Appendice. — Les *albumoses* (*hémialbumoses*, *propeptones*) ne se rencontrent que rarement dans l'urine. L'*albumoserie* se reconnaît à ce que portée à l'ébullition et additionnée d'acide azotique ou d'acide acétique, l'urine demeure limpide ; mais dès que l'urine se refroidit, le trouble apparaît, car c'est alors que les albumoses précipitent. L'urine est-elle réchauffée, les albumoses se redissolvent et l'urine redevient limpide, etc.

Si l'urine contient en même temps des albumoses, de la séralbumine et de la séroglobuline et que, pour une cause ou une autre, il y a quelque intérêt à séparer ces deux variétés d'albumine, voici comment l'on procédera : ayant ajouté à l'urine un quart de son volume d'une solution salée concentrée, on la portera à l'ébullition en additionnant d'acide acétique, et on la filtrera toute chaude. La séralbumine et la séroglobuline précipitées d'ans l'urine chaude, seront retenues par le filtre de papier, tandis que les hémialbumoses dissoutes dans l'urine chaude, traverseront le filtre avec l'urine et ne précipiteront qu'au refroidissement.

En se tenant à la définition chimique des peptones donnée par Kühne, il faut avouer que jusqu'à présent on ne possède point de données sûres et certaines sur l'apparition des peptones dans l'urine (*peptonurie*, Stadelmann). La soi-disant peptonurie décrite par les auteurs, n'est autre chose que de l'albumosurie.

B. — Recherche dans l'urine des matières colorantes de la bile.

Nous avons déjà décrit plus haut (p. 708) l'aspect de l'urine ictérique. Dans bon nombre de cas, cet aspect à lui seul suffit amplement pour que l'on se prononce avec certitude sur la présence dans l'urine des matières colorantes de la bile. Si l'on veut en démontrer chimiquement la présence dans l'urine, on se servira des *procédés de Maréchal* ou *de Gmelin*.

Le réactif de Maréchal pour les matières colorantes de la bile consiste en ce que additionnée de teinture d'iode ou d'une solution d'iodure de potassium iodo-iodurée (iode pur 0 gr. 1, iodure de potassium 0 g. 2, eau

des intoxications aiguës ou chroniques, pour le diagnostic desquelles on s'aidera des commémoratifs ; 4° en dehors de ces circonstances, on recherchera l'existence d'une affection rénale ou cardiaque.

Dans les néphrites, l'albuminurie s'observe presque toujours, en petite quantité, dans les néphrites interstitielles, où elle s'accompagne de polyurie, de bruit de galop, de symptômes toxiques et des signes résultant de l'hypertension artérielle ; dans la néphrite dite parenchymateuse chronique, l'albuminurie est abondante, au moins pendant la première période de la maladie ; elle s'accompagne d'œdèmes et d'oligurie ; 5° l'*albuminurie* des cardiopathies, qui traduit l'asystolie rénale, est facilement rattachée à sa cause par l'examen du cœur. En outre, au cours des néphrites, le cœur peut également faiblir après s'être hypertrophié, et entraîner de la stase rénale qui vient compliquer les lésions de néphrite : on se trouve alors en présence d'une albuminurie d'origine complexe ; 6° lorsqu'aucune de ces circonstances ne se trouve réalisée, il faut rechercher la source de l'albuminurie dans une intoxication d'origine digestive (dyspepsies, affections du foie), d'origine diathésique ou dyscrasique (goutte, diabète, obésité), ou enfin dans une affection du système nerveux, de la peau, etc.

200 grammes, *liqueur de Lugol*), l'urine qui renferme des matières colorantes de la bile prend une coloration vert émeraude.

La réaction de Gmelin consiste à verser dans un tube à essai un peu d'acide nitrique nitreux et on y ajoute goutte à goutte le long du verre l'urine à essayer. Si celle-ci contient de la matière colorante biliaire, il se forme au contact des deux liquides une série d'anneaux colorés superposés qui sont de haut en bas de teinte verte, bleue, violette, jaune orangé et jaune. Cependant la réaction n'est probante que si l'anneau vert existe (biliverdine). Un anneau brun apparaît dans beaucoup d'urines qui ne contiennent point de matières colorantes de la bile ; il est redevable de son origine à la présence dans l'urine des matières colorantes d'indigo.

L'urine est-elle pauvre en matières colorantes de la bile, il est à recommander d'avoir recours à la *modification du procédé de Gmelin* proposée par O. Rosenbach. L'urine à essayer est filtrée une ou plusieurs fois à travers un filtre de papier, pour que celui-ci s'imbibe le plus possible de matières colorantes ; on étend sur une assiette de porcelaine blanche le filtre imbibé de matière colorante de la bile et à l'aide d'une baguette de verre on y laisse tomber une goutte d'acide azotique. Autour de la goutte, on verra en très peu de temps une série d'anneaux concentriques : au centre un anneau jaune, puis un anneau brun, violet, bleu et tout à fait à la périphérie un anneau vert.

Dans la pratique courante, nous estimons le procédé de Maréchal (teinture d'iode ou liqueur de Lugol) plus commode et peut-être même plus exact que celui de Gmelin ; car, à plusieurs reprises, nous avons eu des résultats positifs avec celui-là même dans des cas où celui-ci avait fourni des résultats négatifs. Du reste, il arrive aussi que ces deux procédés diffèrent parfois de par la netteté des résultats donnés par eux.

Le procédé de Gmelin échoue parfois en cas d'ictère fébrile. Quelques urines ictériques ne fournissent de réactions colorantes qu'après exposition à l'air libre pendant quelque temps ; mais une exposition trop prolongée peut faire échouer la réaction des matières colorantes de la bile, évidemment parce que, en s'oxydant, la bilirubine subit des métamorphoses ultérieures (1).

Parfois il est impossible de déceler dans l'urine la présence des matières colorantes de la bile, malgré l'existence d'un ictère de la peau et des muqueuses ; c'est que dans ces cas la bilirubine s'est réduite, dans l'intérieur même des reins, en *urobiline* (*ictère urobilinique*). Pour la *recherche de l'urobiline* (2), on aura recours au spectroscope : l'urobiline donne au spectroscope une ligne caractéristique sise, à la limite du bleu et du vert,

(1) Récemment on a préconisé, pour la recherche des pigments biliaires dans l'urine, des procédés plus sensibles, la réaction de Salkowsky et la réaction de Haycraft. Cette dernière consiste à projeter de la fleur de soufre dans un tube à essai contenant l'urine : le soufre tombe au fond, si l'urine contient de la bile. Ces réactifs ont permis à Chauffard de reconnaître l'existence de choluries sans ictère, qu'il croit plus fréquentes que les ictères acholuriques, décrits par Gilbert et Lereboullet, et dont nous avons parlé au chapitre *Ictère*.

(2) Pour la signification de l'urobilinurie, voir plus haut, page 116.

entre les lignes b. et F. On peut aussi se servir de la réaction proposée par Gerhardt. L'extrait chloroformique de l'urine additionné d'une solution d'iode, sera agité avec de la lessive potassique diluée : en cas de présence de l'urobiline, la lessive prend une coloration jaune allant jusqu'au brun jaunâtre et présente une fluorescence d'un vert superbe.

Outre les matières colorantes de la bile, l'urine ictérique contient souvent, quoique non régulièrement, des acides biliaires. Leur recherche se fait à l'aide du *réactif de Pettenkofer*. En effet, que l'on additionne de sucre de canne une solution aqueuse d'acides biliaires, que l'on y ajoute de l'acide sulfurique concentré et que l'on prenne garde que la température ne dépasse pas 70° C., et l'on verra apparaître une coloration d'un violet pourpre superbe. Comme il est malaisé d'obtenir des acides biliaires de l'urine, Strassburger a proposé une modification du procédé de Pettenkofer pour la recherche des acides biliaires. Ayant dissous dans l'urine suspecte un morceau de sucre, on y plongera du papier buvard que l'on laissera sécher ensuite. Si on laisse alors tomber, à l'aide d'une baguette en verre, sur le papier buvard une goutte d'acide sulfurique concentré, la présence des acides biliaires se reconnaîtra à ce que, à l'endroit où l'acide rencontre le papier, apparaît une coloration rouge carmin qu'il est facile de ne pas confondre avec l'aspect brun d'un papier tout bonnement carbonisé par l'acide sulfurique.

c. — Recherche du sucre dans l'urine.

Toutes les fois que, à l'aide des procédés usités dans la pratique médicale, l'on arrive à déceler dans l'urine la présence du sucre, il s'agit, à n'en pas douter, d'un état morbide. Bon nombre d'auteurs, il est vrai, admettent que l'urine des personnes saines contient, elle aussi, de petites quantités de sucre ; mais les réactifs ordinairement employés pour la recherche du sucre, ne permettent point de le déceler dans l'urine n'ayant pas subi de manipulations préalables.

La présence transitoire du sucre dans l'urine est appelée *glucosurie* ou *mellituric* ; au contraire, quand on a affaire à une sécrétion persistante du sucre par l'urine, cette maladie idiopathique porte le nom de *diabète sucré*.

De toutes les diverses espèces de sucre, l'urine en contient presque toujours une seule et même espèce, appelée pour cette raison *sucre urinaire*. Ce sucre est aussi dit *sucre de raisin*, *glucose* ou *dextrose*. Cette dernière dénomination lui revient parce qu'il dévie à droite le plan de polarisation.

Quant aux autres espèces de sucre, elles n'ont été rencontrées dans l'urine que rarement, et cela en même temps que la glucose. Rappelons seulement le *sucre de lait* (*lactose*), le *sucre de fruits* (*lévulose*, *fructose*) et le *sucre de muscles* (inosite).

Dans un cas de diabète sucré, Reichardt a trouvé dans l'urine de la *dextrine*, et Leube y a décelé du *glycogène*.

Salkowski et Blumenthal ont découvert dans l'urine des *pentoses*, soit à côté de la glucose, soit sous forme de pentosurie isolée.

L'urine des diabétiques se distingue habituellement par quelques caractères extérieurs frappants ; qu'il suffise de rappeler pour mémoire la diurèse augmentée, la couleur jaune clair de l'urine, le poids spécifique néanmoins élevé et la persistance des bulles d'écume. Cependant la présence dans l'urine du sucre ne peut être affirmée avec certitude qu'après avoir obtenu un résultat positif avec les réactifs du sucre.

Remarque très importante : avant de soumettre l'urine aux réactifs proposés pour la recherche du sucre, il faut s'assurer que l'urine ne contient point d'albumine, car la présence de l'albumine peut entraver la recherche du sucre. Se trouve-t-on en présence d'une albuminurie, l'urine sera soumise à l'ébullition, l'albumine sera précipitée en l'additionnant avec précaution d'acide acétique dilué, et l'urine ainsi traitée sera filtrée : c'est dans cette urine filtrée que le sucre sera recherché.

Parmi les divers réactifs proposés pour la recherche du sucre dans l'urine, les plus simples et les plus recommandables pour le praticien sont, à notre avis, le *procédé de Moore* (ou *de Heller*) et *celui de Nylander*.

Le *procédé de Moore* (ou *de Heller*) consiste en ce que l'urine versée dans une éprouvette est additionnée du tiers ou du quart de son volume de lessive potassique ou sodique, après quoi le mélange est porté à l'ébullition. L'urine prend-elle une coloration en brun acajou, la présence du sucre de raisin est hors de tout conteste. La coloration brune est due à la décomposition du sucre. L'addition d'acide azotique fait jaillir l'urine, on aperçoit un brouillard blanc ascendant et l'on perçoit l'odeur de sucre brûlé (odeur de caramel, de mélasse).

Quant à la *coloration jaune serin de l'urine*, elle se rencontre avec bon nombre d'urines dépourvues de sucre et est dénuée de toute signification.

On se sert, pour l'application du *procédé de Nylander*, de la solution que voici : azotate basique de bismuth, 2 grammes ; sel de Seignette, 4 grammes ; lessive sodique à 8 p. 100, 100 grammes. Si l'urine contenant du sucre est portée à l'ébullition après addition de cette solution couleur d'eau (pour la conserver plus longtemps intacte, on la gardera dans un flacon sombre), elle prendra une coloration d'abord gris noirâtre, noire ensuite. On maintiendra l'urine en ébullition pendant une à deux minutes. Souvent la coloration noire devient encore plus foncée au refroidissement. La quantité de liqueur de Nylander additionnée sera égale au dixième environ du volume de l'urine.

La même réaction, mais très peu accusée, est fournie par des urines contenant de la rhubarbe, du séné, de l'antipyrine, de l'acide salicylique ou de la térébenthine. Les urines contenant du mélanogène ou de la mélanine, peuvent aussi induire en erreur.

Le procédé de Nylander n'est, à proprement parler, que le *procédé de Bottger* modifié. Voici comment il faut agir. L'urine alcalinisée avec une solution de carbonate de soude (1 : 3) fraîchement préparée sera additionnée d'un peu d'azotate de bismuth basique. L'urine est-elle portée à

l'ébullition, la présence du sucre se reconnaîtra à ce que l'oxyde de bismuth blanc sera réduit en protoxyde de bismuth noir et, si l'urine est longtemps maintenue en ébullition, le bismuth pur peut se déposer sur les parois de l'éprouvette sous forme d'un miroir métallique brillant. Si l'urine ne contient pas de sucre, la poudre conserve sa couleur blanche. La seule cause d'erreur, c'est que l'urine albumineuse peut aussi provoquer le noircissement de la poudre, par suite de la formation du sulfure de bismuth.

Le *procédé de Trommer* (sulfate cuivrique et lessive potassique) est de pratique courante. L'urine sera additionnée de cinq gouttes d'une solution de sulfate cuivrique à 10 p. 100, et on y laissera tomber de la lessive potassique jusqu'à ce que se redissolve le précipité bleu clair d'oxyde de cuivre hydraté qui s'est formé tout d'abord. Un œil exercé reconnaîtra la présence du sucre dans l'urine à la coloration bleu foncé azuré ou couleur de bluet, que prend ce liquide. Le mélange est-il chauffé, il se forme tout d'abord un précipité jaune de protoxyde de cuivre hydraté, ensuite un précipité orangé de protoxyde de cuivre et, si l'on continue à chauffer, le cuivre métallique peut se déposer sur les parois de l'éprouvette sous forme d'un miroir brun luisant. La présence du sucre n'est démontrée que si la réduction du sulfate cuivrique s'opère déjà en chauffant l'urine et non après que celle-ci a été maintenue longtemps en ébullition. Phénomène très caractéristique : si l'on ne chauffe à dessein que les couches supérieures d'urine, la réduction s'opérera aussi dans les couches inférieures à la seule condition que l'éprouvette aura été laissée en repos à la température de la chambre. La présence du sucre n'est démontrée que si, à la réduction, il se forme un précipité granuleux. Quant à la coloration jaune ou jaune verdâtre apparaissant, dans nombre de cas, brusquement au refroidissement de l'urine, elle ne plaide nullement en faveur de la glucosurie, car d'autres substances réductrices (acide urique, créatinine, hypoxanthine, mucine) peuvent aussi lui donner naissance. La réaction est beaucoup plus nette si l'on y procède avec de l'urine préalablement filtrée sur du charbon et diluée ensuite du quintuple de son volume d'eau.

Le *procédé de Mulder* ne présente aucun avantage spécial. L'urine, alcalinisée avec une solution de carbonate de soude, sera additionnée de 2 à 3 gouttes d'indigocarmine. Si l'on a affaire à de l'urine contenant du sucre, l'indigocarmine sera réduite à la chauffe en blanc d'indigo : aussi le mélange de bleu qu'il était, commencera par rougir et finira par jaunir. Le mélange est-il agité à l'air libre ou versé dans une autre éprouvette, il absorbera l'oxygène de l'air et se colorera de nouveau en rouge et ensuite en bleu. Le chauffage le décolorera de nouveau et ainsi de suite.

V. Jacksch recommande énergiquement le *procédé de Fischer* (phénylhydrazine); mais ce procédé, tout en ne présentant pas d'avantage, est par trop compliqué pour le praticien. L'urine versée dans une éprouvette sera additionnée de deux pincées de chlorhydrate de phénylhydrazine et de trois pincées d'acétate de soude, après quoi l'éprouvette sera laissée pendant une demi-heure dans de l'eau bouillante. Les sels ne se dissolvent-ils pas à la chauffe, l'urine sera étendue d'eau. Si, après être restée une demi-heure dans l'eau bouillante, l'éprouvette est refroidie dans de l'eau froide, l'urine contenant du sucre fournit un précipité jaune cristallin qui, examiné au microscope, est constitué par des aiguilles jaunes de phénylglucosazone en partie à l'état isolé, en partie réunies en amas. Leur point de fusion est à 205° C. Quant à l'apparition de plaquettes et de petites boules brunes, elle a lieu aussi dans des urines ne contenant point de sucre, et, par suite, elle est dépourvue de toute signification. Il ne faut pas perdre de vue que, outre le sucre de raisin, l'acide glucurique réagit aussi sur la phénylhydrazine (Geyer) ; or, celui-ci se rencontre même dans l'urine des sujets bien portants.

Parmi les procédés les plus sûrs proposés pour la recherche du sucre, il faut ranger le *procédé par la fermentation ;* on y aura recours notamment toutes les fois que l'urine ne contient que de petites quantités de sucre. En effet, les autres procédés échouent avec une fréquence frappante dès que les diabétiques n'excrètent plus avec l'urine que des traces de sucre. Le mieux est de se servir de *tubes à fermentation* spéciale (fig. 270). Pour remplir un tube semblable avec de l'urine, on commence par y verser un peu d'urine, après quoi ayant bouché avec le doigt l'orifice antérieur, on renverse le tube ; on verse de nouveau un peu d'urine, et l'on répète les mêmes manipulations jusqu'à ce que tout le tube en soit rempli. Que l'on ajoute alors de la levure sèche active et que le tube à fermentation soit laissé à la température de la chambre (14° C.), il se dégagera bientôt dans les urines contenant du sucre des bulles d'acide carbonique qui en s'accumulant sous la voûte de la longue branche du tube, abaisseront le niveau de l'urine. La levure, comme l'on sait, est douée de la propriété de dédoubler le sucre de raisin en acide carbonique, alcool et des traces de glycérine et d'acide succinique. Mais, il va sans dire, il faut s'assurer que la levure ne contient pas elle-même de sucre et qu'elle est active. Dans ce but, deux autres tubes à fermentation seront remplis, l'un avec une solution de sucre de raisin et de la levure de bière, et l'autre avec de l'eau et de la levure. Des bulles d'acide carbonique se dégageront dans le premier tube, si la levure est active, et l'on n'en apercevra point traces dans le second, si elle ne contient pas de sucre. Pour s'assurer de la nature chimique du gaz accumulé dans la longue branche du tube à fermentation, on y fera monter un petit morceau de potasse caustique : l'acide carbonique sera absorbé par la potasse, et le niveau de l'urine s'élèvera.

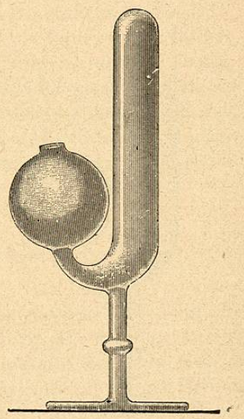

Fig. 270. — Tube à fermentation. Demi-grandeur naturelle.

Pour ce qui est de *l'analyse quantitative du sucre contenu dans l'urine,* le *titrage par la liqueur de Fehling* constitue le procédé le plus sûr; mais il exige de l'expérience et de la circonspection, et dans la majorité des cas il est trop compliqué pour être employé dans la pratique courante. La liqueur de Fehling est composée de sulfate cuivrique, de sel de Seignette (tartrate double de soude et de potasse), de lessive sodique et d'eau; elle est préparée en sorte que 1 centimètre cube corresponde à 0 gr. 005 de sucre de raisin. La liqueur laissée en repos se décomposant facilement, il faut, avant de s'en servir, s'assurer que l'ébullition de la liqueur seule ne suffit pas déjà pour réduire le sulfate cuivrique et précipiter une poudre rouge brunâtre.

Quant à *l'analyse quantitative du sucre* à *l'aide du polarimètre,* elle présente moins de difficulté, mais en revanche elle fournit des résultats moins exacts. On se sert dans ce but du saccharimètre de Soleil-Ventzke et du saccharimètre à demi-ombre. Mais vu leurs prix élevés, ces appareils sont plutôt employés dans les laboratoires et les cliniques, et les praticiens n'y ont recours que fort rarement.

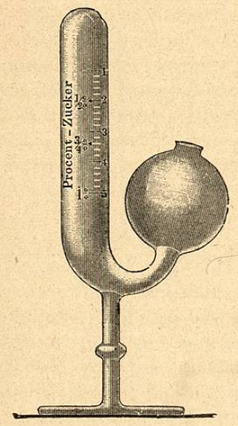

Fig. 271. — Saccharimètre à fermentation d'Einhorn. Demi-grandeur naturelle.

Einhorn recommande pour la pratique courante un tube à fermentation qui porte des divisions. Le tube est rempli avec de l'urine, on y ajoute de la levure sèche, et le tout est laissé en repos, à la température de 14° C., pendant quinze à vingt heures. La lecture simple des divisions nous fournit le niveau de l'acide carbonique formé aux dépens du sucre de raisin et le taux correspondant du sucre. Les divisions évaluant au minimum 1 p. 100 de sucre, les urines plus riches en sucre seront préalablement diluées. Quant au degré de dilution, on le poussera plus ou moins loin suivant le poids spécifique de l'urine : le poids spécifique est-il de 1.018 à 1.022, l'urine sera diluée avec le double de son volume d'eau, avec le quintuple en cas d'urine à 1.022 à 1.028, et avec le décuple en cas de poids spécifique plus élevé encore. Le degré de dilution sera naturellement pris en considération quand on procédera aux calculs.

Le *procédé proposé par Roberts pour l'analyse quantitative du sucre* fournit des résultats plus exacts qui suffisent amplement dans la pratique courante. Voici comment l'on procède : ayant déterminé le poids spécifique de l'urine, on y ajoute de la levure sèche pour faire fermenter le sucre, après quoi on détermine de nouveau le poids spécifique du liquide; ce poids spécifique est naturellement moins élevé que le premier. En multipliant par 0,23 la différence entre les décimales des deux poids

spécifiques, nous aurons le taux du sucre dans l'urine. Pour faire la lecture exacte du poids spécifique, le mieux est de se servir de deux aréomètres à divisions espacées, dont l'un va de 1.000 à 1.025 et l'autre de 1.025 à 1.050.

Les déterminations quantitatives du sucre dans l'urine n'ont de valeur que si la *totalité des urines émises en vingt-quatre heures* est recueillie dans un vase, car les différentes portions présentent des différences notables. Il serait aussi faux de tirer des conclusions du taux seul du sucre. Le seul procédé exact consiste à calculer le sucre total excrété en se basant sur la richesse de l'urine en sucre et sur la quantité totale d'urine.

On pensera à la présence dans l'urine du sucre de fruits (lévulose, fructose) toutes les fois que l'analyse quantitative du sucre par le titrage (liqueur de Fehling) ou la fermentation indique des chiffres plus élevés que le saccharimètre; en effet, tout en réduisant la liqueur de Fehling et tout en fermentant sous l'influence de la levure, le sucre de fruits tourne le plan de polarisation à gauche et non à droite, comme le fait la glucose. La détermination quantitative du sucre par la fermentation est d'autant plus nécessaire dans ces cas que, outre la fructose, on peut encore rencontrer dans l'urine de l'acide-oxybutyrique, lui aussi lévogyre (1).

D. — Réaction de Gerhardt (perchlorure de fer).

Pour procéder à la réaction de Gerhardt, on se servira d'une solution de perchlorure de fer si diluée que sa coloration rappelle celle du vin du Rhin. Gerhardt trouva que certaines urines contenant du sucre, additionnées de cette solution en excès, prennent une coloration rouge cerise ou rouge de Bourgogne foncé. Souvent cette urine répand en même temps une odeur aromatique spéciale ressemblant à celle des fruits, du chloroforme ou de l'éther. La même odeur est, dans bon nombre de cas, répandue aussi par l'air expiré par les malades. L'observation clinique apprend que ces malades se trouvent sous la menace d'une intoxication diabétique grave, appelée par les auteurs *coma diabétique.*

Reichardt et Gerhardt ont démontré que la réaction par le perchlorure de fer est due à la présence dans ces urines de l'acide diacétique (acide acétacétique); c'est l'acétone, produit de dédoublement de cet acide, qui dégage l'odeur aromatique dont il vient d'être question. Cette réaction par le perchlorure de fer, redoutée à juste titre, a lieu avec une extrême fré-

(1) Dans la pratique, la recherche de la glycosurie se fait surtout à l'aide de deux procédés, dont on peut contrôler les résultats l'un par l'autre : on cherche d'abord le sucre par la liqueur de Fehling, bien vérifiée ; et ensuite, on le recherche en faisant bouillir dans un tube à essai un peu d'urine en présence de potasse caustique et de nitrate de bismuth ; la liqueur devient noire, s'il y existe du sucre. On pratique ensuite le dosage soit avec la liqueur de Fehling titrée, soit avec le saccharimètre.