

A des doses faibles, bien inférieures à celles où l'urine normale est toxique, l'urine chargée des toxines du *bacterium coli* détermine des accidents persistants, après l'injection de 20 à 30 centimètres cubes. L'animal ne se rétablit pas : il maigrit, cesse de manger et meurt cachectique sans lésions apparentes au bout d'un temps qui varie de quinze jours à un mois en moyenne.

Les produits toxiques de *Purobacillus* sont bien plus actifs : la même dose de liquide filtré, 20 à 30 centimètres cubes, détermine le plus souvent la mort rapide au milieu de convulsions violentes.

Cette étude de la toxicité des urines microbiennes mériterait d'être poursuivie ; une part des accidents urinaires généraux doit être attribuée à l'action de ces produits toxiques d'origine microbienne.

Les notions que nous avons exposées dans ce chapitre sur la toxicité et le pouvoir septique des urines devaient être rassemblées : si incomplètes qu'elles soient, elles nous semblent avoir une réelle importance ; il est impossible sans ces notions d'aborder l'étude de l'infection urinaire.

Nous avons indiqué les divers procédés utilisés pour cette analyse physiologique de l'urine : injection dans les veines pour la recherche de la toxicité ; injection dans le tissu cellulaire ou les séreuses pour la recherche des propriétés septiques. L'expérimentation patiemment poursuivie dans cette voie donnera, nous n'en doutons pas, des résultats applicables au diagnostic, au pronostic et à la thérapeutique.

INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES. — Sur l'analyse physiologique de l'urine, consultez :

FELTZ et RITTER, *De l'urémie expérimentale*, 1891.

BOUCHARD, *Lçons sur les auto-intoxications dans les maladies*, 1887.

LE NOIR, *La toxicité de l'urine normale*. *Revue générale*, 1892 (*Gazette des Hôpitaux*).

CHARRIN, *Poisons de l'organisme*, 1892.

## TREIZIÈME LEÇON

### EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE DES URINES

- I. *Caractères physiques de l'urine normale et pathologique.* — Consistance. — Odeur. — Saveur. — Transparence. — Couleur. — Quantité. — Densité.
- II. — *Réaction et composition de l'urine normale et pathologique.* — Acidité normale ; modifications physiologiques ; alcalinité pathologique. — Urée : ses origines, ses modifications quantitatives, sa décomposition en carbonate d'ammoniaque. — Acide urique. — Urates. — Phosphates : phosphate de chaux, phosphate de magnésie.
- III. *Éléments étrangers :* Sucre dans les urines. — Albumine. — Peptones. — Indican. Urines chyleuses. — Oxalate de chaux. — Cystine. — Sels ammoniacaux : carbonate d'ammoniaque, urate d'ammoniaque, phosphate ammoniaco-magnésien.

#### I. CARACTÈRES PHYSIQUES DE L'URINE NORMALE ET PATHOLOGIQUE.

— Les caractères physiques de l'urine sont, les uns, faciles à percevoir à l'aide de nos sens et d'eux seuls ; telles sont la *consistance*, l'*odeur*, la *saveur*, la *transparence* ; d'autres, comme la *quantité*, la *densité*, ne peuvent être reconnus qu'après certaines recherches. Entre ces deux groupes extrêmes et leur servant comme de trait d'union doit être placée la *couleur*. Sans doute elle est nettement appréciée par l'œil, mais les examens chimique, microscopique ou spectroscopique peuvent seuls, dans nombre de cas, en révéler la cause intime.

S'il suffit de vous indiquer la valeur des premiers, il n'en est pas de même des seconds, que nous ne pourrions étudier avec fruit qu'après vous avoir exposé en détail les précautions nécessaires pour les constater avec toute certitude.

*Consistance.* — La consistance de l'urine normale est à peu près celle de l'eau. Agitée dans un flacon à demi rempli, elle mousse assez fortement et donne de grosses bulles peu persistantes ; il en est de même lorsqu'on l'émet à plein jet, dans un vase. Une mousse plus abondante, plus fine et plus persistante est le propre des urines chargées de sang ou de pus ; cet effet est encore plus intense si le liquide est putride. On l'a signalé assez souvent aussi dans les urines diabétiques et surtout dans les urines albumineuses. Une consistance mucilagineuse et

filante ne se rencontre, en dehors de toute réaction chimique préalable, que dans les urines fortement purulentes et alcalines. Il nous a cependant été donné de l'observer une fois, chez un malade dont les urines étaient parfaitement acides et nullement putréfiées. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce fait en étudiant le pus dans l'urine.

*Odeur et saveur.* — L'odeur de l'urine physiologique récemment émise et non encore refroidie n'a ordinairement rien de désagréable, mais après quelques instants d'exposition à l'air elle devient pénétrante et tout à fait *sui generis*. Cette odeur varie d'ailleurs d'intensité selon le degré de saturation de l'urine; elle est d'autant plus prononcée que la proportion des matières solides en dissolution est plus forte, que l'urine est moins aqueuse et plus colorée; elle varie aussi suivant les personnes, même en état de santé. Les malades et leur entourage y attachent, presque toujours à tort, une grande importance.

L'odeur de l'urine est sensiblement modifiée par l'usage de certains médicaments: le copahu, la térébenthine communiquent une senteur de violette. Un court séjour dans une atmosphère chargée de vapeurs d'essence de térébenthine, dans un appartement récemment peint par exemple, produit le même effet. Certains aliments agissent également sur l'odeur des urines; c'est ainsi que les asperges lui communiquent une fétidité toute particulière; c'est ainsi encore que l'odeur de l'ail, du jambon fumé peut y être retrouvée.

Abandonnée à elle-même à l'air libre, l'urine se putréfie, devient ammoniacale, exhale une odeur fétide d'autant plus marquée qu'il fait plus chaud et qu'elle a été conservée plus longtemps; d'autant plus accentuée que l'urine renferme plus de produits pathologiques, tels que le pus, capables de favoriser l'action des ferments et de hâter sa putréfaction.

Cette fétidité spéciale peut être observée parfois au moment même de l'émission, lorsque des phénomènes de décomposition se sont opérés au sein même de la vessie.

Une odeur de macération, une odeur gangréneuse dans une urine fraîche, coïncide presque toujours avec un aspect sanieux noirâtre. Elle se rattache à l'existence de lésions organiques anciennes ou de lésions inflammatoires profondes des voies uri-

naires. L'odeur n'a cependant pas une grande importance sémiologique.

La *saveur* n'en a heureusement aucune. Contentons-nous donc d'enregistrer, d'une part, qu'à l'état de santé l'urine est légèrement salée et un peu amère; d'autre part, que cette saveur s'atténue toutes les fois qu'il y a momentanément sécrétion exagérée, et enfin qu'elle devient franchement sucrée dans la glycosurie.

*Transparence.* — L'urine normale possède, au moment de la miction, une transparence bien connue. Abandonnée à elle-même, elle laisse apparaître un dépôt nuageux qui a été étudié p. 299 et figuré pl. II, fig. 3 et 4.

En se refroidissant, l'urine des malades fébriles, des rhumatisants, des pneumoniques, etc., se trouble souvent. Elle donne un dépôt abondant, de couleur rosée, formé d'urates qui entraîne avec lui la plus grande partie de sa matière colorante et surtout les pigments pathologiques.

Le même fait s'observe fréquemment en hiver dans les pièces froides quand l'urine est riche en matières azotées. Elle prend alors un aspect boueux, facile à reconnaître quand une fois on l'a observé. Il faut être averti de ce petit fait, car nombre de malades, préoccupés de leur miction, vous présentent ces urines et attachent à ce trouble une signification grave. En chauffant légèrement, on les voit rapidement s'éclaircir pour se troubler ensuite de nouveau par le refroidissement.

Une urine trouble au moment même de son émission est le plus souvent une urine pathologique; on peut y rencontrer des épithéliums, du sang, des matières grasses, du pus et des phosphates précipités par suite de modifications dans la réaction, qui devient alcaline.

On observe des urines complètement troubles à l'émission qui, cependant, ne trahissent aucune lésion de l'appareil urinaire. Ces urines sont d'un blanc sale, elles ont l'aspect des urines purulentes. Elles ne contiennent que des carbonates et des phosphates; quelques gouttes d'acide chlorhydrique leur rendent instantanément leur transparence. On les observe au cours des digestions, en particulier chez les dyspeptiques.

S'il s'agit d'urines troubles, purulentes, il faut, pour bien

apprécier la valeur diagnostique et pronostique de cette perte de transparence, tenir moins compte du degré d'opacité que de la manière dont cette urine se comporte par le repos. Tantôt, en effet, quelques heures suffisent pour voir le liquide s'éclaircir en donnant lieu à un dépôt nettement délimité ; tantôt, au contraire, l'état louche persiste, quel que soit le temps écoulé depuis son émission, et c'est à peine si les couches supérieures sont un peu moins sales que celles qu'elles surmontent. Ce dernier aspect est important à connaître, car il vous permet de prévoir à coup sûr une lésion profonde et ancienne, non seulement des voies urinaires inférieures, mais aussi du filtre rénal lui-même. Nous aurons, d'ailleurs, l'occasion d'insister plus particulièrement sur ces faits, lorsque nous étudierons le pus dans l'urine.

*Couleur.* — On a coutume de caractériser la coloration de l'urine normale par le terme *jaune ambré*, expression d'autant plus heureuse qu'elle nous permet de vous dire immédiatement que nous y trouvons toutes les nuances propres à l'ambre, depuis la plus claire jusqu'à la plus foncée. Ces degrés divers et variés à l'infini d'une même teinte générale ont leur raison d'être dans l'état de concentration plus ou moins marquée du liquide urinaire. C'est ainsi que l'urine du matin est plus colorée que celle qui est rendue peu de temps après le repas. C'est ainsi encore que l'urine de la digestion est d'autant plus claire que les boissons ingérées ont été plus abondantes.

A la fin d'un bon repas, où les vins généreux et surtout le vin de Champagne ont coulé abondamment, l'urine devient incolore ou à peu près ; elle est en même temps très abondante, rendue en grande quantité et à des intervalles très rapprochés. Certains aliments, les poires par exemple, produisent aussi une diurèse marquée chez quelques personnes. C'est pour une raison analogue qu'en hiver, où les sueurs sont rares, l'urine est généralement moins foncée que pendant les chaleurs de l'été. Rapprochons de ces faits l'urine incolore (eau de roche), qui se montre dans certains états nerveux tels que la migraine, l'hystérie, les émotions vives.

Toutes les urines pâles ont pour trait commun de présenter une faible densité et de ne renfermer qu'un dixième environ

des matières fixes de l'urine normale, à moins qu'elles ne soient sucrées.

Neubauer et Vogel ont donné, dans leur excellent livre<sup>1</sup>, une gamme de teintes auxquelles il est facile de comparer la nuance d'un échantillon d'urine. Ainsi, une urine incolore aurait le numéro 0 ; une autre moyennement colorée porterait le numéro 4 ou 5, jusqu'à l'urine presque noire, qui marquerait 9 à leur échelle. Sans vouloir nier l'intérêt de ces délicates recherches, nous ne pouvons leur reconnaître un caractère bien pratique.

Il ne faut pas confondre les simples variations de nuances, que nous venons de vous signaler, avec de véritables changements de couleur. Ceux-ci sont dus à la présence, au sein du liquide, de substances normalement étrangères à sa composition. Ces modifications dans la couleur ont souvent une grande importance. Elles peuvent tenir soit aux *ingesta* et n'être que physiologiques, soit au contraire être la conséquence d'un état pathologique simple ou complexe. Elles ne sont donc pas toujours, tant s'en faut, l'indice d'une maladie des organes urinaires.

Parmi les substances introduites par les voies digestives et capables d'imprimer au liquide urinaire une coloration spéciale, nous trouvons tout d'abord la rhubarbe, qui lui communique une teinte jaune foncée facile à confondre parfois avec celle que peut donner la présence du pigment biliaire, mais que l'ammoniaque distingue immédiatement en donnant, dans le cas présent, une coloration rouge intense. La gomme-gutte, la racine de la grande chélidoine agissent d'une manière analogue ; la garance, le bois de campêche, la betterave rouge, les baies d'airelles, les mûres ont la propriété de la faire passer au rouge ; enfin, Rayer a vu l'emploi de l'indigo continué pendant quelques jours être suivi d'une teinte bleu verdâtre.

L'acide phénique employé en pansements peut rendre les urines noires, l'ingestion du salol et des naphthols peut aussi en foncer la teinte.

Les modifications de couleur d'origine pathologique peuvent

<sup>1</sup> NEUBAUER et VOGEL, *De l'urine et des sédiments urinaires*, 1877, édition française, pl. IV.

tenir à deux ordres de causes bien distinctes : tantôt l'urine est sécrétée normale, mais, chemin faisant, elle se charge de produits étrangers (pus, sang) qui se mêlent à elle et en altèrent l'aspect; tantôt, au contraire, ces modifications ne font que traduire l'état morbide d'organes étrangers à l'appareil urinaire.

Nous ne vous rappellerons ici que pour mémoire les teintes dues à la présence du sang et du pus; elles vous ont déjà été signalées, elles seront spécialement étudiées à propos de l'hématurie et de la pyurie. L'urine est rouge, rouge groseille, rouge grenat, quand elle renferme du sang en notable proportion; elle peut cependant être colorée en rouge foncé sans être hématique; elle peut, tout en étant hématique, être noirâtre, feuille morte, brune. Nous aurons à étudier les moyens d'établir l'origine et la nature de ces colorations; le spectroscope est alors particulièrement utile. Elle est blanc sale, couleur d'orgeat, blanc jaunâtre, grisâtre, quand elle est chargée de pus. Dans le cas de lésions profondes de la muqueuse vésicale par cystite chronique, par cystite pseudo-membraneuse, par dégénérescence cancéreuse et fongueuse, elle peut offrir un aspect sanieux noirâtre, tel qu'on l'obtiendrait par la macération prolongée d'une pièce anatomique.

Indiquons dès maintenant, pour n'y plus revenir, les changements de coloration dus à d'autres influences pathologiques, qu'il est nécessaire de connaître.

Des urines fébriles laissent souvent déposer avec leurs urates une substance rouge qui, après l'action des acides, peut se dissoudre dans le chloroforme. Neller lui donne le nom d'*uroerythrine*. Les alcalis la font virer au vert. On la rencontre plus particulièrement dans le cancer du foie et la cirrhose d'origine alcoolique. Dans le cancer mélanique du foie, surtout s'il est généralisé, et dans le cancer pigmenté de la peau, l'urine contient un chromogène qui, en s'oxydant à l'air, la rend bientôt tout à fait noire.

Cet effet se produit instantanément sous l'influence des réactifs oxydants. Après avoir traité les urines par l'acétate neutre de plomb et filtré, on peut dans la liqueur entraîner ce chromogène par le sous-acétate qui le précipite<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> A. GAUTIER, *Cours de chimie*, t. III, p. 648, 1892.

Les altérations de sécrétion du foie retentissent, en effet, profondément sur la composition de l'urine; c'est alors que nous y trouvons les éléments de la bile et plus particulièrement ses matières colorantes.

Les *urines ictériques* ont une couleur jaune orangé, verte, verdâtre, brune, suivant les cas. L'addition à ces urines d'une petite quantité d'acide chlorhydrique entraîne ordinairement la précipitation d'une partie notable de la matière colorante, en même temps que celle de l'acide urique, qui apparaît plus tard en cristaux plus ou moins volumineux. L'agitation de ces urines acidulées avec de l'éther ou du chloroforme fait passer une certaine quantité de pigment dans ces dissolvants; mais il faut être averti que la quantité dissoute est toujours très faible et même devient presque nulle si les urines sont chargées de pus, albumineuses ou en voie de putréfaction. Aussi convient-il de s'adresser à un autre mode de réaction lorsqu'on se propose de rechercher si des urines renferment ou non les matières colorantes de la bile.

Nous voulons parler de la réaction caractéristique du pigment biliaire en face de l'acide azotique ordinaire. Voici comment il faut opérer: dans un verre à expérience on verse quelques gouttes d'acide nitrique ordinaire (modérément chargé de vapeurs nitreuses par son exposition au soleil<sup>1</sup>), puis on fait lentement glisser le long des parois inclinées du verre le liquide à éprouver. Au bout d'un temps assez court, on observe une série de zones colorées où l'on distingue de haut en bas: le vert, le bleu, le violet, le rouge, le jaune orangé. Finalement, vous n'aurez plus que cette dernière teinte. La couleur verte est la plus caractéristique; la couleur violette l'est également, mais elle est parfois un peu difficile à percevoir. Dans le cas où vous auriez lieu de soupçonner la présence de pus ou d'albumine dans l'urine à expérimenter, vous commenceriez par lui faire subir le traitement suivant: faire bouillir, après avoir très légèrement acidulé par l'acide acétique, de façon à coaguler l'albumine et finalement filtrer. Après refroidissement, et bien que la coagulation ait entraîné

<sup>1</sup> Un acide azotique trop concentré et trop chargé de vapeurs nitreuses a l'inconvénient de décomposer l'urée et de donner un dégagement tumultueux de gaz (azote et acide carbonique).

une partie souvent considérable du pigment, on peut encore facilement, en opérant comme il a été dit plus haut, reconnaître au sein du liquide dépouillé d'albumine la présence de la matière colorante biliaire.

A côté de ces urines ictériques il convient de ranger les urines dites *hémaphéiques*, qui s'en rapprochent par leur origine hépatique, mais qui en diffèrent absolument par les caractères chimiques. On les rencontre dans un certain nombre d'affections fébriles où le foie est en jeu, soit primitivement, soit secondairement, et plus souvent encore dans les lésions organiques de cette glande. Elles sont de couleur rousse, parfois rouge assez vif; tantôt elles restent à peu près claires, tantôt elles déposent un sédiment lui-même roussâtre ou légèrement rouge. Quand on fait agir sur cette urine l'acide azotique ordinaire, on ne produit pas la série des colorations (réaction Gmelin) caractéristiques du pigment biliaire et notamment l'urine ne devient jamais ni verte ni violette. Elle prend seulement une coloration rouge plus intense, coloration que l'on a coutume de comparer à celle du bois d'acajou. Si l'on fait agir l'acide azotique sur le sédiment de cette urine, sédiment composé d'acide urique et d'urates chargés de pigment roux, on obtient un effet analogue, c'est-à-dire une coloration rouge, mais jamais de teinte ni verte, ni violette. Au contact d'un alcali caustique ce pigment impur ne se colore pas en vert après abandon à l'air, tandis que la matière orangée de la bile (que l'on rencontre assez souvent dans l'urine et qui a reçu le nom de bilirubine) prend une coloration verte dans les mêmes conditions.

Dans un grand nombre de cas, l'application directe des réactifs aux urines qui contiennent de l'urobiline (urines dites hémaphéiques), des pigments biliaires, de l'uroérythrine, de la matière bleue, ne donne pas de résultats nets ou des réactions tellement défectueuses que l'on reste dans le doute. Si le liquide est ammoniacal et putride et s'il ne renferme que des traces de pigment, il n'y a parfois aucune conclusion possible; c'est ce qui arrive chez nos malades. Dans ces cas, il vous faudra recourir à la méthode générale si simple imaginée par Méhu. Elle consiste à rendre l'urine très légèrement acide par l'acide sulfurique, puis à la saturer de sulfate d'ammoniaque pur en

poudre sèche. Tout le pigment se sépare, car il est insoluble dans ce liquide saturé de sulfate d'ammoniaque; on le reçoit sur un filtre, on le lave avec une solution aqueuse saturée de sulfate d'ammoniaque et l'on dissout le précipité laissé sur le filtre par des réactifs appropriés. Il est alors très aisé d'obtenir les réactions caractéristiques des divers pigments.

Pour que ces résultats puissent être bien interprétés, disons que la présence des pigments biliaires appartient à la sémiologie, non de l'infection, mais de la résorption biliaire<sup>1</sup>.

Dans certaines formes graves de l'infection, nous devons noter la disparition des pigments de l'urine à la suite de l'acholie qui succède à l'abolition de la fonction biliaire, quand la cellule hépatique est détruite.

L'urobiline<sup>2</sup> est le pigment du foie malade; elle apparaît donc:

- 1° Quand il y a une lésion histo-chimique sans infection;
- 2° Quand l'infection vient se greffer sur un foie déjà malade;
- 3° Quand l'infection seule est assez grave pour altérer la cellule hépatique (ce dernier cas est le moins fréquent).

Sa présence est donc révélatrice, non de l'infection biliaire, mais de l'état du foie, dont elle traduit la déchéance anatomique et l'insuffisance fonctionnelle.

Il est à remarquer que, chaque fois que l'examen chimique des urines établit l'insuffisance du foie, on constate l'augmentation de la toxicité urinaire. Cela a été démontré par MM. Boucharde et Roger.

Pour en finir avec ce qui a trait aux modifications urinaires d'origine hépatique, ajoutons que la présence des acides biliaires a été niée dans beaucoup de cas; elle peut cependant être mise en évidence, surtout dans les urines dites hémaphéiques, mais par des méthodes trop compliquées pour trouver place ici.

On ne rencontre que très rarement dans les affections des

<sup>1</sup> E. Dupré. Thèse de Paris, 1891, p. 147.

<sup>2</sup> Il faut distinguer l'urobiline fébrile, ou hydrobilirubine, du pigment jaune de l'urine normale qu'on appelle souvent, à tort, l'urobitine et qui est l'urochrome. On peut d'ailleurs les distinguer au spectroscope, parce que l'urobiline fébrile donne un spectre composé de deux bandes à droite et à gauche de D et une autre placée vers F qui a son maximum avant F, tandis que l'urochrome présente seulement une bande placée sur la raie F. D'ailleurs, il suffit d'avoir vu une fois ces deux spectres si différents pour ne pas les confondre.

voies urinaires des urines à *sédiment bleu ou violacé*. Tantôt la matière bleue est en fragments irréguliers, visibles seulement au microscope; quelquefois elle affecte une forme cristalline assez nette; mais, le plus souvent, c'est sur les parois du vase, particulièrement au niveau de la surface du liquide, que l'on observe un dépôt violacé généralement amorphe. L'addition de quelques gouttes d'acide azotique révèle souvent l'existence de matières colorantes violettes dans les urines ammoniacales. Ces teintes sont rares, d'ailleurs, et l'on ignore encore et leur cause véritable et leur valeur sémiologique.

Plus exceptionnelle encore est *une teinte verte* du liquide urinaire. Lorsqu'elle existe, elle peut être due à la présence simultanée du sédiment bleu et du sédiment jaune ou rougeâtre; il suffit alors du repos et de l'examen microscopique pour reconnaître la cause de cette coloration. Mais, en général, elle n'est qu'une des formes de l'urine ictérique avec prédominance de la biliverdine, comme on en obtiendra facilement la preuve en essayant ces urines avec l'acide nitrique.

Un aspect *blanchâtre laiteux*, analogue à une émulsion, est un indice presque certain qu'on a affaire à des urines chargées de matières grasses, à des urines chyleuses pour les appeler par leur nom. Nous n'y insistons pas pour le moment.

*Quantité.* — Quand on veut apprécier la quantité d'urine rendue par un sujet sain ou par un malade, on doit recueillir l'urine des vingt-quatre heures. L'urine ainsi récoltée peut être soit mesurée, soit, ce qui vaut mieux, pesée. Il est utile de recueillir séparément l'urine du jour et celle de la nuit.

De nombreuses recherches faites sur des individus sains, Becquerel a conclu que la quantité moyenne d'urine rendue en vingt-quatre heures par un adulte d'un poids d'environ 65 kilogr., est de 1,267 grammes avec des écarts qui peuvent varier de 900 grammes, chiffre minimum, à 1,500, chiffre maximum.

Les oscillations en plus ou en moins, autour du chiffre moyen de 1,200, sont donc fort étendues, et cela sans sortir des limites physiologiques.

De nombreuses causes, en effet, peuvent, en dehors de tout état pathologique, intervenir pour activer ou ralentir la sécré-

tion urinaire. Nous avons eu occasion déjà de vous les signaler à propos de la transparence; qu'il nous suffise donc de rappeler, d'une part, l'influence des *ingesta*, particulièrement des boissons, et, d'autre part, l'antagonisme constant qui existe entre la sueur, l'exhalation pulmonaire et l'excrétion urinaire.

Pour qu'on puisse prononcer les mots d'oligurie ou de polyurie, pour que de pareilles constatations aient une valeur sémiologique, il faut, non seulement que les chiffres extrêmes soient atteints ou dépassés, mais encore que cet état se prolonge et se maintienne pendant une série de jours consécutifs.

D'une façon générale, les influences pathologiques qui amènent la diminution de la quantité d'urine sont plus fréquentes que celles qui l'exagèrent. L'oligurie sera de règle, en effet, toutes les fois qu'il y aura sueurs abondantes, selles profuses, fièvre intense, etc.; tandis que la polyurie ne se rencontrera guère qu'au cours du diabète, de l'azoturie, de quelques néphrites ou de certains états nerveux ou hystériques. Mais il n'en est plus de même, nous tenons à vous en avertir, lorsqu'on envisage plus particulièrement, comme nous le faisons ici, la pathologie des voies urinaires. La polyurie est, comme nous aurons occasion de le dire, chose fréquente parmi nos malades, bien plus fréquente surtout qu'on ne serait tenté de le penser, si on ne prenait le soin de mesurer la quantité du liquide excrété. Mais ce sujet est trop important pour être traité ici; nous vous l'exposerons plus tard avec tous les détails qu'il comporte<sup>1</sup>.

Les modifications quantitatives de l'urine importent au clinicien à un double point de vue.

D'une part, elles sont fort souvent un élément soit de diagnostic, soit de pronostic. Pour ne parler que des urinaires, nous aurons à insister sur la gravité spéciale d'une oligurie prolongée et sur la valeur particulière, qu'il convient d'attribuer, à une polyurie permanente bien que peu accentuée.

D'autre part, la notion de quantité est de nécessité absolue, lorsqu'on se propose de déterminer le chiffre de tels ou tels matériaux solides, éliminés par la voie rénale. Le chimiste, qui fait une analyse d'urine, ne tient compte, en effet, que des

<sup>1</sup> Voir Leçon XVI.

éléments présentés par un volume ou un poids déterminé d'urine. Aussi le résultat qu'il remet n'acquiert-il sa valeur véritable que lorsqu'il est rapproché de la quantité d'urine sécrétée. Disons-nous, par exemple, que l'urée est diminuée parce que l'on n'en aura constaté que 15 grammes pour un litre si le sujet en observation en émet 4 ou 5 litres par jour? Il est donc de toute nécessité de rapporter toujours au chiffre total des urines rendues en vingt-quatre heures ce que l'analyse a appris pour telle ou telle quantité partielle<sup>1</sup>.

Même importance encore de ce petit calcul bien simple d'ailleurs, quand il s'agit de connaître les conditions de déperdition et d'épuisement indiquées par une urine pathologique. Si la quantité des matières dissoutes dans un kilogramme est considérable et si en même temps la quantité d'urine est elle-même excessive, le malade est dans des conditions bien autrement compromettantes pour sa vie, que si l'un des facteurs s'était seul accru.

C'est encore cette même notion de quantité totale qui seule nous permettra d'interpréter à leur juste valeur les renseignements tirés de la densité de l'urine.

Dans le cas où, pour une raison quelconque (incontinence d'urine, manque de surveillance), on ne pourrait mesurer la quantité d'urine excrétée par un malade en vingt-quatre heures, il serait possible, d'après Méhu, de la fixer approximativement en prenant pour base l'analyse même de ces urines. En admettant, ce qui est à peu près vrai, que 1 kilogramme d'urine normale contienne en moyenne 10 grammes de sels minéraux anhydres, si l'on ne constate que 2 grammes de sels minéraux, on conclut que l'urine est rendue en quantité 10/2 ou 5 fois plus considérable que dans l'état normal. Si l'on obtient 6 grammes de sels anhydres, le rapport 10/6 indiquera qu'il faut multiplier le volume normal (1,500 cc.) de l'urine par le rapport 10/6, et ainsi de suite. L'urine qui ne contient

<sup>1</sup> Il peut être nécessaire parfois, étant donnée une analyse en poids, de la traduire en volume, ou inversement.

En multipliant par la densité le poids d'un élément constitutif d'un kilogramme d'urine, on obtient le poids de cet élément contenu dans un litre. Réciproquement, en divisant par la densité le poids d'un élément d'un litre d'urine on a ceux du kilogramme.

que 1 gramme de sels minéraux correspond alors à 15 litres par jour.

Ce mode d'appréciation est encore bon quand l'urine très chargée de sels minéraux est rendue en beaucoup plus faible quantité par jour que dans l'état normal. L'urine d'un malade renferme-t-elle 18 grammes de sels minéraux par kilogramme, le rapport 10/18 ou 5/9 indique la quantité d'urine rendue par jour, 1,500 grammes multipliés par 5/9 ou 830 grammes environ.

Nous n'entendons pas attribuer à ce mode d'appréciation une valeur mathématique, car il faudrait tenir compte aussi du poids de la personne, de l'alimentation, etc. ; mais, ayant été à même de vérifier dans nombre de cas sa valeur entre les mains de Méhu, nous vous le recommandons comme pouvant rendre de véritables services dans la pratique courante.

*Densité.* — Deux moyens peuvent être employés pour déterminer la pesanteur spécifique de l'urine : la balance et l'aréomètre. Le procédé à l'aide de la balance, par la méthode dite du flacon, bien que plus précis, n'est pas d'un usage journalier, nous n'y insisterons donc pas ; vous le trouvez d'ailleurs décrit dans tous les traités de physique. Le plus souvent on se sert d'un petit densimètre, dit pèse-urines, qui indique les densités des liquides dont le poids varie de 1,000 à 1,050 grammes par litre.

Le densimètre doit flotter librement dans le liquide et ne pas toucher aux parois du vase ; celui-ci ne doit être rempli qu'à 1/2 centimètre du bord. On se sert avec avantage d'un verre à expérience ou mieux encore d'une flûte à vin de Champagne qui n'exige qu'un faible volume d'urine. On lit la densité au niveau de la surface du liquide et non au sommet du ménisque qui s'élève le long de la tige du densimètre. En opérant ainsi, à la température de 15 degrés centigrades, sur un échantillon des urines totales émises en vingt-quatre heures, on trouve que la densité moyenne de l'urine normale est de 1,018, ce qui revient à dire que 1 litre de ce liquide pèse 1,018 grammes.

Nous avons dit avec intention : à la température de 15 degrés, car 3 degrés de différence dans la température déterminent ordinairement un écart de 1 degré dans la densité d'une urine

normale. L'influence thermométrique varie d'ailleurs suivant la quantité et la qualité des matières fixes de l'urine.

Ce sont là des causes d'erreur qu'on doit toujours avoir présentes à l'esprit quand on se propose une pesée rigoureusement exacte. Si tel était le but poursuivi, il faudrait tout d'abord dégager le gaz dissous dans l'urine. Mais n'insistons pas plus longtemps sur ces détails qui ne jouent qu'un rôle secondaire au point de vue pratique.

D'une façon générale, nous vous l'avons dit, l'urine normale accuse le chiffre de 1,018 au pèse-urines; mais on peut constater de nombreuses oscillations autour de ce chiffre moyen.

La densité augmente ou diminue suivant les changements de rapports qui s'établissent entre la quantité d'eau et celle des matières dissoutes. Ajoutons toutefois que deux urines d'égale densité ne laisseront pas nécessairement de résidus secs de même poids; les sels minéraux, en effet, communiquent au liquide, toutes choses égales d'ailleurs, une densité bien plus élevée que les substances organiques.

A l'état physiologique, elle s'élève ou s'abaisse suivant que la quantité des urines est diminuée ou augmentée. Peu importe que les modifications quantitatives soient essentiellement transitoires, comme cette diurèse passagère que nous vous avons signalée à la suite d'un bon repas, ou qu'au contraire elles portent sur tout un jour ou même toute une série de jours. En été, par exemple, quand le corps subit une sudation d'autant plus abondante qu'il est soumis à un exercice plus violent, la densité de l'urine peut s'élever au bout de plusieurs jours jusqu'à 1030 et même 1035. C'est un fait bon à connaître, car la miction de cette urine très concentrée devient difficile ou, pour mieux dire, douloureuse. Si l'on n'écoutait que les sensations accusées par le sujet, on serait tenté de croire à quelque état anormal, tandis qu'il n'y a, en réalité, qu'exagération d'un fait physiologique.

A l'état pathologique, le rapport entre la densité et la quantité n'est plus chose aussi constante. Ne constatons-nous pas journellement, chez des diabétiques, les chiffres 1020, 1025, et cela, non seulement chez les glycosuriques non polyuriques, mais même aussi chez ceux qui émettent des 4 et 5 litres d'urines en vingt-quatre heures? Il y a chez eux augmen-

tation, non pas seulement relative, mais absolue, dans le chiffre des matériaux solides éliminés. Par contre, vous verrez des sujets (et nous avons particulièrement en vue ici nos malades polyuriques des voies urinaires) dont les urines ont, toute chose égale d'ailleurs, une densité inférieure à la normale.

Toutefois, dans la grande majorité des cas morbides, les choses se passent comme à l'état physiologique. L'on peut dire qu'en règle générale toute modification quantitative des urines se traduit par une modification en sens inverse de l'élément densité. La réciproque n'est pas moins vraie et l'on peut avancer hardiment que *toute densité anormale doit éveiller l'attention du côté de la quantité* et engager à la vérifier, si on ne l'a déjà fait. Tant que la densité ne s'abaisse pas au-dessous de 1010, elle ne permet pas de prévoir le chiffre des urines excrétées; il peut y avoir polyurie légère, mais il se peut tout aussi bien qu'il s'agisse simplement de personnes convalescentes, pâles, débiles ou anémiques. Entre 1010 et 1005 la polyurie est presque certaine. Une densité de 1005 et, à plus forte raison, une densité inférieure à ce chiffre, doivent être considérées comme l'indice certain d'une sécrétion urinaire exagérée.

II. RÉACTION ET COMPOSITION DE L'URINE NORMALE ET PATHOLOGIQUE. — *Réaction.* — L'urine normale de l'homme rougit le papier de tournesol.

Cette acidité de l'urine a été diversement expliquée. On a tenté de l'attribuer à la présence de l'acide urique; mais elle ne lui appartient que secondairement. En effet, on ne voit le papier de tournesol virer au rouge franc ni dans une solution aqueuse d'acide urique saturé à froid, ni dans cette même solution à chaud. Mais au sein de l'urine, cet acide agit par double décomposition. Mis en présence des sels neutres, et particulièrement du phosphate de soude, il s'empare d'une partie de la base du sel et le transforme en phosphate acide de soude, à réaction acide manifeste. C'est à ce titre que l'acide urique est l'agent principal de l'acidité normale de l'urine physiologique. L'acide carbonique agit de même, mais à un degré beaucoup moindre. L'acidité de l'urine est due aussi au suc gastrique, à l'acide sarcolactique des muscles, aux acides oxalique



et hippurique et aussi, d'après Bouchard, à l'acide phosphoglycérique.

Dans l'état de santé, même le plus parfait, la réaction de l'urine ne resterait pas identique à elle-même aux différentes heures du jour, d'après les observations personnelles de M. Delavaud, confirmées par les recherches de Bence Jones. Ces observateurs ont vu que la première émission faite le matin au moment du réveil, est constamment acide; les émissions qui se succèdent jusqu'au moment du déjeuner, sont ou neutres ou légèrement alcalines et exceptionnellement acides; à partir du repas de onze heures et jusqu'au lendemain matin, l'acidité est de règle et toujours nettement accusée<sup>1</sup>.

Ces oscillations quotidiennes ne sont pas les seules variations physiologiques, que puisse subir la réaction urinaire. L'acidité peut devenir très faible ou même faire place à un état neutre, après un bain prolongé, après l'ingestion d'une grande quantité de boissons, s'il n'y a pas eu diaphorèse abondante (Andral).

Mais ce sont surtout les influences exercées par le régime et par certains *ingesta* qu'il importe de connaître. Les sels alcalins à acides végétaux, qui existent en abondance dans certains fruits, les tartrates (raisins, prunes), les citrates (groseilles), les malates (pommes), les acétates alcalins, dont l'élimination hors de l'organisme se fait à travers le filtre rénal à l'état de bicarbonates alcalins, diminuent l'acidité de l'urine lorsqu'ils sont employés dans une certaine mesure. Sous leur influence prolongée ou exagérée, l'urine peut devenir capable de bleuir le papier de tournesol. Il en est de même de l'usage longtemps continué, même à dose moyenne, d'une eau très alcaline (Vichy, Vals).

Claude Bernard s'est attaché tout particulièrement à déterminer par voie expérimentale les diverses conditions, tant physiologiques qu'accidentelles, qui peuvent faire varier la réaction de l'urine. Malgré l'intérêt considérable qui s'attache à ces recherches, nous ne suivrons pas le grand physiologiste

<sup>1</sup> Ch. ROBIN, *Leçons sur les humeurs normales et morbides du corps de l'homme*. Paris, 1878, p. 732.

dans cette voie, cela nous entrainerait trop loin; mais prenons note du rapport constant qu'il a démontré entre la nature de l'alimentation et le genre de réaction. « La réaction acide de l'urine est en rapport avec une alimentation azotée. C'est pour cette raison que les animaux à jeun ont l'urine acide parce que, vivant de leur propre substance, ils se trouvent soumis à un régime azoté. Peu importe d'ailleurs que les matières azotées soient d'origine animale ou végétale<sup>1</sup>. » Inversement on peut, comme cet illustre expérimentateur l'a observé sur lui-même, obtenir chez l'homme l'alcalinité de l'urine par un régime non azoté. Ce ne fut toutefois que le lendemain que son influence se fit sentir.

N'oubliez aucun de ces faits, car vous aurez à les utiliser pour prescrire leur régime aux calculeux uriques.

L'état neutre, voire même l'alcalinité, peuvent donc appartenir à l'urine normale au moment de l'émission, mais il n'en est pas de même de l'alcalinité ammoniacale, qui est un fait de fermentation.

Cette transformation s'accomplit spontanément dans l'urine primitivement normale et acide que l'on a abandonnée à elle-même dans un vase ouvert, l'urée se changeant en carbonate d'ammoniaque. Cette transformation que déterminent divers microbes est, comme toutes les fermentations, hâtée par une température un peu élevée, elle est favorisée par la présence au sein du liquide de matières organiques telles que le pus, l'albumine, les épithéliums. Les urines qui ont subi ces mélanges conservent difficilement leur réaction acide.

De ces variations de réaction il résulte qu'une urine ne pourra être dite vraiment neutre ou alcaline que si on l'examine au moment de son émission et dans des conditions toujours semblables. D'autre part elle ne pourra être déclarée pathologique que lorsqu'on se sera enquis du régime et des habitudes du sujet. Il est, de plus, nécessaire, dans certains cas, d'examiner la réaction de l'urine au commencement et à la fin de la miction. Nous avons, en effet, souvent remarqué que, lorsqu'on pratique le cathétérisme chez les urinaires qui suppurent, les premières portions de l'urine peuvent être neutres ou peu alcalines, alors

<sup>1</sup> Claude BERNARD, *Leçons sur les liquides de l'organisme*. Paris, 1859, t. I<sup>er</sup>, p. 18.

que les dernières gouttes d'urine recueillie, provenant du bas-fond de la vessie, sont nettement et quelquefois fortement alcalines.

Il est une seconde réserve qu'il convient de faire, à savoir : l'influence exercée sur la réaction de l'urine, par la présence abondante du sang au sein du liquide excrété. Si l'urine était faiblement acide, elle pourrait, par le fait de ce mélange, devenir neutre.

Par contre, il est certaines urines légèrement acides qui ne doivent cette réaction qu'à l'acide carbonique qu'elles renferment. Il suffit de les porter à 50 degrés pendant quelques instants et de les agiter pour les ramener à leur état véritable.

Les urines peu acides ou neutres (quelle que soit d'ailleurs la cause de cette modification) peuvent prêter, lorsqu'on les chauffe, à une erreur d'interprétation. Il est très important de le savoir. Même sans aller jusqu'à l'ébullition, on voit se produire (surtout si l'on agite vivement le liquide dans le tube) un trouble abondant qui rappelle l'aspect de l'albumine coagulée. L'addition d'un peu d'acide acétique le fait instantanément disparaître. Il s'agit, en effet, de phosphates terreux précipités après le dégagement de l'acide carbonique provoqué par la chaleur. Les urines normales, conservées dans un flacon fermé pendant un ou deux jours, offrent fréquemment ce phénomène, et cela avec une intensité d'autant plus grande qu'elles s'éloignent plus de leur acidité première.

L'acidité faible de l'urine n'a aucune valeur diagnostique ou pronostique, à moins qu'elle ne succède à des urines ammoniacales et qu'elle ne traduise ainsi une amélioration véritable.

L'acidité forte n'indique nullement un état pathologique de l'appareil urinaire. Elle devra cependant fixer votre attention, car c'est, nous le verrons en étudiant l'acide urique, la condition qui paraît le plus favoriser sa précipitation et disposer à la formation de la gravelle de ce nom.

L'urine neutre est le plus souvent une urine qui tend à se putréfier ou même, qui a déjà commencé à subir un certain degré de putréfaction. A ce titre, elle mérite d'attirer votre attention sur l'état du réservoir urinaire.

Les urines alcalines et ammoniacales ont, à cet égard, une

grande importance. Elles révèlent, en effet, un état de souffrance plus ou moins avancé de la vessie et particulièrement de sa muqueuse.

Nous aurons à longuement nous occuper de cette question ; pour le moment indiquons le moyen de reconnaître si une urine alcaline est ammoniacale. Pour s'en assurer, on en chauffe quelques grammes dans un tube de verre sur une lampe à alcool, et l'on plonge dans l'espace vide du tube une bande de papier de tournesol rouge et humide. En se volatilissant, le carbonate d'ammoniaque bleuirait le papier de tournesol, et deviendrait perceptible par son odeur. On peut encore plonger dans le tube une baguette de verre trempée dans l'acide chlorhydrique ; on observe alors un nuage blanc, dû à la formation du chlorhydrate d'ammoniaque. Ajoutons que ces urines ammoniacales déposent toujours des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien, qu'il est possible et même très facile de reconnaître au microscope.

Disons aussi comment vous pourrez évaluer le degré d'acidité de l'urine. Il y a un véritable intérêt à le faire dans certains cas et l'on peut y arriver, d'une façon approximative, mais suffisante en pratique, à l'aide du papier de tournesol. Ce réactif est assez sensible pour que les teintes que lui donne l'urine permettent d'apprécier son acidité. Trempé dans une urine normale, le papier bleu prend une teinte rouge un peu sombre, lie de vin ; il devient rose assez pâle lorsque l'acidité est inférieure à la normale ; il tourne brusquement au rouge franc lorsque l'acidité est forte ; enfin il reste bleu si l'urine est alcaline ou neutre. Examinez soigneusement ainsi l'urine des graveleux et des calculeux uriques et apprenez-leur à faire le contrôle de ses réactions.

Pour avoir une mesure précise du degré de l'acidité, il faudrait se servir d'une solution de soude, titrée de telle façon que 1 centimètre cube de la solution saturée exactement 0 gr. 005 d'acide sulfurique anhydre. On verse la solution de soude dans un volume déterminé, 50 centimètres cubes par exemple, de l'urine à examiner, jusqu'à ce que celle-ci devienne neutre au papier de tournesol. Le nombre de centimètres cubes de la solution, qui aura été nécessaire, correspondra à un même nombre de fois 0 gr. 005 d'acide sulfurique, il donnera la valeur numé-

rique de l'acidité de l'urine étudiée ; 100 centimètres cubes d'une urine normale seront neutralisés par 50 centimètres cubes d'une pareille solution ; ce qui revient à dire que l'acidité d'une urine normale correspond, pour 100 centimètres cubes d'urine, à 0 gr. 25 d'acide sulfurique ; quand on choisit l'acide oxalique pour évaluer l'acidité normale de la sécrétion urinaire, on arrive à 0 gr. 28.

*Composition de l'urine.* — Les éléments constituants de l'urine normale sont nombreux et variés. L'analyse complète nous y révèle les suivants :

Eau,	Phosphate de soude,
Urée,	— de potasse,
Créatine,	— de chaux,
Créatinine,	— de magnésic,
Xanthine et corps analogues <sup>1</sup> ,	Phosphate acide de soude,
Allantoïne,	Sulfates,
Matières colorantes,	Sels ammoniacaux et sels de fer (des
Acide carbonique,	traces),
— urique,	Combinaisons organiques sulfurées,
— hippurique,	phosphorées,
— benzoïque,	Ferments solubles <sup>2</sup> .
Chlorures, alcalins,	

Un homme de poids moyen (65 kilogr.) élimine en vingt-quatre heures 1300 centimètres cubes d'urine qui contiennent environ 30 grammes d'urée, 0,50 centigrammes d'acide urique,

<sup>1</sup> G. SALOMON (*Virchow's Archiv.*, t. 123, p. 534-556, 1889), après avoir montré autrefois que la xanthine, la para et l'hétéro-xanthine sont des éléments de l'urine normale, s'est préoccupé de pouvoir les déceler dans de petites quantités d'urine. Il y est parvenu en remarquant que la para et l'hétéro-xanthine ont la propriété de former des composés cristallins peu solubles avec la soude ou la potasse, ce qui permet de les séparer de la xanthine, qui reste alors en solution.

Les combinaisons cristallisées de la para et de l'hétéro-xanthine sont décrites dans le Mémoire de Salomon, auquel nous renvoyons le lecteur. D'après cet auteur, la para-xanthine est le représentant du groupe xanthique le plus souvent présent dans l'urine normale.

Dans sept cas pathologiques dans lesquels la réaction de la soude était encore réussie, la para-xanthine fut quelquefois absente.

<sup>2</sup> M. A. Béchamp a retiré de l'urine normale un ferment apte à saccharifier l'amidon qu'il a nommé néphrozymase. Il le précipitait des urines à l'état impur par l'alcool. Von Vintschgau et Corbelli admirent, d'après ces propriétés, qu'il est identique à la ptyaline.

Holovotschiner a montré qu'il se conduit comme un mélange de ptyaline et de chymosine ou présure.

L'urine normale contient aussi de la pepsine, que Sahli a mise en évidence en montrant la peptonisation de la fibrine par l'urine. Voir A. GAUTIER, *Cours de chimie*, t. III, p. 627, 1892.)

12 grammes de chlorures, 3 grammes de phosphates, 4 grammes de sulfates. Ce sont les éléments dont il est indispensable de connaître les proportions. Elles peuvent varier, même à l'état physiologique : suivant le poids du corps, l'alimentation et la manière de vivre.

Fidèles au but clinique que nous poursuivons, nous n'étudierons que ceux des éléments normaux dont les modifications quantitatives, en plus ou en moins, ont une signification importante ; ceux dont l'augmentation suffit à modifier l'aspect des urines qui peuvent par cela seul devenir troubles ou abandonner des dépôts sur les parois ou au fond du vase qui les contient. C'est à ces titres divers que nous aurons à indiquer les moyens techniques nécessaires pour rechercher et reconnaître l'urée, l'acide urique, les urates, les phosphates.

Mais ce qui méritera surtout des développements étendus sera l'étude des conditions de production de l'urée, de l'acide urique et plus tard de l'acide oxalique.

Le fonctionnement du rein, les circonstances qui influent sur la nutrition, celles qui favorisent la lithiase ou s'opposent à son développement, trouvent dans cette recherche les éléments les plus utilisables dans la pratique. Vous aurez chaque jour à en tenir compte pour vos déterminations opératoires ; vous aurez à les utiliser à tout instant, pour indiquer aux calculateurs les règles qui doivent les guider, aussi bien dans leur alimentation, que dans leur façon de vivre et de se soigner.

*Urée.* — Lorsque, à l'exemple de Claude Bernard, on examine l'urine d'un mammifère soumis au jeûne absolu, on constate que, quel que soit l'animal en expérience, le liquide examiné renferme constamment de l'urée. Tous les autres éléments ont pu varier en quantité, quelques-uns même ont disparu, mais l'urée reste.

L'urée est donc l'élément, sinon caractéristique, car on la trouve dans presque tous les liquides de l'organisme, du moins fondamental de l'urine. Elle en est en même temps un des éléments principaux, puisque, à elle seule, elle fournit ordinairement plus du tiers des matières fixes. On conçoit donc l'importance de son étude.

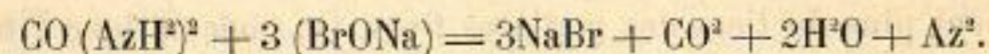
L'urée obtenue à l'état d'isolement se présente sous forme

de cristaux incolores, très solubles dans l'eau et l'alcool, insolubles dans l'éther sec. Dans l'urine, l'urée est à l'état de dissolution. Pour l'isoler on évapore l'urine, de préférence à une température peu élevée, et on reprend l'extrait sirupeux par l'alcool concentré. Il y a inconvénient à chauffer trop longtemps l'extrait de l'urine avec de l'alcool chaud. En effet, Jaffé et R. Cohr<sup>1</sup> ont montré que l'alcool transforme, dans ces conditions, une partie de l'urée en uréthane composé qui n'existe pas dans l'urine. Il se forme en plus une substance cristalline, vitrée, probablement analogue à l'acide allophanique.

Les sels et les matières insolubles dans l'alcool étant séparés par le filtre, on évapore la liqueur alcoolique, puis on verse dans l'extrait concentré et refroidi de l'acide azotique pur, en excès sensible; peu à peu l'azotate d'urée se dépose sous la forme d'une bouillie cristalline, qui est desséchée entre des feuilles de papier Joseph. L'azotate d'urée traité par le bicarbonate de potasse fournit de l'urée; on reprend le mélange desséché par de l'alcool qui ne dissout guère que l'urée, et on fait cristalliser cette dernière à plusieurs reprises. La préparation de grandes quantités d'urée offre des difficultés pratiques nombreuses.

Si l'on se proposait seulement de constater la présence de l'urée, on se contenterait de l'obtenir à l'état d'oxalate ou mieux, en procédant comme nous venons de l'indiquer, d'azotate d'urée, dont les cristaux examinés au microscope sont assez caractéristiques, p. 341, pl. IX, fig. 6.

La recherche d'un procédé de dosage simple, rapide et assez exact de l'urée de l'urine a pendant longtemps occupé les chimistes. En clinique, l'avantage d'un tel procédé est considérable; nous ne pouvons en effet utilement conclure qu'en répétant un grand nombre de fois, pour le même cas, le dosage de l'urée. Aujourd'hui on se sert avec succès de l'hypobromite de soude, bien que ce sel ne décompose pas aussi complètement l'urée à la température ordinaire que semble l'indiquer la formule :



<sup>1</sup> JAFFÉ et R. COHRN, *Zeit. Physiol. Chem.*, t. 14, p. 395-404, 1890.

Au contact de l'hypobromite alcalin, l'urée se décompose en acide carbonique, eau et azote. On absorbe l'acide carbonique par la soude caustique et l'on mesure le volume de l'azote; de ce volume d'azote on déduit le poids de l'urée. Le procédé que M. P. Regnard a fait connaître, en juin 1873, est basé sur ces faits, il remplit la plupart des conditions désirables pour la pratique<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Préparation de l'hypobromite (P. REGNARD). — Rien n'est plus simple que de préparer le réactif nécessaire aux opérations. Dans 140 centimètres cubes d'eau, on verse d'abord 60 centimètres cubes de lessive de soude du commerce, puis, en agitant, 7 centimètres cubes de brome. On obtient un liquide jaune contenant un grand excès de soude et un mélange variable d'hypobromite, de bromure et de bromate de sodium. On verse le réactif dans un flacon fermé à l'émeri: il s'y conserve un ou deux mois.

Nous avons un peu modifié la formule donnée par M. Yvon, de manière à employer une moins grande quantité de liquide.

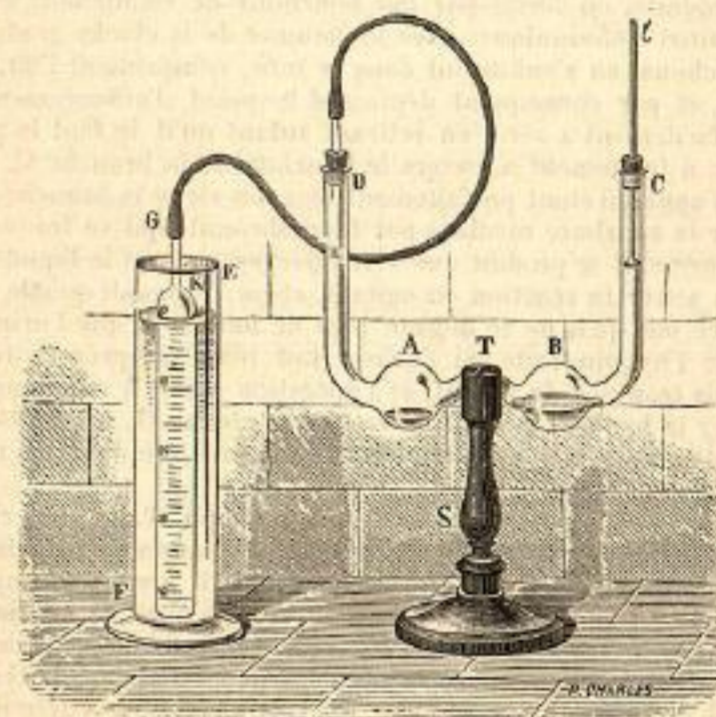


Fig. 4. — Dosage de l'urée, procédé de M. P. REGNARD.

Description de l'appareil (fig. 4). — Soit un tube en U présentant à sa partie moyenne une courbure T à concavité inférieure. — De chaque côté de cette courbure se trouve une boule soufflée; dans la boule A, on introduit par la branche D environ 7 centimètres cubes de la solution d'hypobromite. — Dans la boule B on introduit, au moyen d'une pipette graduée, deux centimètres cubes de l'urine à essayer. — On voit de suite que la courbure médiane a pour but d'empêcher le mélange de deux liquides.

D'un autre côté, on a une éprouvette E remplie d'eau, dans laquelle plonge une