile a été constatée dans l'urine des ictériques. Des procédés perfectionnés d'analyse ont permis d'y signaler aussi les éléments essentiels de la sécrétion biliaire, c'est-à-dire les acides cholique et choléique. A l'aide de l'acétate de plomb basique, M. Neukomm a montré qu'on peut mettre en évidence des traces d'acide cholique. Plus récemment, M. Hoppe a reconnu dans l'urine des ictériques l'acide choloïdique, produit de la métamorphose des acides cholique et choléique<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> A + 70° l'albumine commence à se coaguler.

<sup>2</sup> Il y a encore un avantage à ajouter à l'urine un excès d'acide azotique, c'est que l'acide urique, déplacé de ses combinaisons avec les alcalis, et à peu près insoluble dans l'urine, se précipite quand on ajoute de faibles proportions d'acide azotique, tandis qu'il se redissout dans un excès d'acide azotique.

<sup>3</sup> Il résulte des recherches de M. Huppert que, lorsqu'on injecte dans le sang les acides de la bile (acides cholique et choléique), ces principes ne passent dans l'urine qu'en proportion extrêmement faible, et qu'ils disparaissent néanmoins très-vite dans le



## § 178.

**Dépôts de l'urine. — Calculs.** — Il se forme souvent des dépôts dans l'urine, alors même que celle-ci est évacuée à l'état limpide. Ces dépôts sont le plus ordinairement formés par l'acide urique et les urates alcalins. Cet acide et les sels qu'il forme, étant très-peu solubles (Voy. § 176), se précipitent au fond du vase lorsque l'urine se refroidit, pour peu que leur quantité se trouve augmentée. C'est ce qu'on observe fréquemment dans la plupart des maladies fébriles. Les cristaux d'A. urique sont colorés alors par un excès de la matière colorante rouge que nous avons désignée sous le nom d'*uroïdine*. D'autres dépôts, assez communs dans l'urine, sont formés de mucus et de lamelles d'épithélium. On trouve souvent, dans l'état pathologique, des dépôts formés par du pus ou par du sang (reconnaissables à leurs globules caractéristiques, à l'aide du microscope); on y rencontre quelquefois aussi des spermatozoïdes entraînés par l'urine dans son passage par le canal de l'urètre. Les sédiments pathologiques de l'urine contiennent souvent encore, indépendamment des substances précédentes, les matières salines qui entrent dans la composition des calculs. Tels sont, par exemple, l'oxalate de chaux, le carbonate de chaux, le phosphate ammoniaco-magnésien.

Des *calculs*, c'est-à-dire des dépôts figurés et d'un volume plus ou moins considérable, se développent souvent dans l'urine. La plupart du temps ils se forment et s'accroissent dans la vessie, c'est-à-dire dans le point des voies urinaires où l'urine séjourne le plus longtemps à l'état de repos. Les matières salines qui entrent dans la composition des calculs adhèrent entre elles et sont en quelque sorte cimentées par les matières organiques de l'urine, et en particulier par le mucus. Un calcul, une fois formé, favorise l'application des dépôts nouveaux autour du noyau primitivement formé. Lorsqu'un calcul séjourne longtemps dans la vessie, il peut acquérir des dimensions considérables. Des corps étrangers de toute nature, introduits dans les voies urinaires et tombés dans la vessie, agissent de la même manière, et deviennent souvent une sorte de centre autour duquel se déposent les matières salines.

Les calculs sont formés de matières salines diverses. Il est rare qu'ils soient exclusivement formés par une seule. Le centre est souvent constitué par d'autres substances que la circonférence ou l'écorce : il y a eu en quelque sorte plusieurs époques dans leur formation, coïncidant avec des états différents de l'organisme. Les calculs prennent en général le nom de la substance qui domine dans leur composition. Sous ce rapport, on peut grouper les calculs les plus communs en trois classes principales : 1° calculs d'acide urique et d'urates; 2° calculs d'oxalate et de carbonate de chaux; 3° calculs de phosphate ammoniaco-magnésien.

sang (par oxydation). Ce qui explique pourquoi, même dans les cas d'ictère très-foncé, ils n'existent dans l'urine qu'en très-faibles proportions.

Les substances trouvées par l'analyse dans les calculs urinaires sont : l'acide urique, l'urate de potasse, l'urate de soude, l'urate d'ammoniaque<sup>1</sup>, le silicate d'ammoniaque, le benzoate<sup>2</sup> d'ammoniaque, le chlorhydrate d'ammoniaque, le carbonate de chaux, le phosphate de chaux, le silicate de chaux, l'urate de chaux, l'oxalate de chaux, le carbonate de magnésie, l'urate de magnésie, le phosphate ammoniaco-magnésien, l'alumine, l'oxyde de fer, le phosphate de fer, l'urée, la cystine, l'oxyde xanthique, et quelques autres substances organiques peu connues.

## § 179.

**Élimination par l'urine d'un grand nombre de substances absorbées.** — Indépendamment des substances alimentaires et des éléments des tissus dont les produits modifiés constituent les matières solides de l'urine, beaucoup de substances solubles, portées dans les voies de l'absorption, soit dans un but d'expérience, soit dans un but thérapeutique, soit dans un but d'empoisonnement, sont éliminées par les urines. Parmi les matières sur lesquelles a porté l'expérimentation, les unes apparaissent dans l'urine telles qu'elles ont été absorbées; d'autres sont décomposées par les actes digestifs ou par les combustions de nutrition, mais on peut encore reconnaître leurs éléments dans l'urine; d'autres, enfin, ne peuvent pas être retrouvées dans l'urine.

Les substances qu'on ne retrouve pas dans l'urine ont été décomposées dans le sang et peuvent être envisagées comme ayant joué le rôle d'aliments; d'autant mieux que ce sont des substances organiques. Tels sont l'éther, l'huile de Dippel, le camphre, les résines, la matière colorante de la cochenille, celle du tournesol, la chlorophylle, l'orcanette, la caféine, la théine, la théobromine, l'allantoïne, l'alloxanthine, la phlorhizine, l'asparagine, l'amygdaline, le musc, etc.

Parmi les substances non décomposées et qui apparaissent en nature dans l'urine, viennent se ranger des matières qui ne forment avec aucun des principes de nos tissus des composés insolubles, et qui ne sont ni facilement oxydables ni aisément décomposables. Tels sont : les carbonate, azotate et sulfate de potasse; le ferro-cyanure de potassium; le borate de soude; le chlorure de baryum, le silicate de potasse, les matières colorantes de l'indigo, de la gomme-gutte, de la rhubarbe, de la garance, du bois de campêche, de l'airelle, de la carotte rouge, des mûres; les matières odorantes du genièvre, de la valériane, de l'assa-fœtida, de l'ail, du castoréum, du safran, de l'opium; quelques alcaloïdes végétaux, tels que la quinine et la strychnine.

Le sulfure de potassium est éliminé à l'état de sulfate de potasse. Les acides acétique, citrique, malique, tartrique, subissent dans le sang une combustion partielle, qui en transforme une partie en acide carbo-

<sup>1</sup> L'ammoniaque provient de la décomposition de l'urée.

<sup>2</sup> L'acide benzoïque provient de la métamorphose de l'acide hippurique (Voy. § 176).



nique, d'où formation de carbonates alcalins. L'autre partie sort avec l'urine, soit à l'état de liberté, soit à l'état de combinaison avec des bases. L'acide urique se transforme en partie en urée. La salicine se transforme en acide salicilique et en acide oxalique, et sort sous forme d'oxalates. L'acide tannique sort, par l'urine, sous forme d'acide gallique; l'acide benzoïque sort non modifié ou sous forme d'acide hippurique, etc.

Dans ses recherches toxicologiques sur l'élimination des poisons. M. Orfila a constaté dans l'urine la présence des préparations d'or, d'argent, d'arsenic, d'antimoine, de zinc, de plomb, de bismuth. M. Becquerel a signalé la présence du fer dans l'urine des chlorotiques soumis à l'usage des préparations martiales. On a encore reconnu la présence de l'iode dans l'urine, après l'usage des préparations iodées, etc. Notons, en ce qui concerne les sels métalliques, que ces matières, étant susceptibles de former avec les tissus et les liquides de l'économie des composés insolubles, se fixent un temps plus ou moins long dans l'économie et ne se retrouvent immédiatement dans les urines que quand la proportion ingérée est grande. Leur élimination a lieu à la longue et par décomposition successive des composés formés. A un moment donné, il n'y en a généralement que des traces à peine sensibles dans l'urine, et on peut retrouver encore quelques-uns d'entre eux, après plusieurs mois, dans les organes intérieurs (foie, reins, etc.).

#### § 180.

**Rapidité avec laquelle les substances introduites dans le tube digestif apparaissent dans l'urine.** — Cette vitesse souvent assez grande dépend de conditions multiples. Elle est en rapport et avec la nature de la substance et avec le moment de la digestion. Le passage dans l'urine des substances dissoutes ou des liquides ingérés est quelquefois assez prompt. A diverses reprises, et dernièrement encore, on a cherché des voies détournées pour expliquer ce passage<sup>1</sup>. Rien ne justifie cette manière de voir. La rapidité avec laquelle les substances absorbées paraissent dans l'urine est en rapport avec la vitesse de la circulation (Voy. § 107); et le temps, en général assez long, nécessaire à l'élimination de la substance, s'accorde parfaitement avec le rythme lent et successif des phénomènes d'absorption.

Pour vider la question par expérience, il faut faire subir à l'animal une opération préliminaire. L'urine, en effet, à mesure qu'elle est sécrétée, s'accumule dans la vessie, et elle s'y rassemble avant d'être expulsée. Le temps précis du passage d'une substance dans l'urine ne peut être apprécié qu'autant qu'on a attiré l'uretère au dehors, et qu'on a fixé et

<sup>1</sup> On a supposé, par exemple, que les substances absorbées par la veine porte, au lieu d'entrer dans le cercle circulatoire, pouvaient, après avoir passé dans la veine cave, y circuler par voie *rétrograde*; que de la veine cave, toujours par voie *rétrograde*, elles passaient dans les veines rénales, et de là dans le rein. Cette supposition est tout à fait invraisemblable.

maintenu à l'extérieur un petit ballon de verre, qui fait fonction de vessie artificielle. On peut alors *essayer* l'urine aussitôt qu'elle sort de l'organe sécréteur, c'est-à-dire du rein.

La nature offre une voie d'expérimentation plus naturelle. C'est ainsi que M. Stehberger a institué une série d'expériences sur un jeune enfant atteint d'extroversion de la vessie. Dans ce vice de conformation, l'urine coule sans cesse au dehors, et goutte à goutte, aussitôt qu'elle est sécrétée. Dans ces expériences, 15 minutes s'écoulèrent entre le moment de l'administration de l'indigo et de la garance et le moment de leur apparition dans l'urine; 20 minutes pour la rhubarbe; 25 minutes pour la solution du campêche; 25 minutes pour la solution d'airelle; 25 minutes pour la pulpe de casse, etc. Mais M. Stehberger n'a pas tenu compte, dans ces expériences, du moment de la digestion, c'est-à-dire de l'intervalle écoulé depuis la fin du dernier repas jusqu'au moment de l'administration de la substance d'épreuve. M. Erichsen, qui a eu soin de faire cette distinction, est arrivé à des résultats qui prouvent de la manière la plus claire que cette condition prime toutes les autres, et que c'est à elle surtout qu'est subordonnée la rapidité du passage dans l'urine des substances avalées. L'extroversion de la vessie a aussi servi de voie expérimentale à M. Erichsen. La substance employée par lui était le ferro-cyanure de potassium. Cette substance, administrée chez l'individu, après un intervalle de 11 heures depuis le dernier repas, a commencé à apparaître dans l'urine au bout de 1 minute. Elle est apparue dans l'urine au bout de 2 minutes, lorsque l'intervalle entre le repas et l'expérience était de 4 heures. Lorsque cet intervalle était de 1 heure 1/2, le ferro-cyanure n'a paru dans l'urine qu'au bout de 6 minutes 1/2. Pour un intervalle de 1 heure seulement, le ferro-cyanure n'a paru dans l'urine qu'au bout de 14 minutes. Lorsque l'expérience a été pratiquée 25 minutes après le repas, le ferro-cyanure n'a paru dans l'urine qu'au bout de 16 minutes; lorsqu'elle a été faite 2 minutes après le repas, il a fallu de 30 à 40 minutes pour que le ferro-cyanure apparût dans l'urine.

L'influence exercée par le moment de la digestion sur le temps que mettent les substances solubles à passer de l'intestin dans la vessie, cette influence ne s'exerce pas probablement d'une manière directe sur la sécrétion urinaire elle-même. C'est sans doute en ralentissant la circulation de la veine porte (Voy. § 106), que la période digestive influe sur la rapidité du passage dans le sang (et secondairement dans l'urine) des matières contenues dans l'intestin.

Quant à la durée de l'élimination par la voie urinaire, elle est très-variable et dépend surtout de la nature de la substance. Certaines substances, en effet, qui ont de l'affinité avec les matières organiques ou avec les tissus du corps, forment avec ces tissus des combinaisons temporaires que le mouvement de la nutrition ne détruit que peu à peu pour en expulser les résidus. A doses égales, le ferro-cyanure de po-