graduellement à l'urate de sodium qui y est également dissous, une quantité de plus en plus forte de base, de sorte que finalement l'acide urique peu soluble se dépose en cristaux.

La *fermentation alcaline de l'urine* présente un intérêt pratique énorme. Elle se produit avec d'autant plus de facilité que la température extérieure est plus élevée et l'urine moins concentrée. Les urines qui renferment du pus, du sang, ou d'autres éléments anormaux se décomposent aussi plus facilement. Il en est de même pour celles qui ont été recueillies dans des vases malpropres, ayant contenu antérieurement des urines alcalines. Comme la soi-disant fermentation acide, la fermentation alcaline donne lieu à des altérations frappantes. L'urine, auparavant foncée, prend une teinte claire; les cristaux rouges d'acide urique se dissolvent et sont remplacés, sur le fond du vase, par un sédiment granuleux blanc ou grisâtre, où l'on constate souvent par transparence, en agitant l'urine, de fines aiguilles cristallines brillantes. La surface de l'urine se couvre très fréquemment d'une pellicule miroitante; et bientôt la réalisation de la fermentation alcaline se traduit par l'odeur repoussante, dite urineuse, que connaissent tous ceux qui sont entrés dans des cabinets publics mal entretenus. Le papier rouge de tournesol plongé dans le liquide tourne au bleu plus ou moins intense; il bleuit même rien qu'en le tenant pendant quelque temps au-dessus du vase qui contient l'urine. En séchant, il recouvre sa coloration rouge, parce que le carbonate d'ammoniaque, qui crée la réaction alcaline, s'évapore à l'air. C'est là un signe qui distingue la réaction alcaline due à la fermentation de celle qui suit l'ingestion des caustiques, des carbonates alcalins et des sels organiques; car, en ce dernier cas, où l'alcalinité est due au mélange à l'urine d'alcalis fixes, le papier rouge de tournesol conserve sa coloration bleue. On observe également, dans l'urine en voie de fermentation alcaline, le développement de nuages blancs de sel ammoniac, lorsqu'on en approche un bâton de verre trempé dans de l'acide chlorhydrique, chose qui ne se produit jamais avec une urine dont la réaction alcaline est créée par des alcalis fixes.

Si l'on examine au microscope le sédiment ci-dessus mentionné, on voit qu'il est constitué par des sels qui ne se dissolvent que dans les liquides acides, le phosphate ammoniaco-magnésien ou phosphate triple reconnaissable à sa forme rhomboïdale caractéristique, l'urate acide d'ammonium à forme de pomme épineuse, le phosphate acide de calcium et d'autres combinaisons encore. On y trouve également de grandes quantités de microcoques et de bactéries.

On admet que les causes de la fermentation alcaline de l'urine sont des microbes dont les germes contenus dans l'air tombent dans l'urine et développent le processus fermentatif. Ayant soumis à un examen attentif les schizomycètes de la fermentation alcaline de l'urine, v. Leube est arrivé à la conclusion que si la décomposition de l'urine est causée par plusieurs espèces de bactéries de la putréfaction, on se tromperait cependant si l'on jugeait toutes ces bactéries sans exception capables de donner

naissance à cette fermentation. En effet, l'on a affaire alors, en premier lieu, à un *bacille* (*bacterium ureæ*) long de 0,062 millimètres et épais de 0,001 millimètre, ensuite à des *coques* (*micrococcus ureæ*), enfin à des bâtonnets ovales très petits, assez épais (0,7 à 0,8 μ d'épaisseur d'une longueur de 1,2 à 1,5) et de bâtonnets extrêmement exigus (2,2 de long et épais de 0,6); ces derniers sont très peu actifs. Ces schizomycètes fabriquent à n'en pas douter un *ferment* qui, mélangé à l'urine intacte ou à des solutions d'urée artificielle, y développe la fermentation alcaline (musculus).

Sous l'action du ferment, l'urée se transforme, par addition d'une molécule d'eau, en carbonate d'ammoniaque d'après la formule :

$$C\,O\,{}^{Az\,H^2}_{Az\,H^2} + H^2\,O = CO^2\,{}^{Az\,H^3}_{Az\,H^3}$$

Et c'est précisément ce dernier sel qui provoque la réaction alcaline et l'odeur repoussante de l'urine.

Souvent la fermentation alcaline de l'urine ne se développe qu'après que l'urine a été recueillie dans un vase.

La vie peut être sérieusement menacée, lorsque par suite d'introduction d'instruments malpropres, la fermentation alcaline se développe dans la vessie. La fermentation alcaline peut cependant se produire dans la vessie, sans qu'il y ait eu intromission d'instruments sous l'influence de la paralysie vésicale, probablement parce qu'alors des germes pénètrent plus facilement par le sphincter uréthral béant.

E. — Modification de la densité des urines

La densité des urines se mesure avec une exactitude suffisante pour la pratique médicale à l'aide d'un aéromètre qui, en raison de son usage spécial, porte le nom d'uromètre. L'instrument consiste en un réservoir à mercure, piriforme, en verre, surmonté d'un tube également en verre, qui, large à son origine, se rétrécit plus haut en devenant cylindrique. Sur ce dernier segment est appliquée une bande de papier graduée qui permet la lecture directe de la densité. La graduation débute en haut par le chiffre 1,000 et se continue de haut en bas jusqu'à 1,040, sur certains uromètres même jusqu'à 1,060. Comme les subdivisions de l'échelle sont très rapprochées les unes des autres et qu'à un moment donné la lecture en peut devenir assez difficile, il sera bon de se munir de deux uromètres dont l'un donne les densités de 1,000 à 1,020 et l'autre celle de 1,020 à 1,040. De cette façon, on obtient une échelle dont les degrés sont assez distants les uns des autres pour permettre l'appréciation des demi et des quarts de degré (fig. 230).

Il n'est pas rare de rencontrer dans le commerce des uromètres absolument défectueux. Aussi ne faut-il jamais se servir d'un instrument de ce genre, sans l'avoir plongé dans l'eau distillée et constaté qu'il y marque

bien 1,000. En effet, les divisions de l'échelle de l'uromètre ont pour base l'expression par le chiffre 1,000 du poids spécifique de l'eau distillée.

Le volume de l'urine change, comme celui de tous les corps, avec la température ; il est donc évident que la densité se trouve influencée également par la température; la densité est d'autant moindre que la température du liquide est plus élevée. Aussi le chiffre de la densité ne sera-t-il juste que si l'urine examinée possède la température en vue de laquelle l'instrument a été construit (le plus souvent 14° R. ou 15° C.). Pour déterminer commo lément la température de l'urine, Neubauer a fait construire un uromètre spécial, qui donne à la fois la densité et la température de l'urine. Le réservoir à mercure y est utilisé pour l'établissement d'un thermomètre dont la graduation est marquée sur le segment élargi du tube en verre (fig. 230). La réduction de la densité à une température donnée est facile, en se rappelant que, d'après les recherches de Siemon, la densité de l'urine diminue de une division avec chaque augmentation de température de 3°.

Fig. 230. Uromètre de Neubauer, 1/2 grandeur naturelle.

Pour la détermination pratique de la densité, on se sert d'un petit vase cylindrique que l'on remplit au 4/5 avec l'urine à examiner. L'uromètre ne doit y être plongé qu'après qu'on a enlevé toute l'écume qui surnage à l'aide d'un bâton de verre, garni de buvard ; sinon les bulles s'accumuleraient autour de l'instrument et masqueraient la graduation. Il faut aussi que l'uromètre soit très propre, car une légère couche de graisse adhérente à l'instrument pourrait faire croire à une augmentati n de la densité de l'urine. Enfin le vase cylindrique qui renferme l'urine doit avoir des dimensions suffisantes pour permettre au densimètre de se mouvoir en toute liberté dans le liquide. Si le densimètre touchait les parois du vase, il pourrait facilement se fixer par adhérence et fournir des résultats erronés. Comme dans ce vase un peu étroit, le niveau de l'urine forme un ménisque concave, on fait bien de toujours lire le degré qui correspond à la limite inférieure du ménisque. Le contrôle de la densité est facile. On enfonce légèrement l'uromètre en pressant sur son extrémité supérieure, on attend que l'instrument soit revenu au repos et on lit à nouveau.

Si l'on dispose d'une quantité d'urine insuffisante pour la détermination du poids spécifique, l'urine sera diluée de son volume d'eau et après avoir déterminé le poids spécifique du mélange, les deux dernières décimales du chiffre obtenu seront multipliées par 2.

A l'état normal, le poids spécifique de l'urine varie entre 1,015 et 1,020. Son degré dépendra naturellement de la quantité d'urine émise en vingt-quatre heures et sera d'autant moins élevé que cette quantité est plus forte, les substances solides, les mutations intra-organiques étant normales, se trouvant ainsi réparties dans un volume de liquide plus considérable. Or, comme la couleur de l'urine dépend également de sa quantité, il existe une relation indirecte entre la densité et la teinte de l'urine; il faudra s'attendre ainsi avec toutes les urines claires à une densité faible et à une densité élevée avec toutes les urines foncées. Citons comme exemples la densité peu élevée de l'*urina potûs* et des urines nerveuses.

Les lois précédentes trouvent également leur confirmation au lit du malade. La densité élevée est propre aux urines fébriles, aux urines rares et à celles de la néphrite parenchymateuse aiguë et chronique ; on rencontre dans ces cas des chiffres atteignant 1,040. Au contraire, les urines abondantes de l'atrophie rénale et du diabète insipide possèdent un poids spécifique très faible (1,002 à 1,005 parfois).

L'urine des individus intoxiqués par l'acide sulfurique possède une *densité très élevée ;* ce fait peut servir au besoin au diagnostic différentiel. La densité des urines augmente également à la suite de l'usage interne de certains sels diurétiques (nitrate de potasse, liqueur d'acétate de potasse, tartrates).

Le poids spécifique de l'urine est d'une importance majeure pour le diagnostic du diabète sucré. Dans cette affection, il atteint des proportions très élevées (jusque 1,074), malgré la teinte claire de l'urine et l'augmentation de sa quantité quotidienne. Cela est dû au mélange en abondance avec l'urine d'une substance anormale, la glycose.

La densité de l'urine acquiert une grande valeur pour apprécier les états physiologiques et même beaucoup d'états pathologiques, parce qu'elle permet de poser certaines conclusions au sujet des mutations intra-organiques. Il résulte des expériences de Trapp qu'à l'aide de la densité on peut évaluer à peu près le chiffre de matières solides excrétées avec l'urine. En multipliant par 2 les deux dernières décimales de la densité, le produit donne en grammes la quantité de matières solides contenues dans 1,000 centimètres cubes de l'urine en question. Soit donc une urine dont le volume quotidien atteint 1,500 centimètres cubes et la densité 1,017, nous obtiendrons :

$2 \times 17 = 34$ grammes de matières solides dans 1.000 centimètres cubes d'urine.

Dans 500 centimètres cubes d'urine, il y aura 17 grammes de matières solides.

Dans 1,500 centimètres cubes d'urine, il y aura $34 + 17 = 51$ grammes de matières solides.

Or, nous avons dit précédemment que, des éléments solides en solution dans l'urine, la moitié environ était constituée par de l'urée et le quart par du chlorure de sodium ; nous aurions donc, dans le cas particulier, environ 25 grammes d'urée et 6 à 7 grammes de chlorure sodique.

On comprend sans peine que ces appréciations ne sont exactes que si les mutations intra-organiques obéissent aux lois physiologiques. Si

celles-ci sont troublées, le calcul n'est plus utilisable et cela est vrai surtout pour les urines albumineuses et sucrées. Dans les cas ordinaires, du reste, l'écart peut atteindre en moyenne 6 o/o du chiffre obtenu ; il faut en tenir compte pour le diagnostic.

Vogel a utilisé avec succès la densité pour le diagnostic différentiel du diabète insipide et de l'hydrurie. Dans le diabète insipide, la densité est faible, il est vrai ; mais si, avec elle, on calcule la quantité des principes solides, la quantité normale est obtenue en raison de l'abondance énorme des urines ; dans l'hydrurie au contraire, la somme des principes solides demeure au-dessous de la normale malgré l'abondance énorme de l'urine.

F. — Modifications de la consistance des urines

La consistance de l'urine normale rappelle celle de l'eau. Mais à l'état pathologique, cette consistance est parfois modifiée.

Les urines, *riches en globules de pus*, qui ont subi la fermentation alcaline, soit dans l'intérieur des voies urinaires, soit après l'émission, prennent une consistance spéciale ; car les masses purulentes se gonflent sous l'influence du carbonate d'ammoniaque et forment une substance filante, à aspect gélatineux, rappelant le mucus. Si la production de pus est très abondante, l'urine en totalité peut offrir une consistance visqueuse.

Dans l'*hématurie* très prononcée, notamment quand le sang provient de la vessie, l'urine laisse déposer des caillots récents, mous, conglomérés, parfois en très grande quantité.

Il ne faut pas confondre l'hématurie avec la *fibrinurie*. Cette affection ne serait pas rare dans l'Ile-de-France. Elle a été également observée plusieurs fois chez des individus atteints de tumeurs papillaires de la vessie par Ultzmann. L'urine, fraîchement émise, paraît très liquide, mais quelques minutes après déjà elle se coagule en une sorte de gelée tremblotante, que l'on peut à peine verser hors du vase. La couleur de l'urine, dans ces cas, est à peine sanguinolente. En secouant l'urine pendant quelque temps, elle reprend sa consistance liquide. Il faut ranger ici le fait rapporté par Bartels, à savoir, qu'après emploi de larges emplâtres cantharidiens, l'urine contient quelquefois une telle quantité de fibrine, qu'elle se coagule déjà dans la vessie et provoque des troubles de la miction (*cystite cantharidienne pseudo-membraneuse*) ; d'autres fois, l'urine laisse déposer, après émission, des caillots volumineux qui nagent dans le liquide.

Enfin, dans les cas de *galacturie*, la consistance de l'urine peut se modifier de telle façon qu'il se produit à sa surface, après séjour à l'air libre, une couche crémeuse assez épaisse.

G. — Modifications de l'odeur des urines

L'odeur de l'urine normale est qualifiée par les auteurs d'aromatique. Depuis que Staedeler a démontré la présence dans l'urine de certains acides volatils (acides phénylique, taurylique, damalurique et damolique), on admet que l'odeur spéciale de l'urine tient à ces substances. Lorsqu'une urine a subi la fermentation alcaline, elle acquiert une odeur repoussante, désignée sous le nom d'*urineuse* ou *ammoniacale*.

Les modifications de l'odeur des urines normales peuvent être le résultat du passage dans les urines de certaines substances odorantes, provenant des aliments ou de certains médicaments. L'ingestion d'oignons crus donne à l'urine une odeur alliacée ; il en est de même pour certaines espèces de choux et de raves. Les asperges donnent à l'urine une odeur ressemblant à celle que dégage l'asparagine sous l'influence des alcalis caustiques. D'après V. Nencki, cette odeur est due à la présence dans l'urine du métylmercaptane.

Parmi les odeurs que donnent à l'urine certains médicaments, la plus connue est l'odeur de violette qu'elle acquiert à la suite de l'usage interne ou externe de l'*essence de térébenthine*. Une odeur analogue se dégage des urines à la suite de l'emploi de certaines préparations de *goudron*. L'urine laisse passer également l'odeur de la *valériane*, du *castoréum*, du *musc*, de l'*asa fœtida*, du *safran*, du *cubèbe*, et du *baume de copahu*.

Dans le *diabète sucré*, l'urine répand parfois une odeur aromatique particulière qui rappelle celle des pommes, de l'éther ou du chloroforme. On l'observe notamment chez les diabétiques en état de *coma diabétique*.

Parfois l'urine exhale une odeur d'*hydrogène sulfuré* : c'est ce qu'on appelle l'*hydrothionurie*. Le fait s'observe dans certains cas d'albuminurie et de cystinurie, lorsque l'urine est dans un état de décomposition avancé. On possède cependant des observations où l'hydrogène sulfuré provenait du voisinage, notamment de l'intestin, et s'était diffusé dans l'urine à travers la paroi vésicale intacte.

Rosenheim et Gutzmann, Müller et Salkowski ont montré qu'il y a des schizomycètes qui sont aptes à créer avec le soufre neutre de l'urine de l'hydrogène sulfuré, amenant ainsi une fermentation hydrosulfurée. Ce fait concorde avec ce que signalait jadis Ranke, de l'urine contenant du sulfure d'hydrogène mêlée à une autre urine y provoquait également le développement de ce corps. Mais tandis que Rosenheim et Gutzmann reconnurent pour agents producteurs de l'hydrogène sulfuré des éléments bacillaires, Müller n'observa que deux formes différentes de coccus, une grande et une petite. Il est facile de *démontrer dans l'urine la présence de l'hydrogène sulfuré* (H^2S). L'urine sera chauffée dans un petit gobelet et un papier buvard imbibé d'acétate de plomb sera maintenu au-dessus de ce gobelet. L'urine contient-elle de l'hydrogène sulfuré, ce papier

prend une teinte brunâtre ou noirâtre (formation de sulfure de plomb, PbS).

L'*odeur fécaloïde de l'urine* indique l'existence de communications anormales entre l'intestin et les voies urinaires.

H. — Modifications de la saveur des urines

On n'est que peu renseigné sur les modifications de la saveur des urines, ce qui n'est pas étonnant vu la répulsion qu'inspire la pratique de cette méthode d'investigation. La saveur de l'urine normale est amère et salée. Dans la glycosurie, elle est sucrée. Pour la pratique, il est utile de savoir que beaucoup de diabétiques goûtent leurs urines et arrivent à exercer leurs papilles de telle façon qu'ils diagnostiquent facilement des variations un peu considérables de la quantité de glycose. Ils acquièrent ainsi le moyen de contrôler jusqu'à un certain point l'efficacité du traitement; le médecin doit éviter, si bonne que soit son intention, de chercher à tromper ces sortes de malades sur l'importance de leur glycosurie.

J. — Sédiments urinaires

Sous le nom de sédiments urinaires, on désigne les précipités que dépose l'urine après un certain temps de repos. On ne constatera que rarement l'absence, dans quelque urine que ce soit, de ce trouble nuageux dont nous avons parlé à plusieurs reprises déjà, en le désignant du nom de nubécule. Lorsqu'un sédiment urinaire apparaît, à l'œil nu, sous forme de granulations ou de sable, on le qualifie de sable ou de gravelle urinaire ; s'il est coloré en rouge par l'adjonction de matière colorante entraînée avec lui, de façon à ressembler à de la poudre de briques rouges, on l'appelle sédiment briqueté, *sedimentum lateritium* (*later*, brique). Disons dès maintenant que le sedimemtum lateritium est constitué presque exclusivement par des cristaux d'acide urique ou d'urates acides.

Pour l'utilisation diagnostique du sédiment, il faut tenir compte en premier lieu des données fournies par l'examen microscopique de ce sédiment.

Pour pratiquer convenablement l'examen microscopique, il faut opérer de la façon suivante :

On verse l'urine à examiner, après l'avoir agitée préalablement, dans un verre à expérience et on la laisse reposer quelque temps, jusqu'à ce que tout le sédiment se soit précipité. Le temps nécessaire à la précipitation varie avec les diverses sortes de sédiments et est évidemment en connexion avec la pesanteur physique des éléments constituants. En général, cependant, il faut, avant de procéder à l'examen, laisser reposer

l'urine une ou deux heures, même pour les sédiments les plus lourds.

A l'aide d'une pipette plus longue que le verre, on recueille un peu du sédiment précipité, et l'on a bien soin de fermer hermétiquement avec le doigt l'orifice supérieur de la pipette, avant de la plonger dans l'urine. Mais dès que la pointe de la pipette est en contact avec le sédiment urinaire, l'index sera un peu soulevé, ce qui permettra à une quantité plus ou moins grande de sédiment, suivant les besoins, de remonter dans la partie inférieure de la pipette. L'orifice sera de nouveau bouché hermétiquement avec l'index, dès que l'on s'apprête à retirer la pipette du liquide, afin que, pendant ce temps, soit empêchée la pénétration dans le tube de liquide provenant des couches supérieures non sédimenteuses de l'urine. Avant de porter sur une lame de verre le sédiment à soumettre à l'examen microscopique, on essuiera soigneusement l'extérieur de la pipette avec un chiffon de drap pour la débarrasser des couches d'urine adhérentes à sa surface externe. En soulevant avec précaution l'index, on peut porter sur la lame autant de sédiment que l'on veut ; mais il est préférable de ne pas en prendre trop, surtout si le sédiment est fort épais. On recouvre avec une lamelle de verre, l'on examine tout d'abord sans addition de réactif avec un grossissement d'environ 300 diamètres.

Dans certaines cliniques, on filtre l'urine ; puis on recueille du sédiment avec une baguette de verre (ou même avec le doigt) pour le porter sous le microscope. Il est inutile d'insister sur la malpropreté de ce procédé et sur le danger auquel il expose le débutant en lui faisant prendre pour des éléments de sédiment des substances étrangères provenant du filtre lui-même. Grâce à l'emploi des *centrifuges*, on réussit à obtenir maintenant les sédiments urinaires d'une manière beaucoup plus propre, plus simple, et plus sûre. Nous nous servons, à la clinique, presque exclusivement de la *centrifuge à main* de Blix et Stenbeck (fig. 231) ; quant à la *centrifuge à toupie* de Gärtner, elle n'a pas répondu à notre attente. Ce qui d'après nous, constitue un avantage considérable de la centrifuge à main, c'est qu'en manœuvrant l'appareil plus ou moins longtemps, avec plus ou moins d'énergie, on est à même d'obtenir, le cas échéant, un sédiment tantôt plus épais, tantôt plus lâche. Les sédiments par trop épais peuvent présenter des inconvénients pour l'examen microscopique. On a construit tout récemment des *centrifuges actionnées par l'eau ;* mais autant que l'on peut en juger d'après notre expérience personnelle, elles le cédent aux centrifuges à main. La centrifugation doit être continuée pendant 3 à 10 minutes. Pour se mettre sûrement à l'abri des accidents, on fera bien de l'entourer d'une corbeille protectrice.

On fera attention à ce que l'examen microscopique porte sur des *urines fraîches ;* en effet, l'urine est-elle abandonnée pendant quelque temps, certaines de ses parties constituantes, par exemple, les cylindres urinaires, peuvent être digérées et se dissoudre. On sait que l'urine contient de la pepsine. Un sédiment urinaire ne contient-il que peu d'éléments figurés, on fait bien de chercher le point avec le bord de la lamelle obturatrice ; on a ainsi un point de repère pour la distance à établir entre l'objec-