

Soufre total (en SO ³).....	3 gr. 34
— inorganique (SO ³).....	2 — 92
— « éthéré » (SO ³).....	0 — 22
— « neutre » (SO ³).....	0 — 17

Nous rappelons à nouveau que ces chiffres ne peuvent être considérés comme normaux que pour des sujets soumis à la ration alimentaire précédemment indiquée.

Non dosé organique. — Le *non dosé organique*, connu aussi sous la rubrique de « matières extractives », comprend les substances organiques qui, même dans les examens analytiques de l'urine les plus complets, sont laissées en dehors de l'analyse. G. Donzé et E. Lambling ont cherché à déterminer d'une manière précise l'importance quantitative et qualitative de la partie organique du « *non dosé* ». D'après ces auteurs, la proportion de ces matières extractives est variable; mais, pour les déterminations qu'ils ont faites, elle est en moyenne de 26,7 0/0 des matières organiques totales, ce qui correspond à environ 10 grammes de matières extractives pour l'urine des 24 heures.

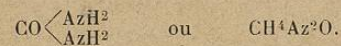
Quant à la composition de ce « *non dosé* », le dosage du carbone total a montré à Donzé et Lambling que le tiers environ du carbone urinaire reste engagé dans ce *non dosé* et que la majeure partie des matières extractives est constituée par des acides azotés complexes se rapprochant, par leur composition, de la molécule protéique. Ces acides nouvellement étudiés sont les acides oxyprotéique, alloxyprotéique, uroferrique et antoxyprotéique.

CHAPITRE III

ÉLÉMENTS NORMAUX

A. — Éléments organiques

I. — URÉE



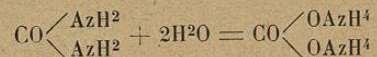
Diamide carbonique — Carbamide

Extraction de l'urine. — Pour extraire directement l'urée de l'urine, on évapore celle-ci en consistance sirupeuse jusqu'à réduction au 1/10^e de son volume. Après refroidissement, on ajoute de l'acide azotique; l'azotate d'urée peu soluble cristallise. Les cristaux, séparés des eaux mères, sont rapidement lavés avec de l'eau froide, puis redissous dans l'eau chaude, et la solution agitée avec du charbon animal est filtrée. Par refroidissement, on obtient des cristaux incolores d'azotate d'urée. Pour en isoler l'urée, le sel est dissous dans l'eau chaude, et dans la solution on projette du carbonate de baryte pulvérisé, qui met la carbamide en liberté. On filtre bouillant et on évapore à siccité. Le résidu est repris par de l'alcool à 90°, d'où l'urée cristallise par évaporation.

Propriétés. — L'urée est en beaux prismes quadratiques incolores, inodores, à saveur fraîche et amère, fondant à 132°. Elle est très soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, à peu près insoluble dans l'éther.

La solution aqueuse d'urée, soumise à l'ébullition, se transforme en carbonate d'ammoniaque en fixant deux

molécules d'eau :



Cette hydratation s'effectue plus rapidement par ébullition avec les acides ou les alcalis. Certains ferments urophages sécrètent une diastase, l'uréase, qui réalise cette décomposition à froid.

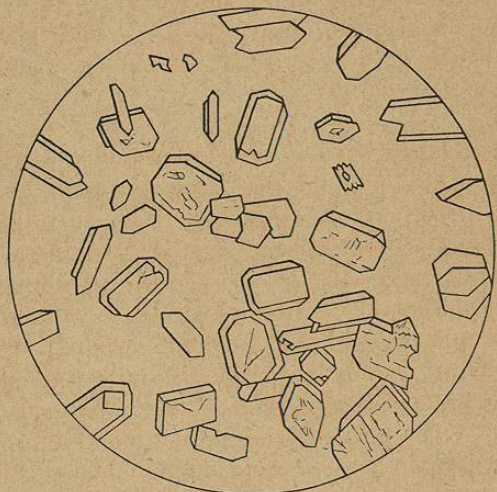
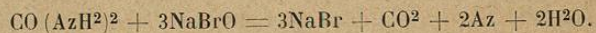
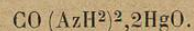


FIG. 2. — Cristaux d'azotate d'urée.

L'acide azoteux détruit l'urée en donnant de l'azote, de l'acide carbonique et de l'eau. L'hypobromite de soude agit de la même manière en donnant en plus du bromure de sodium :



L'urée en solution alcaline donne, avec le nitrate mercurique, une combinaison insoluble de formule



Ces diverses réactions sont mises à profit pour le dosage de l'urée.

L'urée se combine aux acides minéraux et organiques; elle donne, en particulier, avec l'acide azotique et l'acide oxalique, des sels bien cristallisés, dont la forme des cristaux permet de reconnaître de petites quantités d'urée (fig. 2).

Réaction colorée. — Lorsqu'on traite une trace d'urée par une goutte de solution étendue de furfurol et une goutte d'acide chlorhydrique de densité 1,61, on obtient une coloration violette qui passe au violet pourpre au bout de quelques minutes.

Origine de l'urée. — L'urée provient de la désagrégation des matières albuminoïdes de l'alimentation et aussi, pour une partie de l'albumine de nos tissus. La formation de l'urée serait le résultat, par un processus d'hydratation, de dédoublements successifs de la molécule albuminoïde sans phénomènes d'oxydation. Cette hydratation des substances protéiques pourrait se faire, suivant A. Gautier, à l'abri de toute oxydation et mieux encore en milieu réducteur.

Certains physiologistes, se basant sur la production facile d'urée par oxydation, *in vitro*, des matières albuminoïdes, en employant soit le permanganate de potasse (Béchamp, Hofmeister), soit le persulfate d'ammoniaque (L. Hugouneq) admettent qu'une partie de l'urée formée dans l'économie peut prendre naissance par un processus d'oxydation, tout en faisant remarquer qu'on ne peut pas toujours comparer les réactions biochimiques de la cellule qui emploie des énergies différentes de celles auxquelles on a recours dans les laboratoires. Dreschel a également montré, *in vitro*, que l'arginine, base hexonique¹ provenant du dédoublement

1. Les bases hexoniques sont des corps azotés en C⁶ formés dans la décomposition des albumines que l'on hydrolyse par les acides minéraux étendus et bouillants. Ces hexones constitueraient le noyau fondamental des matières albuminoïdes (Kossel).

des matières albuminoïdes, donne de l'urée par hydrolyse ; il n'y aurait donc rien de surprenant à ce que la formation de l'urée dans l'organisme soit précédée de celle de l'arginine, qui est de l'acide guanidine α -valérianique.

Une partie des composés xanthiques et de l'acide urique, puis les acides aminés, comme le glycocole et la leucine, sont aussi susceptibles de donner naissance à de l'urée.

Enfin, les sels ammoniacaux formés dans l'organisme sont également une source d'urée et, d'après Ch. Richet et Chassevant, cette transformation se ferait sous l'influence des ferments solubles. On avait pensé que toute l'urée excrétée dérivait de la molécule albuminoïde en passant par les sels ammoniacaux, mais le processus de formation de ce composé n'est pas aussi simple et surtout il n'est pas unique.

Tous les auteurs s'accordent pour admettre que le foie est le principal organe producteur de l'urée et qu'une autre fraction se forme indistinctement dans tous les autres tissus de l'économie.

Dosage de l'urée. — On a donné de nombreuses méthodes de dosage de l'urée, que l'on peut ranger en deux classes :

1° Les *méthodes de laboratoire*, qui permettent d'arriver à des résultats précis, mais dont l'exécution est longue et qui demandent de la part de l'expérimentateur une certaine habitude des manipulations ;

2° Les *méthodes cliniques*, qui, comparées aux procédés exacts, ne donnent que des chiffres approchés, comme nous aurons l'occasion de le voir à propos de leur description.

La détermination quantitative de l'urée est une opération importante, puisqu'elle permet de mesurer la désassimilation des matériaux azotés, d'évaluer l'activité des échanges nutritifs et aussi d'apprécier, dans certaines conditions, le fonctionnement de la cellule hépatique, le foie étant, comme nous venons de le dire, l'organe le plus important de production de l'urée.

Lorsqu'on veut s'en tenir à ces seules considérations, les méthodes cliniques suffisent en général ; il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de déterminer les variations des différents éléments azotés de l'urine et de rechercher, en particulier, le rapport qui peut exister entre l'azote de l'urée et l'azote des éléments totaux urinaires : il faut alors avoir recours aux méthodes plus précises de laboratoire.

A. MÉTHODES DE LABORATOIRE. — Les méthodes de laboratoire consistent à doser essentiellement l'azote de l'urée à l'exclusion des autres substances azotées contenues dans l'urine, tandis que, dans les méthodes cliniques basées sur l'emploi de l'hypobromite de soude, on évalue non seulement l'azote de l'urée, mais aussi l'azote des autres matières azotées qui l'accompagnent.

Nous verrons toutefois qu'il est permis, par ces derniers procédés, d'arriver à des résultats se rapprochant sensiblement des méthodes rigoureuses du laboratoire en éliminant de l'urine les matières azotées qui dégagent de l'azote au même titre que l'urée.

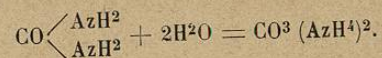
Ch. Sallerin a fait une étude comparative des différents procédés proposés, et avec lui nous adopterons celles qui, tout en donnant des résultats précis, sont d'une pratique plus rapide et plus commode.

a) *Méthode de Mørner et Sjøqvist, modifiée par Braunstein.* — En principe, la méthode de Mørner et Sjøqvist consiste à précipiter, en milieu éthéro-alcoolique, tous les principes azotés de l'urine autres que l'urée par une solution aqueuse de chlorure de baryum et d'hydrate de baryte, à chasser l'ammoniaque et à doser, dans le résidu, l'azote de l'urée. On a justement reproché à ce procédé de donner des résultats un peu trop élevés, très vraisemblablement à cause de la décomposition de certaines amines acides, comme l'acide hippurique, qui ne sont pas précipitées dans les conditions indiquées (Salaskin et Zaleski, Braunstein, Sallerin).

Avec la modification de Braunstein, on obtient des ré-

sultats plus précis et on procède de la façon suivante :

Cinq centimètres cubes d'urine sont additionnés de 5 centimètres cubes d'une solution saturée à froid de chlorure de baryum contenant 50/0 d'hydrate de baryte, et on ajoute 100 centimètres cubes d'un mélange de 2 volumes d'alcool à 97° et de 1 volume d'éther. On laisse reposer pendant vingt-quatre heures dans un flacon bouché. On filtre et, au besoin, on se sert de la trompe pour faciliter la filtration. On lave le filtre avec environ 50 centimètres cubes du mélange éthero-alcoolique. Le liquide filtré est débarrassé de l'alcool et de l'éther qu'il contient par évaporation à une température qui ne doit pas dépasser 50°, puis on ajoute 0^{gr},20 à 0^{gr},30 de magnésie pour chasser une petite quantité d'ammoniaque et on continue l'évaporation jusqu'à ce que le volume restant ne soit plus que de 10 à 15 centimètres cubes. Dans ce résidu, on dose l'urée en la transformant, par hydrolyse, en anhydride carbonique et ammoniaque :



Pour cela, le liquide, privé de toute trace d'ammoniaque, est transvasé dans une fiole d'Erlenmeyer, dans laquelle on a mis, au préalable, 10 grammes d'acide phosphorique cristallisé ; on le place dans une étuve chauffée à 140-145° pendant quatre heures et demie¹. Dans ces conditions, l'urée seule est hydrolysée sans que l'acide hippurique et, en général, les amines acides soient décomposées. Au bout du temps nécessaire à l'hydrolyse, on laisse refroidir ; le contenu de la fiole est dissous dans l'eau, on transvase dans le ballon à distillation de l'appareil d'Aubin (Voir p. 11) et on sature rapidement le liquide par un excès de soude ; on distille et on reçoit l'ammoniaque dans 20 centimètres cubes

1. C. Sallerin conseille de chauffer pendant sept heures à 150-155° pour avoir une hydrolyse complète de l'urée.

d'acide sulfurique normal au quart, additionnés de 10 gouttes de teinture de tournesol sensible.

Quand toute l'ammoniaque est passée à la distillation, on procède au dosage alcalimétrique indirect du contenu du matras, c'est-à-dire au dosage de l'acide en excès et, à cet effet, on verse avec une burette graduée une solution de potasse ou de soude normale au quart en s'arrêtant au premier virage du rouge au violet.

Puisqu'on emploie deux liqueurs normales, l'une acide et l'autre alcaline, qui se correspondent à volumes égaux, il suffit donc de retrancher des 20 centimètres cubes d'acide normal au quart le volume de la liqueur alcaline employé au dosage alcalimétrique indirect ; la différence donne le volume d'acide employé à la saturation de l'ammoniaque résultant de l'hydrolyse de l'urée.

Sachant que 1 centimètre cube d'acide sulfurique normal au quart correspond à 0^{gr},0075 d'urée, N centimètres cubes indiquent donc une proportion d'urée égale à $N \times 0,0075$, contenue dans 5 centimètres cubes d'urine, soit par litre :

$$N \times 0,0075 \times 200 \quad \text{ou encore} \quad N \times 1,5.$$

En résumé, pour traduire en urée les résultats de l'analyse, il suffit donc de multiplier par 1,5 le nombre de centimètres cubes d'acide sulfurique neutralisé par l'ammoniaque dans l'opération indiquée. Ce calcul donne la quantité d'urée, exprimée en grammes, contenue dans un litre d'urine.

b) *Méthode de Folin*. — Ce procédé a l'avantage d'être plus rapide que le précédent, qui demande un chauffage prolongé ; il est basé sur ce fait que le chlorure de magnésium cristallisé ($\text{MgCl}^2, 6\text{H}^2\text{O}$) fond, vers 112-115°, dans son eau de cristallisation, et le liquide ainsi obtenu bout à 160°. Folin a remarqué que, dans ce liquide et à cette température, l'urée est complètement dédoublée en trente minutes. Ce procédé d'hydrolyse peut être facilement

appliqué à la méthode précédemment décrite; on peut même opérer directement sur l'urine de la façon suivante :

A 3 centimètres cubes d'urine, on ajoute 20 grammes de chlorure de magnésium cristallisé et 2 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré, qui empêche à la fois la dissociation du sel magnésien et le départ de l'ammoniaque formée. On chauffe ce mélange dans une fiole d'Erlenmeyer de 200 centimètres cubes de capacité, fermée par un bouchon donnant accès à un tube en verre de 0^m,20 de longueur et de 0^m,01 de largeur et servant de réfrigérant. On fait bouillir assez activement pendant dix minutes pour chasser l'eau en excès et jusqu'à ce que les gouttes qui refluent du tube réfrigérant tombent dans le liquide avec un sifflement particulier. On continue alors à chauffer doucement pendant une demi-heure. On laisse un peu refroidir et on ajoute de l'eau avec précaution par l'orifice supérieur du tube réfrigérant. On transvase dans un ballon à distiller, on dilue de façon à avoir environ 500 centimètres cubes de liquide et on ajoute 7 à 8 centimètres cubes d'une solution de soude à 20 0/0; on distille dans l'appareil d'Aubin (Voir p. 11), et on recueille l'ammoniaque dans 20 centimètres cubes d'acide sulfurique décinormal.

Avant de faire le tirage de l'acide resté libre, on fait bouillir la solution pour chasser l'acide carbonique qu'elle contient et, à l'aide d'une solution de soude décinormale, on titre l'excès d'acide en opérant comme dans le procédé précédent. En retranchant de 20 centimètres cubes le volume de solution alcaline employé dans ce titrage, on a le volume d'acide sulfurique décinormal neutralisé par l'ammoniaque.

L'ammoniaque, obtenue dans la distillation, provient à la fois de l'hydrolyse de l'urée et de l'ammoniaque des sels ammoniacaux de l'urine mise en liberté par la soude; il faut donc défalquer de ce résultat l'alcali préexistant dans l'urine.

A cet effet, C. Sallerin conseille de doser l'ammoniaque

préformée d'après la méthode de Schloesing : on introduit 25 centimètres cubes d'urine dans un cristalliseur à bords peu élevés, d'un diamètre de 10 à 12 centimètres et reposant sur une assiette dont le fond est garni de mercure. On met sur le cristalliseur un triangle en terre de pipe, qui soutient une petite capsule peu profonde et à fond plat et contenant 10 centimètres cubes d'acide sulfurique normal au quart; on ajoute à l'urine environ 6 centimètres cubes d'un lait de chaux à 100 grammes pour 1.000, et on recouvre le tout d'une large cloche de cristal ou d'un large vase à précipité formant cloche et rendu plus lourd par la surcharge d'une brique.

L'ammoniaque des sels ammoniacaux se dégage lentement et vient saturer l'acide sulfurique. Au bout de trois à quatre jours, on dose l'acide resté libre au moyen d'une solution de soude normale au quart et de la teinture de tournesol. On connaît, par différence, l'acide combiné à l'ammoniaque des sels ammoniacaux de l'urine.

Voici comment on effectue le calcul des résultats :

Soit N le nombre de centimètres cubes d'acide sulfurique *déci*-normal, neutralisés par l'ammoniaque résultant de l'hydrolyse au chlorure de magnésium, et n le nombre de centimètres cubes d'acide sulfurique normal au *quart*, neutralisés par l'ammoniaque des sels ammoniacaux de 25 centimètres cubes d'urine. Transformés en centimètres cubes d'acide *déci*-normal, ces n centimètres cubes deviennent $n \times 2,5$ pour 25 centimètres cubes d'urine, ce qui fait, pour 3 centimètres cubes d'urine :

$$\frac{n \times 2,5 \times 3}{25} \quad \text{ou} \quad 0,3n.$$

La différence $N - 0,3 n$ représente donc l'acide *déci*-normal neutralisé par l'ammoniaque de l'urée de 3 centimètres cubes d'urine.

Comme 1 centimètre cube d'acide sulfurique *déci*-nor-

mal correspond à 0,003 d'urée, pour transformer le volume d'acide en urée et pour rapporter au litre, il suffit de multiplier par les facteurs 0,003 et $\frac{1.000}{3}$, ce qui donne :

$$(N - 0,3n) \frac{0,003 \times 1000}{3} \quad \text{ou} \quad N - 0,3n.$$

D'où cette règle bien simple : on multiplie par 0,3 le nombre de centimètres cubes d'acide sulfurique normal au quart fourni par le dosage de Schlœsing et on retranche ce produit du nombre de centimètres cubes d'acide *déci*-normal fourni par l'opération d'après Folin. La différence représente, en grammes, le poids d'urée par litre d'urine (C. Sallerin).

c) *Méthode de Folin modifiée par M. de Saint-Martin.* — Dans le procédé Folin, la distillation, en présence de la magnésie, de l'ammoniaque résultant de l'hydrolyse de l'urée est lente et pénible, et on est obligé de recueillir un volume assez considérable de liquide. Pour remédier à ces inconvénients, M. de Saint-Martin remplace le chlorure de magnésium par le chlorure de lithium anhydre exempt d'ammoniaque, et il conduit l'opération de la façon suivante :

Dans un petit matras d'essayeur à long col, d'une capacité de 75 à 100 centimètres cubes, on introduit 5 centimètres cubes d'urine, 5 grammes de chlorure de lithium concassé et 10 gouttes d'acide chlorhydrique pur. On dispose le matras légèrement incliné sur un bec de Bunsen et on place sur le goulot un petit entonnoir. Le mélange est porté à l'ébullition et on règle la flamme du gaz de telle sorte que les vapeurs se condensent entièrement dans la moitié inférieure du col du matras, la moitié supérieure restant froide. La température du liquide bouillant est alors de 160-165°. Après une heure de chauffe, l'hydrolyse de l'urée est complète. On étend d'eau distillée le liquide

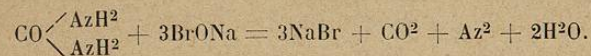
obtenu, on le transvase, ainsi que les eaux de lavage, dans un ballon à distiller : le volume total du liquide ne doit pas dépasser 250 centimètres cubes. Après addition de quelques gouttes de phtaléine de phénol, on neutralise avec une lessive de potasse à 30° versée goutte à goutte jusqu'à teinte rouge persistant après l'agitation. On ajoute alors d'un seul coup 5 centimètres cubes de la même lessive alcaline, et on distille dans l'appareil d'Aubin.

Cette distillation doit être conduite très lentement à raison de 15 à 20 gouttes par minute, de façon à recueillir, en trente ou quarante minutes, 30 centimètres cubes environ de liquide distillé ayant entraîné, dans ces conditions, la totalité de l'ammoniaque.

Comme dans le procédé Folin, l'ammoniaque est recueillie dans un volume connu d'acide sulfurique déci-normal pour en déterminer la quantité d'après les indications précédemment données (Voir p. 38).

Il est inutile de dire qu'il est également nécessaire (Voir p. 39) de doser l'ammoniaque préexistant dans l'urine pour la déduire de celle fournie par l'hydrolyse, la différence seule s'appliquant à l'urée.

B. MÉTHODES CLINIQUES. — Pour doser l'urée, en clinique, on emploie surtout des méthodes gazométriques basées sur la décomposition de l'urée par les hypobromites alcalins. Nous rappellerons que cette réaction est exprimée par la formule :



Il se dégage donc de l'acide carbonique et de l'azote ; comme le réactif renferme un excès de soude, l'acide carbonique est absorbé et l'azote seul se dégage. Du volume d'azote observé, on déduit la proportion d'urée décomposée.

Lecomte, le premier, a imaginé un procédé de dosage de

l'urée en la décomposant à chaud par l'hypochlorite de soude. Plus tard, Knop et Yvon substituèrent l'hypobromite de soude à l'hypochlorite en effectuant la décomposition de l'urée à froid. Cette méthode de dosage a donné lieu à des critiques en partie justifiées ; toutefois, comme nous le verrons plus tard, elle peut, avec certaines modifications apportées dans la technique opératoire, donner des résultats suffisamment exacts pour les besoins de la clinique.

Hüfner a montré que l'hypobromite de soude ne dégage que les 92 0/0 de l'azote total de l'urée : une très faible partie du gaz reste dissoute dans le liquide, une autre partie serait transformée en acide cyanique (Feuton et Forster, Walker et Hambly), et même en acide azotique (Méhu et Fauconnier, Luther).

D'après certains auteurs, l'addition de glucose à l'urine permet d'obtenir la quantité presque théorique d'azote. Mais en présence des nombreuses divergences d'opinions qui se sont manifestées à ce sujet, L. Garnier et L. Michel ont repris cette question et sont arrivés à cette conclusion que l'addition de glucose à l'urée augmente le dégagement de l'azote, mais ne permet jamais d'obtenir la totalité de ce gaz ; en outre, cette addition amène des perturbations dans la pratique du dosage : c'est ainsi que l'hypobromite de soude, réagissant avec énergie sur la glucose, l'oxyde avec un dégagement de chaleur qui retarde la lecture du volume gazeux et, outre la nécessité d'une notable quantité de réactif, il peut se dégager un peu d'acide carbonique provenant de l'oxydation du glucose et qui s'ajoute à l'azote, si l'on n'opère pas en présence d'un grand excès d'alcali.

En fait, il n'existe jusqu'à présent aucun moyen pour faire dégager par l'hypobromite de soude tout l'azote de l'urée. Ajoutons à cela que, parmi les constituants si complexes de l'urine, il en est quelques-uns, comme la créatinine, l'acide urique, les sels ammoniacaux, qui cèdent, sous l'influence de l'hypobromite, tout ou partie de leur azote. Néanmoins, malgré les imperfections de cette méthode, son

application si simple et si pratique fait qu'elle est la plus couramment employée en clinique pour la détermination de l'urée. Les résultats que l'on obtient, s'ils ne peuvent être utilisés pour fixer, d'une façon précise, le rapport qui existe, dans l'élimination des matériaux azotés de l'urine, entre l'azote total et l'azote de l'urée, sont suffisamment exacts lorsqu'il s'agit de connaître l'activité de la désassimilation azotée, surtout si, comme le recommande Yvon, on opère comparativement sur l'urine et sur une solution d'urée pure au titre moyen des urines normales.

Il est même possible, comme on le verra plus loin, d'arriver à des résultats encore plus exacts en opérant le dosage de l'urée sur l'urine privée, au moyen d'une solution d'acide phosphotungstique, des autres substances azotées décomposables par l'hypobromite de soude.

Les appareils, généralement appelés *uréomètres*, qui servent au dosage de l'urée, sont nombreux ; nous ne décrivons que ceux qui, par leur dispositif ou leur technique, se recommandent aux analystes.

Nous accordons volontiers la préférence à l'*uréomètre à mercure d'Yvon* et à l'*uréomètre à eau de Moreigne*.

a) *Uréomètre à mercure d'Yvon*. — Cet uréomètre, bien qu'étant le plus ancien, est encore celui qui donne les meilleurs résultats.



FIG. 3.

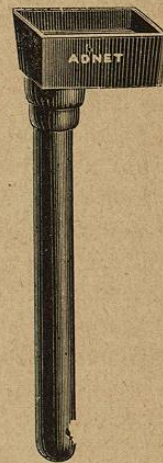


FIG. 4.

Il se compose d'un tube de verre (fig. 3) ouvert à ses deux extrémités, de 40 à 45 centimètres de longueur et de 10 à 12 millimètres de diamètre. Il porte vers son

quart supérieur un robinet de verre. Le tube porte deux graduations, l'une en dessus, l'autre en dessous du robinet, en centimètres cubes et dixièmes de centimètres cubes. On le maintient verticalement au moyen d'une pince dans une longue éprouvette (*fig. 4*) évasée à sa partie supérieure, remplie de mercure et formant cuvette. On enfonce le tube jusqu'au-dessus du robinet que l'on laisse ouvert ; lorsqu'il est ainsi rempli de mercure, on ferme le robinet et on soulève le tube, que l'on fixe au moyen de la pince. L'appareil est alors disposé pour effectuer le dosage de l'urée.

On prépare tout d'abord la solution d'hypobromite de soude. Yvon emploie la formule suivante :

Brome.....	5 centimètres cubes.
Lessive des savonniers de D = 1,33 ...	50 grammes.
Eau distillée.....	100 —

On mélange, dans un matras, l'eau et la lessive des savonniers et on ajoute petit à petit le brome, en ayant bien soin de refroidir le vase sous un robinet d'eau froide pour éviter toute élévation de température qui transformerait une partie de l'hypobromite, initialement formé, en bromate.

Ceci fait, pour effectuer le dosage de l'urée, la partie inférieure de l'uréomètre étant remplie de mercure et par suite privée d'air, on introduit 1 centimètre cube d'urine dans la partie supérieure du tube, préalablement garnie de mercure. Afin de se mettre à l'abri des erreurs du mesurage, il est bon de diluer l'urine ; on en prend, par exemple, 10 centimètres cubes que l'on dilue de façon à avoir 50 centimètres cubes et on introduit 5 centimètres cubes du mélange (correspondant à 1 centimètre cube d'urine) dans la partie supérieure du tube. On soulève doucement l'uréomètre, le mercure descend et le liquide pénètre dans le réservoir inférieur de l'uréomètre ; on a soin de ne pas laisser rentrer d'air. On lave le tube avec 2 à 3 centimètres

cubes de lessive de soude diluée au 1/10^e, et on fait pénétrer à leur tour les eaux de lavage dans le tube inférieur. On fait passer de la même manière 7 à 8 centimètres cubes d'hypobromite de soude et on ferme le robinet.

La réaction commence immédiatement, l'azote se dégage et vient se réunir au-dessous du robinet. Lorsque le dégagement gazeux est terminé, on soulève le tube de façon à ce que son extrémité inférieure se trouve dans la partie évasée de la cuve-éprouvette et, bouchant avec le doigt et sous le mercure l'extrémité inférieure du tube, on enlève celui-ci, on agite pour terminer la réaction et on plonge l'uréomètre dans une longue et large éprouvette remplie d'eau. On fait coïncider les niveaux de l'eau à l'intérieur et à l'extérieur, et on fait la lecture N du volume d'azote dégagé. On note en même temps la température *t* et la pression barométrique H, et on ramène par le calcul ce volume à la température de 0° et à la pression de 760 millimètres. On tient compte également de la présence de la vapeur d'eau qui s'ajoute à celui du gaz azote.

Dès lors, soit *f* la tension de la vapeur d'eau à cette température *t*, le gaz azote se trouvait, par suite, au moment de la lecture du volume, à la pression H - *f*. Le volume d'azote corrigé V, et ramené aux conditions normales, sera donc :

$$V = N \frac{1}{1 + 0,00367t} \times \frac{H - f}{760}$$

D'un autre côté, on sait que théoriquement 1 gramme d'urée dégage, à 0° et sous la pression de 760 millimètres, 371 centimètres cubes d'azote. Mais, en réalité, on a vu que, pratiquement, en présence de l'hypobromite de soude, ce volume n'est en réalité que de 352 centimètres cubes. Par suite, puisque 1 gramme d'urée donne 352 centimètres cubes d'azote, on aura la proportion $\frac{352}{1} = \frac{V}{x}$, dans laquelle *x* représente en grammes le poids d'urée contenu dans