

*Bibliothèque numérique*

medic@

Moitessier, A.. - De l'urine

1856.

*Paris : Imprimé par E. Thunot et  
Compagnie*  
Cote : 90975

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

CONCOURS POUR L'AGRÉGATION

(SECTION DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE.

DE L'URINE

THÈSE PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT,

PAR

A. MOITESSIER,

DOCTEUR EN MÉDECINE, LICENCIÉ ÈS SCIENCES PHYSIQUES.



PARIS.

IMPRIMÉ PAR E. THUNOT ET C<sup>IE</sup>,  
RUE RACINE, 26, PRÈS DE L'ODÉON.

1856

0 1 2 3 4 5 (cm)

CONCOURS DE MEDICINE POUR LA MEDAILLE

**JUGES DU CONCOURS.**

MM. DUMAS, président.

WURTZ,

GAVARRET,

MOQUIN-TANDON,

BÉRARD (de Montpellier),

BENOIT (de Montpellier),

KUSS (de Strasbourg),

CLAUDE BERNARD,

RAYER,

AMETTE (secrétaire du concours).

**CANDIDATS.**

(Anatomie.)

(Histoire naturelle.)

(Pharmacie  
et toxicologie.)

(Physique.)

MM. ROUGET,

M. BAILLON.

MM. REVEIL,

M. GUILLEMIN.

LEGENDRE,

DUCOM,

DUPREZ,

MOITESSIER.

MOREL.

---

## PREMIÈRE PARTIE.

### URINE PHYSIOLOGIQUE.

#### CHAPITRE PREMIER.

##### CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA SÉCRÉTION URINAIRE.

La sécrétion urinaire est une de ces fonctions que l'on retrouve dans toute la série animale, et cette circonstance suffirait seule pour nous signaler son importance, si une étude approfondie de ses fonctions, les désordres qu'accompagne sa suppression n'étaient venus démontrer le rôle essentiel qu'elle doit jouer dans l'économie. Destinée à l'expulsion des matériaux azotés devenus inutiles à l'organisme, l'urine est essentiellement composée de substances présentant, il est vrai, quelques variations selon les animaux que l'on étudie, mais liées entre elles par une origine commune, et offrant pour caractère général la présence de l'azote. C'est ainsi que l'existence de l'acide urique dans les canaux biliaires des insectes doit être regardée comme un rudiment de la sécrétion urinaire, sécrétion qui se complique à mesure qu'on s'élève dans l'échelle animale où l'on voit peu à peu apparaître des produits d'une importance secondaire qui agrandissent le rôle de l'urine chez les animaux supérieurs.

A cette complication des produits sécrétés correspond une complication des appareils destinés à les produire, et tandis que chez les animaux inférieurs on voit l'urine produite par des organes destinés à remplir simultanément une autre fonction, on trouve en s'élevant dans l'échelle zoologique un appareil spécial, le rein, dont la complication augmente avec la perfection de l'animal.

Chez les insectes, la sécrétion urinaire s'opère par les vaisseaux de Malpighi ou canaux biliaires, destinés en même temps à produire la bile; chez les mollusques gastéropodes elle paraît se produire dans le sac calcaire, comme l'a démontré Jacobson, et chez les céphalopodes, tels que la sèche, on peut considérer comme un organe de sécrétion urinaire celui qui sert à la production de l'encre (*sepia*). L'urine des poissons prend naissance dans de longs tubes contournés, aboutissant à un canal commun ou uretère. Les reptiles présentent un appareil fort analogue produisant un liquide blanc, pultacé, qui se concrète en sortant du corps de l'animal; chez les ophidiens et les sauriens, ce liquide contient de l'acide urique et des urates sans urée, tandis qu'on observe le contraire chez les batraciens et les chéloniens. Le rein des oiseaux, formé de plusieurs lobes distincts, donne naissance à un liquide ressemblant à l'urine des reptiles, mais d'une composition plus complexe; cette urine est expulsée du corps avec les excréments comme chez les reptiles, sans avoir séjourné dans un réservoir de dépôt. Chez les mammifères enfin, l'appareil urinaire arrive à la plus grande complication. Les lobes qui sont séparés chez les oiseaux, encore distincts chez les uns, se réunissent chez d'autres; l'urine, après sa formation, est reçue dans un réservoir particulier, la vessie, munie d'un conduit excréteur spécial: le liquide sécrété devient aussi plus complexe, et se trouve par conséquent soumis à des variations plus nombreuses, qui en rendent l'étude beaucoup plus difficile.

L'urine est formée d'une partie liquide tenant en dissolution des éléments solides, parmi lesquels on trouve surtout des principes fort azotés (urée, acide urique), unis à des sels ainsi qu'à des matières organiques; ces corps azotés constituent la partie essentielle de l'urine, c'est par eux que ce liquide remplit sa fonction physiologique.

L'animal introduit constamment dans son corps des matériaux destinés à l'entretien de la vie. Ces matériaux sont en partie assimilés et réparent ainsi les pertes qu'éprouve le corps, en partie brûlés dans le sang pour l'entretien de la chaleur animale. Les produits de combustion devenus inutiles devaient être expulsés de l'économie; la nature a confié ce soin à plusieurs organes, agissant dans le même sens,

mais remplissant cependant des fonctions spéciales complémentaires. Tandis que le poumon est chargé de l'excrétion des matières riches en carbone et hydrogène se transformant en eau et acide carbonique, l'urine est la voie d'élimination des matières albuminoïdes ; ces substances éprouvent dans l'organisme une véritable combustion qui les transforme en produits uriques, état sous lequel elles sont éliminées. Les aliments ne sont cependant pas la seule source des éléments azotés que l'on rencontre dans l'urine ; ceux-ci proviennent aussi de la décomposition des organes, qui se renouvellent sans cesse et se transforment sous l'influence de l'oxygène du sang en produits suivant les mêmes voies d'élimination que les matériaux fournis par les aliments.

Ce rôle de l'urine est d'une importance extrême comme on peut le prévoir, mais ce n'est pas là sa seule destination ; elle débarrasse encore l'économie des matières qui, introduites dans la circulation, sont improches soit à l'assimilation, soit à l'entretien de la chaleur animale. C'est ainsi qu'elle élimine cette énorme quantité d'eau introduite par les boissons et qui est sans utilité, dès qu'elle a apaisé la soif ; c'est ainsi que sont expulsées la plupart des matières toxiques qui, non-seulement sont inutiles, mais qui seraient nuisibles à la vie. Toutefois, l'urine n'est pas le seul moyen par lequel l'organisme se débarrasse soit des matières azotées, soit de l'excès des liquides ; la sueur, la bile, qui sont comme l'urine des produits excrémentiels servent l'une et l'autre à l'expulsion de l'azote qui s'échappe sous forme d'acides sudorique, cholique, taurocholique, et même d'urée que l'on rencontre dans la sueur, ainsi que l'a démontré M. Favre. La sueur sert aussi à l'élimination de l'eau et agit dans ce sens comme l'exhalation pulmonaire ou cutanée (1).

---

(1) L'azote excrété par les animaux est repris par les végétaux, qui se l'assimilent, et repasse ainsi dans le cercle de la vie. On sait que l'urine constitue par ses matériaux azotés une des parties les plus actives des engrains et tout l'avantage que l'agriculture peut en tirer. Chaque homme produisant en moyenne 625 gr. d'urine par jour (moyenne des individus de tout âge) en fournit en un an 228 kil., contenant la quantité d'azote suffisante pour la production d'un poids égal de froment. L'agriculture pourrait tirer le plus grand profit de l'emploi de l'urine humaine, dont une si heureuse application a déjà été faite en Suisse et en Flandre par des procédés divers.

La sueur exerce donc une fonction analogue à celle de l'urine, et, d'après cela, on ne s'étonnera pas de voir ces deux sécrétions en raison inverse l'une de l'autre. C'est ainsi que, sauf certains cas pathologiques, les causes qui augmentent la production de la sueur, diminuent celle de l'urine et réciproquement. Toutefois, ce parallélisme dans la fonction n'est pas aussi complet qu'on pourrait le croire, et ces deux sécrétions agissent en sens inverse relativement à la conservation de la chaleur animale. La sueur s'échappant sous forme gazeuse a besoin, pour passer à cet état, d'une certaine quantité de chaleur latente qu'elle ne peut emprunter qu'au corps lui-même, et devient ainsi une cause de refroidissement. L'urine, au contraire, conservant sa forme liquide, s'oppose au refroidissement en s'accumulant dans la vessie et augmentant ainsi la masse du corps; de plus, son évacuation se fait sans absorption de chaleur.

La quantité d'urine sécrétée est sujette à de nombreuses variations liées à des causes soit extérieures, soit dépendantes de l'individu, causes qui n'influent pas moins sur la qualité de ce liquide. C'est ainsi que les anciens distinguaient déjà trois espèces d'urines: la première, *urina potūs*, *urina cruda*, qui suit une ingestion abondante de boisson, est peu riche en matières solides, et possède une faible densité; la seconde espèce, l'urine des aliments ou de la digestion, *urina cocta*, comprend les liquides rendus quelques heures après les repas, et se trouve influencée par la nature des aliments; enfin l'urine du sang ou du matin, *urina sanguinis*, *urina percocta*, n'est influencée par aucune des causes précédentes et se rapproche le plus de l'urine normale: c'est à elle qu'on s'adresse ordinairement pour l'étude des propriétés de la sécrétion urinaire.

La quantité d'urine excrétée en vingt-quatre heures est très-variable, comme nous l'avons déjà dit; on peut cependant établir que chez l'homme adulte la production moyenne de ce liquide est de 1,250 gr. environ; cette quantité peut s'élever dans les circonstances physiologiques à 2,000 ou 3,000 gr., comme on l'observe chez les buveurs de bière, et s'abaisser aussi considérablement. Une température élevée diminue l'abondance de la sécrétion en augmentant la production de la sueur. C'est ainsi que les urines sont, toutes choses

égales d'ailleurs, beaucoup plus copieuses en hiver qu'en été. Un exercice violent agit dans le même sens. L'alimentation exerce aussi une influence marquée, mais c'est surtout la composition du liquide urinaire qui est alors modifiée, comme on le verra plus loin. L'âge influe sur la sécrétion urinaire comme sur tous les phénomènes de la vie. Chez l'adulte, cette sécrétion se fait plus activement que chez l'enfant; cependant, comparée au poids du corps, la quantité d'urine sécrétée est presque le double chez l'enfant que chez l'adulte (LEHMANN). Enfin, l'ingestion de plusieurs substances médicamenteuses, certaines causes pathologiques peuvent diminuer ou accroître beaucoup la quantité d'urine sécrétée dans un temps donné : nous nous occuperons ailleurs avec détail de cette partie importante du sujet.

## CHAPITRE II.

### ÉTUDE CHIMIQUE DE L'URINE NORMALE.

L'urine physiologique de l'homme est transparente, d'une couleur jaune ambrée, d'une saveur saline, d'une odeur caractéristique, odeur urineuse, d'une densité moyenne de 1,018. Ce dernier caractère est sujet à de nombreuses variations liées surtout à la proportion relative de l'eau et des matières salines, ainsi qu'à la quantité d'urée contenue dans le résidu solide, comme on le verra plus loin. L'urine fraîche possède une réaction acide très-prononcée; mais lorsqu'elle est abandonnée à elle-même, elle perd peu à peu cette propriété et finit par devenir alcaline; ce qui est dû à une transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque. Il n'est pas rare non plus de voir s'y former un dépôt amorphe ou cristallin. D'après quelques travaux de M. Delavaud (1) l'acidité des urines serait sujette à des variations selon les émissions. Acide le matin, elle serait neutre ou alcaline dans

---

(1) Delavaud (Comptes rendus des séances et Mém. de la Soc. de biologie, 1851, p. 118).

les émissions suivantes, pour redevenir acides dans la journée. L'urine des herbivores présente constamment cette réaction alcaline, qu'on n'observe chez l'homme et chez les mammifères carnassiers qu'accidentellement ou sous l'influence de causes pathologiques. Cette réaction alcaline chez les herbivores est modifiée par l'abstinence, et remplacée alors par une réaction acide : on comprend qu'il doive en être ainsi puisqu'alors les phénomènes de la nutrition s'accomplissent aux dépens des organes eux-mêmes, et s'exécutent comme chez un animal carnivore.

Les nombreuses variations auxquelles est soumise la sécrétion urinaire rendent très-délicates les analyses de l'urine, et c'est là qu'on doit chercher la cause des nombreuses dissidences des auteurs qui se sont occupés de cette question ; non-seulement la composition de ce liquide varie chez un même individu d'une heure à l'autre, mais les moyennes de plusieurs jours consécutifs ne sont pas toujours les mêmes, de sorte qu'il faut savoir tenir compte de ces oscillations dans la comparaison d'une urine pathologique à une urine normale. Beaucoup de savants ont donné des analyses de l'urine depuis Berzelius, qui s'en est occupé le premier, jusqu'à ces derniers temps où MM. Lecanu et Becquerel ont fait à ce sujet d'importants et conscien-  
cieux travaux dont la concordance peut assurer l'exactitude.

M. Becquerel a suivi dans ses études un procédé déjà indiqué par Chossat, qui consiste à recueillir les urines rendues par un individu dans l'espace de vingt-quatre heures, et soumettre à l'analyse le liquide ainsi obtenu. Malheureusement cette méthode, facile à suivre dans l'étude de l'urine saine, n'est pas toujours applicable aux cas pathologiques. Nous donnons ici un tableau représentant, d'après M. Becquerel, les moyennes de plusieurs analyses faites sur l'urine normale de l'homme et de la femme.

ÉLÉMENS CHIMIQUES CONTENUS DANS L'URINE.	HOMMES.		FEMMES.		MOYENNE GÉNÉRALE.
	URINE des 24 HEURES.	COMPOSITION sur 1000.	URINE des 24 HEURES.	COMPOSITION sur 1000.	
Quantités d'urine.	1267,300	1000	1371,700	1000	1319,800
Densité.	1018,900	1015,120	1017,010	1000	1022,634
Eau.	1237,779	968,815	1337,489	975,052	971,935
Matières autres que l'eau et données par l'évaporation directe.	39,521	31,185	34,211	24,948	36,866
Urine.	17,537	13,838	15,582	10,366	12,102
Acide urique.	0,495	0,391	0,557	0,406	0,526
Sels fixes et indécomposables à la température rouge.	9,751	7,695	8,426	6,143	9,089
Matières organiques qu'on ne peut isoler et doser séparément.	11,738	9,261	9,655	8,033	10,696
					8,647
COMPOSITION DES SELS FIXES SUR L'ÉMISSION DES 24 HEURES ET SUR 1000 PARTIES D'URINE.					
* Urine des 24 heures :		** Composition sur 1000 :			
Somme.	9,089	Somme.	6,919		
Chlore.	0,659	Chlore.	0,502		
Acide sulfurique.	1,123	Acide sulfurique.	0,855		
Acide phosphorique.	0,447	Acide phosphorique.	0,317		
Potasse.	1,708	Potasse.	0,300		
Bases alcalines et terreuses	Soude.	Soude.			
	Chaux.	Chaux.			
	Magnésie.	Magnésie.			
	5,181		3,944		

Berzélius avait donné des chiffres s'éloignant notablement de ceux de MM. Becquerel et Lecanu, circonstance qui tient probablement à ce que le liquide analysé par le savant chimiste ne représentait pas l'urine moyenne des vingt-quatre heures, mais l'urine du matin. Voici les résultats donnés par Berzélius :

Eau. . . . .	933,00
Urée. . . . .	30,10
Acide lactique libre. . . . .	
Lactate d'ammoniaque. . . . .	17,14
Extrait de viande soluble dans l'alcool. . . . .	
Matières extractives solubles dans l'eau. . . . .	
Acide urique. . . . .	1,00
Mucus vésical. . . . .	0,32
Sulfate de potasse. . . . .	3,71
Sulfate de soude. . . . .	3,16
Phosphate de soude. . . . .	2,94
Chlorure de sodium. . . . .	4,45
Phosphate de chaux et de magnésie. . . . .	1,00
Silice. . . . .	0,03
Biphosphate d'ammoniaque. . . . .	1,65
Chlorure ammonique. . . . .	1,50
	4000,00

Telle est la composition moyenne de l'urine normale chez l'homme adulte ; mais nous le répétons, même à l'état physiologique, elle est soumise à de nombreuses variations, et de nouvelles recherches sont indispensables pour fixer ce point de la science.

M. Lehmann a fait sur lui-même un grand nombre d'expériences pour apprécier l'influence de divers aliments sur la composition de l'urine. Voici les résultats moyens qu'il donne pour un laps de temps de vingt-quatre heures :

ÉLÉMENTS.	NOURRITURE mixte.	ŒUFS.	NOURRITURE végétale.	NOURRITURE non azotée.
Quantité. ....	gr. 989,95	gr. 1202,5	gr. 990,0	gr. 977,113
Densité. ....	1,0220	1,0270	1,0275	»
Parties solides. ....	67,82	87,44	59,24	41,68
Urée. ....	32,498	53,198	22,481	15,408
Acide urique. ....	1,183	1,478	1,021	0,735
Acide lactique et lactates. ....	2,725	2,167	2,669	5,276
Matière extractive. ....	10,489	5,196	16,490	11,854
Phosphates terreux. ....	1,130	3,562	»	»

Chez la femme, l'urine est généralement un peu plus aqueuse, et acquiert plus facilement la réaction alcaline que celle de l'homme; elle contient aussi un peu moins d'urée; toutefois ces modifications sont de peu d'importance. La grossesse exerce des influences diverses selon les phénomènes si variables qui accompagnent cet état. Très-souvent elle reste à l'état normal. D'après M. Donné, l'urine des femmes enceintes contient généralement moins d'acide libre, de phosphate et de sulfate de chaux que dans les conditions ordinaires, circonstance qui serait due à ce que ces matériaux sont employés à constituer le nouvel être. M. Nauche a signalé dans la sécrétion urinaire, pendant la grossesse, un phénomène particulier qu'il regarde comme caractéristique de cet état; c'est la formation à sa surface d'une pellicule qu'il nomme *kyestéine*, matière formée de phosphate ammoniaco-magnésien, de mucus en décomposition et de végétaux cryptogames. Il ne faudrait pas cependant attacher trop d'importance à la formation de la *kyestéine*, car il n'est pas rare de la rencontrer en dehors de l'état de grossesse, et, de plus, elle n'est pas constante pendant cet état. Enfin, selon les accidents qui accompagnent l'état de gestation, on voit les urines prendre des caractères en rapport avec ces accidents; nous aurons occasion de revenir sur ce sujet dans le cours de ce travail.

L'âge ne paraît pas exercer une grande influence sur la composition du liquide urinaire, si ce n'est dans les premiers temps de la vie. Pendant la vie intra-utérine, on trouve des différences qui méritent

d'être signalées. M. le docteur M'Clintock (1) qui a fait plusieurs analyses d'urine de fœtus, dit qu'avant la naissance, ce liquide est dépourvu d'urée, et contient des proportions assez notables d'albumine.

MM. Rayer et Guibourt se sont assurés que l'urine des enfants à la mamelle contient peu ou point d'urée. Selon Fourcroy l'acide urique et surtout le phosphate seraient plus abondants dans l'urine des vieillards. M. Rayer a montré par plusieurs analyses que ce fait est loin d'être constant.

Outre les principes que nous venons de signaler, et qui forment la base de la composition de l'urine, les travaux récents de la chimie, les études microscopiques ont fait découvrir dans ce liquide un grand nombre de principes qui y existent soit normalement, soit seulement sous l'influence de causes pathologiques; mais quelques-uns s'y trouvent en si faible quantité, qu'il devient impossible d'en déterminer la proportion, et que leur existence est même problématique. Voici, d'après M. Robin, une liste des principes que l'on peut rencontrer dans l'urine.

Acide carbonique (quelquefois des traces).

Eau (en moyenne) 971.934 pour 1000.

Silice (quelquefois des traces).

Chlorure de sodium.

Chlorure de potassium.

Chlorhydrate d'ammoniaque.

Sulfate de chaux (des traces).

Sulfate de soude.

Sulfate de potasse.

Phosphate de chaux des os.

Phosphate acide de chaux.

Phosphate acide de soude.

Phosphate neutre de soude.

Phosphate de potasse.

---

(1) M'Clintock (*Dublin Journ.*, févr. 1840).

Phosphate de magnésie.
Phosphate ammoniaco-magnésien.
Carbonate de chaux
Carbonate de soude
Carbonate de potasse
Carbonate d'ammoniaque (toujours morbide).
Lactate de chaux.
Lactate de soude.
Lactate de potasse.
Oxalate de chaux.
Urate de chaux.
Urate de magnésie.
Urate neutre de soude.
Urate acide de soude.
Urate de potasse (des traces).
Urate d'ammoniaque.
Acide urique.
Acide hippurique.
Pneumate de soude (des traces).
Urée.
Créatine.
Créatinine.
Cystine.
Sucre du foie ou de diabète.
Oléine.
Margarine.
Stéarine.
Mucosine.
Matières colorantes.

A ce tableau, il faut ajouter quelques éléments qui ne se rencontrent jamais qu'à l'état pathologique, tels que l'albumine, le sperme, la bile, le sang, le pus, l'acide zanthique, etc., etc., et des substances qui s'y trouvent accidentellement, comme des matières médicamenteuses ou toxiques qui suivent cette voie d'élimination.

### CHAPITRE III.

#### ÉTUDES DES PRINCIPES CONSTITUANTS DE L'URINE SAINTE.

##### § 1<sup>er</sup>. — *Eau et matières solides. Densité.*

Les proportions d'eau et de matières solides entrant dans la composition de l'urine sont étroitement liées l'une à l'autre, et se déterminent simultanément. Ces quantités sont soumises à des variations, et il est difficile de donner à cet égard une moyenne exacte. M. Becquerel donne les nombres suivants comme résultant de nombreuses expériences :

	Eau.	Principes solides sécrétés en 24 heures.
Hommes. . . . .	1227,779	39,521.
Femmes. . . . .	1337,489	24,211.
Moyenne générale.	1282,634	36,866.

La quantité des matériaux solides peut osciller chez l'homme entre 36 et 44 ; chez la femme, entre 32 et 36.

Dans les variations qu'éprouvent les proportions d'eau et des corps solides de l'urine, il est important de faire une distinction entre leur quantité absolue et relative. C'est ainsi, qu'après une ingestion considérable de liquides, les urines devenant plus aqueuses, les principes solides se trouvent en apparence diminués, mais leur quantité absolue est au contraire augmentée. De même, certaines influences pathologiques diminuent la sécrétion des matériaux solides, et cependant leur proportion relative peut être plus grande, à cause de la présence d'une faible quantité d'eau. Il est donc toujours indispensable de déterminer les proportions absolues et relatives pour pouvoir les comparer utilement aux moyennes que nous venons de donner.

On conçoit qu'à ces différences, doivent correspondre des variations dans la densité du liquide urinaire, et la détermination de cette propriété est de la plus grande utilité en sémiotique, surtout

depuis que les nouvelles recherches de M. Millon sont venues lui donner une importance inattendue.

M. Becquerel a cherché le rapport qui existe entre la densité des urines et la somme des matières solides qu'elles contiennent en dissolution. En opérant sur divers échantillons d'urine de densités différentes, et déterminant par évaporation la quantité de résidu qu'elles fournissaient, il a dressé une table permettant d'obtenir, par la seule inspection de la densité, la proportion des corps solides contenus dans une quantité donnée d'urine. Voici les résultats auquel il est arrivé :

DENSITÉS.	EAU contenue dans 1000 grammes d'urine.	MATIÈRES autres que l'eau contenues dans 1000 grammes d'urine.
1000,00	1000,000	0,000
1001,00	998,350	1,650
1002,00	996,700	3,300
1003,00	995,050	4,950
1004,00	993,400	6,600
1005,00	991,750	8,250
1006,00	990,100	9,900
1007,00	988,450	11,550
1008,00	986,800	13,200
1009,00	985,150	14,850
1010,00	983,500	16,500
1011,00	981,850	18,150
1012,00	980,200	19,800
1013,00	978,550	21,450
1014,00	976,900	23,100
1015,00	975,250	24,750
1016,00	973,600	26,400
1017,00	971,950	28,050
1018,00	970,300	29,700
1019,00	968,650	31,350
1020,00	967,000	33,000
1021,00	965,350	34,650
1022,00	963,700	36,300
1023,00	962,050	37,950
1024,00	960,400	39,600
1025,00	958,750	41,250
1026,00	957,100	42,900
1027,00	955,450	44,550
1028,00	953,800	46,200
1029,00	952,150	47,850
1030,00	950,500	49,500
1031,00	948,850	51,150
1032,00	947,200	52,800

M. Chambert (1) en examinant le rapport des sels à la quantité d'eau dans les urines recueillies dans différentes conditions, est arrivé aux conclusions suivantes : 1° l'urine des repas est plus dense et plus chargée de sels que celle du matin ; 2° les principes inorganiques sont en raison directe de la quantité des sels introduits avec les aliments ; 3° les sels sont d'autant plus abondants dans l'urine du sang qu'ils sont en plus grande quantité dans celle du repas ; 4° il n'existe pas de rapport même approximatif entre les sels et la densité, ni probablement entre les sels, la densité et les matières organiques. On voit que cette dernière conclusion est en contradiction avec les opinions de M. Becquerel ; on en trouvera l'explication dans les observations suivantes :

M. Millon (2) qui a fait de si intéressants travaux sur la composition de l'urine, a découvert entre les qualités de ce liquide et sa densité, des rapports curieux qui sont venus donner une grande importance à cette propriété physique. Il a d'abord reconnu que l'urée dissoute dans l'eau en affectait la densité moins que les autres substances, et notamment moins que les sels minéraux. De plus, dans tous les dosages d'urée qui ont été accompagnés de la détermination de la densité, on remarque un rapport empirique fort bizarre : le second et le troisième chiffre de la densité comptés ensemble, expriment assez exactement la quantité d'urée que contiennent 1,000 grammes de liquide; ce rapport qui s'observe dans les cas physiologiques, cesse de se montrer dans les maladies : voici les nombres donnés par M. Millon :

Densité de l'urine à + 15°.	Urée contenue dans 1000 gr.	Densité de l'urine à + 15°.	Urée contenue dans 1000 gr.
1,004 6 . . . . .	4,20	1,025 4 . . . . .	23,19
1,009 2 . . . . .	9,88	1,014 5 . . . . .	11,99
1,008 0 . . . . .	6,78	1,013 0 . . . . .	12,81
1,030 8 . . . . .	29,72	1,007 0 . . . . .	7,11
1,027 7 . . . . .	28,05		

(1) Chambert. Recherches sur les sels et la densité des urines chez l'homme sain (*Rec. de mém. de méd. et de pharm. milit.*, t. LVIII, p. 328).

(2) Millon. Études de chimie organique faites en vue des applications physiologiques et médicales (1849).

On voit, d'après ces observations de M. Millon, qu'il n'est pas possible de déterminer la quantité des matériaux solides de l'urine par la seule inspection de sa densité, comme semblaient l'indiquer les travaux de M. Becquerel. Si en effet l'urée forme une grande proportion du résidu, la densité sera faible quoiqu'il puisse y avoir beaucoup de matériaux solides, et réciproquement. On voit aussi que le dosage de l'urée, joint à la détermination de la densité, permet d'obtenir approximativement la proportion des autres principes solides.

La densité de l'urine peut être déterminée, soit au moyen d'un aréomètre sensible, en ayant soin de rapporter les résultats fournis par cet instrument à la densité réelle, soit par la méthode directe, ce qui est toujours préférable. M. Coulier (1) a appliqué à cette détermination un petit appareil très-simple et très-ingénieux, qui peut être en pareil cas de la plus grande utilité.

### § 2. — *Principes de nature organique.*

*Urée.* — De tous les principes constituants de l'urine, l'urée est sans contredit le plus important; elle forme à elle seule la moitié de la partie solide, et c'est par elle que l'urine accomplit sa fonction physiologique essentielle en éliminant sous cette forme la plus grande portion des matériaux azotés devenus inutiles. Découverte en 1773 par Rouelle, mieux étudiée par Fourcroy et Vauquelin, elle est contenue dans l'urine de tous les mammifères, et se retrouve aussi dans celle des oiseaux et des reptiles. On la rencontre aussi dans d'autres liquides de l'économie, quoique en moindre quantité. C'est ainsi que Wöhler a signalé sa présence dans les eaux de l'amnios, Millon dans les humeurs de l'œil, Marchand dans la sérosité des hydropsies. Sous certaines influences pathologiques, l'urée peut même se rencontrer dans presque tous les liquides. Enfin MM. Prevost et Dumas (2) ont démontré son existence dans le sang, et prouvé par là que les

---

(1) Voyez Millon. *Études de chimie organ.*, p. 92 et pl. II.

(2) Prevost et Dumas. *Examen du sang et de son action dans les div. phénom. de la vie (Ann. de phys. et de chim.)*, 1821 et 1822.)

reins ne faisaient que la séparer de ce liquide, et ne la fabriquaient pas, comme l'avaient avancé Dupuytren et Thénard. Tout récemment, M. Picard de Strasbourg a apporté de nouvelles preuves à cette assertion, en montrant que le sang des veines rénales était beaucoup moins riche en urée que celui des artères rénales.

La moyenne de la quantité d'urée contenue dans l'urine normale sécrétée en vingt-quatre heures, est fixée par M. Becquerel à 18 gr. pour les hommes et 15 gr. pour les femmes. M. Lecanu a donné des nombres différents, mais qu'il considère lui-même comme un peu trop forts (1). D'après lui, les moyennes seraient les suivantes :

Hommes. . . . .	28 gr.
Femmes. . . . .	19
Vieillards. . . . .	8
Enfants de huit ans. . .	13
Enfants de quatre ans. .	4,50

L'inspection seule de ces nombres montre que l'âge exerce une influence notable sur la formation de l'urée. Il faut remarquer toutefois que chez les enfants, eu égard au poids du corps, la quantité d'urée sécrétée en vingt-quatre heures est beaucoup plus considérable que chez l'adulte.

Plusieurs causes influent sur la production de l'urée à l'état physiologique ; nous citerons surtout le régime et la quantité de liquide évacuée. Des expériences directes sur l'homme et les animaux ont prouvé que, lorsque après l'ingestion de boissons copieuses, l'évacuation de l'eau devient abondante, la quantité d'urée produite en vingt-quatre heures augmente aussi.

L'influence du genre d'alimentation est beaucoup plus importante : un régime fortement azoté accroît notablement la proportion d'urée, tandis que la privation d'aliments azotés la diminue. Frerichs, qui a tenté quelques expériences à cet égard, a reconnu que, chez des chiens soumis pendant quelque temps à un régime végétal, la quantité d'urée

---

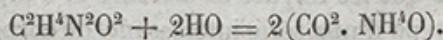
(1) M. Lecanu a calculé les quantités d'urées, d'après la formule du nitrate d'urée, qu'il considérait comme anhydre tandis qu'on doit, avec M. Regnault, y considérer un équivalent d'eau.

s'abaisse et devient égale à celle qui se produit pendant l'inanition ; de sorte que l'urée semble provenir de deux sources : une partie serait due à la décomposition des tissus de l'organisme, tandis que l'autre proviendrait de la transformation directe d'une portion des aliments. L'ingestion des matières gélatineuses augmente la sécrétion de l'urée ; il paraît en être de même du chlorure de sodium pris en grande quantité.

Les causes pathologiques agissent en général en diminuant la sécrétion de l'urée, comme l'a démontré M. Rayer (1), et ce n'est que dans quelques cas très-rares qu'elle est augmentée ; il peut cependant en être ainsi dans quelques cas de polydipsies, et d'urines très-abondantes. Dans les cas morbides où ce principe diminue, il est à remarquer que cette diminution porte non-seulement sur la quantité absolue, mais encore sur la quantité relative.

L'extraction de l'urée contenue dans l'urine se fait en traitant par l'acide azotique le liquide convenablement évaporé, et, décomposant le précipité qui se forme par le carbonate de potasse ou de baryte, on sépare et on purifie l'urée par des cristallisations dans l'eau et dans l'alcool. Nous indiquerons plus loin les procédés de dosage.

L'urée est un corps fort intéressant au point de vue chimique ; sa composition est représentée par la formule  $C^2H^4N^2O^2$ , qui rappelle la composition du cyanate d'ammoniaque  $C^2NO \cdot NH^4O$ . Wöhler a signalé le premier la formation artificielle de l'urée au moyen de ce produit. L'urée est incolore, d'une saveur fraîche et amère, soluble dans l'eau et dans l'alcool, neutre aux réactifs colorés. Elle cristallise en longues aiguilles prismatiques aplatis, ordinairement disposées en rosaces ou entrecroisées ; il n'est pas rare de voir ces aiguilles renflées vers leur partie moyenne, et se terminer néanmoins par une base rectangulaire (2). L'urée se décompose par la chaleur en donnant de l'ammoniaque et du carbonate d'ammoniaque. En absorbant les éléments de l'eau, elle se transforme en carbonate d'ammoniaque

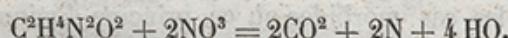


(1) Rayer. Maladies des reins (vol. I, p. 83).

(2) Voyez Robin et Verdeil. Traité de chim. anat., pl. XXIX et XXX.

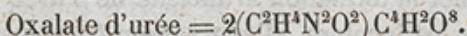
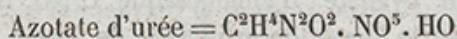
Cette transformation permet de considérer l'urée comme de la carbamide. C'est à cette métamorphose qu'est due le changement de réaction qu'éprouve l'urine quand on l'abandonne à elle-même. Par la décomposition de certaines matières organiques, telle que le mucus, il s'établit une fermentation par laquelle l'urée se transforme en carbonate d'ammoniaque, qui donne alors une réaction alcaline. On voit quelquefois le même phénomène se produire dans la vessie sous l'influence de causes morbides, et ces urines sont alors alcalines au moment de leur émission.

L'acide nitreux ou le nitrate acide de mercure décompose l'urée en acide carbonique, azote et eau :



M. Millon a appliqué cette réaction au dosage de l'urée qui peut se faire ainsi très-facilement.

L'urée forme avec certains acides des combinaisons très-remarquables, et fort importantes en ce qu'elles permettent de séparer l'urée de ses dissolutions et même de la doser. C'est ainsi que les acides azotique et oxalique produisent, dans les dissolutions d'urée, des précipités caractéristiques pour cette substance et présentant la composition suivante :



Le nitrate d'urée se présente sous la forme de cristaux lozangiques, à angles mous, isolés ou imbriqués, de manière à former des sortes d'arborisations (1). Ils sont ordinairement colorés en jaune brunâtre. Cette forme cristalline peut servir à découvrir de petites quantités d'urée sous le microscope.

L'urée peut aussi se combiner avec certains sels et avec des oxydes métalliques, tels que les oxydes de mercure et d'argent.

L'urée est le type d'une série intéressante de corps qui représentent

(1) Voyez Robin et Verdeil (*loc. cit.*, pl. XXX et XXXI), et Rayer, *Maladies des reins* (t. I, pl. IV).

de l'urée dans laquelle un ou plusieurs atomes d'hydrogène sont remplacés par des radicaux hydrocarburés, tels que l'éthyle, le méthyle, le phényle.

La première urée composée (phénylurée) a été obtenue par M. Chancel (1), et les importants travaux de M. Wurtz (2) sur ce sujet ont donné un grand intérêt à cette question. M. Wurtz a obtenu un très-grand nombre de ces produits, soit en traitant par l'ammoniaque les différents éthers cyaniques, soit par la production des cyanates d'éthylamine, de méthylamine, etc., qui sont isomères de ces urées composées, comme le cyanate d'ammoniaque est isomère de l'urée normale.

Quelle est l'origine de l'urée dans l'économie? On a cru pendant longtemps que ce principe était formé de toutes pièces par les reins, mais les travaux de MM. Prevost et Dumas (3) ont renversé cette opinion. Ils ont reconnu, en effet, qu'après l'extirpation des reins, l'urée apparaissait dans le sang, seulement sa présence n'était bien évidente que trois ou quatre jours après l'opération. MM. Bernard et Barreswil (4) ont montré que cette circonstance tenait à ce que l'urée était alors éliminée par l'intestin. En 1850, M. Paul Hervier a démontré la présence de l'urée dans le sang normal de l'homme et des animaux; seulement ce principe existe en très-petite quantité; mais l'activité de la sécrétion urinaire rend parfaitement compte de la proportion considérable qu'on en trouve dans l'urine. L'urée se forme donc dans le sang, et c'est aux dépens des matériaux protéiques et par leur oxydation qu'elle prend naissance; aussi voit-on toutes les causes qui favorisent les phénomènes d'oxydation augmenter la production de l'urée, et celles qui l'affaiblissent la diminuer; et on voit alors apparaître une plus grande quantité d'acide urique, qui est un produit moins avancé d'oxydation. Tout récemment, M. Bechamp a donné une preuve évidente de cette origine de l'urée, en produisant

(1) Chancel (1847). Comptes rend. des trav. chim. 1849.

(2) Wurtz (1848). Comptes rend. de l'Acad. des sc., XXVII; XXXII, 414.

(3) Prevost et Dumas (*loc. cit.*).

(4) Bernard et Barreswil. Sur les voies d'élim. de l'urée après l'extirpat. des reins (*Arch. gén. de méd.*, 1849).

artificiellement ce principe par l'oxydation directe de l'albumine, au moyen du permanganate de potasse (1).

*Acide urique et urates.* — L'acide urique libre existe en très-faible quantité dans l'urine de l'homme, et on a très-souvent confondu l'étude de ce corps avec celle des urates qui s'y trouvent constamment. Plusieurs auteurs nient même la présence de cet acide libre dans l'état physiologique, et la considèrent toujours comme accidentelle ou pathologique; quoi qu'il en soit, cette distinction entre l'acide urique et les urates, ne présente pas d'importance réelle, car les mêmes influences agissent de la même manière sur la production de ces divers corps, et de plus, la capacité de saturation de cet acide est si faible, que la quantité de base avec laquelle il est combiné, est presque insignifiante.

L'acide urique est un degré d'oxydation des matières protéiques moins avancé que l'urée; aussi le voit-on se produire en plus grande quantité toutes les fois qu'il y a embarras dans les fonctions de respiration et de circulation; et chez les animaux à sang froid chez qui les phénomènes d'oxydation offrent normalement une faible activité, on le voit constituer la presque totalité de la sécrétion urinaire. C'est ce qui arrive chez les serpents dont les excréments sont utilisés avec avantage pour se procurer l'acide urique; il n'existe pas dans l'urine des herbivores, mais nous verrons qu'il y est remplacé par un acide particulier, l'acide hippurique.

Chez l'homme, l'acide libre paraît n'exister qu'accidentellement, et sous l'influence de quelques causes particulières. C'est ainsi qu'il n'est pas rare de rencontrer dans les urines abandonnées à elles-mêmes, un sédiment cristallin composé d'acide urique; mais même dans ces cas, M. Lehmann pense que ce corps provient de la décomposition des urates par de l'acide lactique qui se forme dans l'urine ainsi exposée à l'air. Il fonde cette opinion sur ce fait qu'il n'est pas possible de redissoudre par la chaleur la totalité de l'acide urique qui s'est précipité dans l'espace de quelques heures.

L'ingestion de liqueurs excitantes tels que le café, les vins mous-

---

(1) (Comptes rendus de l'Acad. des sciences, 8 septembre 1856.)

seux, les spiritueux, un régime fortement azoté, donnent très-souvent naissance à des dépôts d'acide urique chez l'homme sain.

Si l'acide urique libre se rencontre rarement à l'état physiologique, il n'en est plus de même sous l'influence de certaines causes morbides. C'est ainsi que la plupart des maladies inflammatoires, la goutte, le rhumatisme articulaire, la diathèse lithique donnent lieu à une abondante production de cette substance, qui se dépose souvent sous la forme de concrétions, et qui forme ainsi des calculs urinaires; nous étudierons plus loin ces modifications pathologiques.

Combiné avec les bases, l'acide urique est un des principes constitutants que l'on retrouve constamment dans l'urine, et c'est surtout à l'état d'urate neutre de soude qu'il y existe. On rencontre aussi les urates d'ammoniaque, de potasse, de chaux, de magnésie. Ces différents sels sont peu solubles dans l'eau et forment souvent des sédiments dans les urines, sédiments qui bien des fois confondus avec l'acide urique, s'en distinguent en ce que examinés au microscope ils paraissent amorphes, tandis que l'acide urique se précipite toujours sous forme cristalline. Les mêmes causes qui influent sur la production de l'acide libre agissent aussi sur celle des urates dont l'importance physiologique est la même. M. Magendie s'est assuré que ces corps disparaissaient complètement de l'urine des carnivores en nourrissant pendant quelque temps ces animaux avec des substances non azotées.

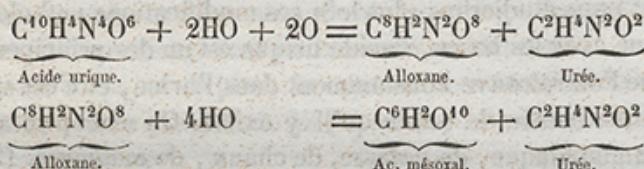
La quantité d'acide urique soit libre, soit combiné, produite en vingt-quatre heures, est soumise à des variations et oscille entre 0 gr. 089 et 1,575 pour des sujets pris dans diverses conditions d'âge, de sexe, de régime, etc.

M. Becquerel admet comme moyenne les nombres 0,465 chez l'homme, et 0,557 chez la femme. La sécrétion d'une grande masse d'eau paraît sans influence notable sur celle de l'acide urique. La présence de l'acide urique dans le sang, depuis longtemps soupçonnée par les physiologistes, a été démontrée par le docteur Garrod dans le sang des goutteux d'abord, puis dans celui de l'homme sain; il paraît y exister à l'état d'urate de soude (1).

---

(1) Garrod (*Medico-chirurg. transact.*, 1848, t. XXXI, p. 83).

Découvert par Scheele qui lui a donné le nom d'acide lithique, l'acide urique est représenté par la formule  $C^{10}H^4N^4O^6$ , et présente plusieurs réactions d'un grand intérêt, qui ont été signalées par MM. Liebig et Wöhler. Une des plus remarquables est celle qui résulte de l'action des corps oxydants. C'est ainsi que l'acide nitrique dilué le transforme en urée et en alloxane, principe azoté susceptible de se transformer lui-même en urée et en un acide particulier, l'acide mésoxalique, lorsqu'on le traite par les alcalis bouillants :



Ces réactions sont intéressantes en ce qu'elles nous indiquent les liaisons qui rattachent l'urée à l'acide urique, et sont parfaitement d'accord avec les données physiologiques, qui montrent que tout ce qui active les phénomènes d'oxydation augmente la production de l'urée en diminuant celle de l'acide urique.

L'acide urique est fort peu soluble dans l'eau froide qui n'en dissout que 1/1500 et fort peu aussi dans l'eau bouillante et dans l'alcool. Il cristallise sous différentes formes, modifications de la forme rhomboïdale, qui permettent de reconnaître ce corps dans les sédiments, par leur examen au microscope. Nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet en traitant de l'analyse des urines.

L'acide urique présente une réaction chimique caractéristique, qui permet de le reconnaître très-facilement, qu'il soit libre ou combiné avec les bases. Lorsqu'on le chauffe avec de l'acide nitrique et qu'on traite par l'ammoniaque la dissolution suffisamment concentrée, il se produit une magnifique coloration pourpre, due à la formation d'un composé nommé *Murexide* ou *Purpurate d'ammoniaque*.

*Acide hippurique.* — Ce corps existe en très-petite quantité dans l'urine de l'homme où M. Liebig a démontré pour la première fois sa présence, mais il est très-abondant dans celle des herbivores chez qui il remplace l'acide urique. Cependant, pendant le jeune âge, ces ani-

maux se comportent comme des carnivores pour ce qui est de la production de l'acide urique, tant qu'ils sont soumis à l'allaitement (Wöhler); ce résultat ne doit pas surprendre, puisque pendant cette période de leur vie ils font usage d'une nourriture animale. L'acide hippurique disparaît chez les herbivores soumis à l'abstinence, et on voit alors augmenter l'urée (Bernard).

Chez l'homme, le régime végétal favorise la formation de l'acide hippurique, qui existe toujours à l'état de combinaison avec les bases. On a peu de données sur les causes qui font varier la quantité de cet acide chez l'homme sain. Nous dirons cependant que l'ingestion de l'acide benzoïque en produit une sécrétion assez abondante (1). Ce fait surprenant au premier abord s'explique par la relation qui existe entre ces deux corps comme on le verra plus loin. D'après les observations de MM. Wöhler et Frerichs, l'éther benzoïque et l'hydrure de benzoïle jouiraient de la même propriété, ainsi que l'acide cinamique comme l'ont remarqué MM. Erdmann et Marchand. Certaines influences pathologiques donnent naissance à une hypersécrétion d'acide hippurique assez remarquable.

L'acide hippurique a été trouvé dans le sang des animaux et dans celui de l'homme par MM. Verdeil et Dolfuss (2). Il y existe probablement à l'état de sel de soude.

Longtemps confondu avec l'acide benzoïque, l'acide hippurique a d'abord été désigné sous le nom d'*urobenzoïque* pour le distinguer de celui du benjoin. Les travaux de M. Liebig ont démontré que ce corps était un acide particulier et que l'acide benzoïque était un produit de sa décomposition. Cependant, d'après M. Liebig, il paraît que l'urine des herbivores peut, dans certains cas, contenir de l'acide benzoïque; ainsi, lorsque les chevaux travaillent, leur urine contient de l'acide benzoïque, tandis qu'on y trouve de l'acide hippurique dans les cas où ces animaux prennent peu d'exercice ou reposent à l'écurie.

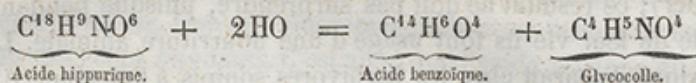
Ces deux corps présentent en effet entre eux d'étroites liaisons;

---

(1) Ure (*Prov. medic. and surg. journ.*, 1841).

(2) Verdeil et Dolfuss. Analyse anatom. du sang (*Mém. de la Soc. de biologie*, t. II, 1850).

l'acide hippurique en fixant deux équivalents d'eau se transforme en acide benzoïque et en sucre de gélatine ou glycocolle.



Il est facile de réaliser l'expérience en faisant bouillir l'acide hippurique avec de l'acide chlorhydrique concentré.

L'acide hippurique est peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'alcool. Il cristallise en prismes appartenant au système rhomboédrique; on l'obtient en précipitant l'urine par l'acide chlorhydrique. Récemment, M. Dessaignes a indiqué un procédé pour obtenir artificiellement ce produit, il consiste à faire réagir sur le chlorure de benzoïle un composé de zinc et de glycocolle.



*Acide lactique.* — Indiqué par Berzélius comme principe constituant de l'urine, l'acide lactique n'y existerait qu'accidentellement, et comme produit des réactions qui s'effectuent dans ce liquide, selon Lehmann et Scherer (1). D'après ce dernier auteur l'urine fraîche exposée à l'air, subirait une sorte de fermentation qui donnerait naissance à de l'acide lactique. Lehmann (2) a observé ce phénomène dans des urines diabétiques et l'attribue à la catalyse lactique du sucre. Cette transformation pourrait même, dans certains cas, s'opérer dans la vessie, et de là l'origine des lactates, par la réaction de l'acide produit sur les urates. Quoi qu'il en soit, les travaux récents de MM. Cap et Henry démontrent, d'une manière à peu près certaine, la présence de l'acide lactique dans l'urine où, d'après eux, il se trouverait à l'état de lactate d'urée, d'ammoniaque et de soude.

M. Bussy admet avec Berzélius l'existence de l'acide lactique dans

(1) Scherer. *Untersuchungen zur Pathologie.* 1843.

(2) Lehmann. *De urina diabetica.* 1835.

l'urine qui lui devrait en grande partie son acidité ; il servirait à tenir en dissolution le phosphate de chaux et le phosphate ammoniacomagnésien. D'après MM. Cap et Henry, toute l'urée serait même contenue dans l'urine à l'état de lactate, car l'acide lactique existerait en quantité plus que suffisante pour saturer entièrement l'urée. Cette idée paraît assez raisonnable, car si l'on songe à la grande tendance qu'a l'urée à se combiner avec les acides, il paraît surprenant de voir ce corps exister à l'état de liberté dans un liquide possédant une réaction acide aussi manifeste que l'urine. Cependant M. Pelouze a démontré, depuis les travaux dont nous parlons, que l'urée peut cristalliser dans l'acide lactique sans se combiner avec lui (1). On ne saurait donc se prononcer d'une manière définitive à ce sujet, et de nouvelles recherches sont nécessaires pour éclairer la science sur une question aussi délicate.

*Créatinè et Crétinine.* — Ces deux principes existent normalement dans l'urine de l'homme ; on ne connaît exactement ni leur proportion ni les causes qui la font varier. La créatine paraît y exister en assez grande proportion. L'urine de porc en renferme une quantité beaucoup plus considérable. Ces principes semblent être un produit de décomposition du tissu musculaire, qui serait repris par le sang et éliminé ensuite par les urines. On peut reconnaître leur présence par l'examen microscopique de ce liquide convenablement évaporé.

*Matière colorante.* — La coloration de l'urine est due à la présence d'une matière colorante sur la nature de laquelle les chimistes sont peu d'accord. Signalée d'abord par Cruishank, étudiée plus tard par Proust et Vauquelin, qui l'ont nommée *acide rosacique* ; par Golding Bird, Heller, etc., cette substance est plus particulièrement désignée aujourd'hui sous le nom d'*urrosacine*. Isolée dans ces derniers temps et étudiée par M. Harley, elle se présente sous la forme d'une masse brune, qui paraît rouge amarante lorsqu'on l'examine à la lumière transmise. Cette matière est insoluble dans l'eau quand elle a été desséchée, soluble dans l'éther en lui communiquant une teinte rouge. Avant sa

---

(1) Pelouze. *Ann. de phys. et de chim.*, 1842, t. VI, p. 65.

dessiccation, elle se dissout en petite quantité dans l'eau et lui donne, selon la quantité, toutes les colorations que peut présenter l'urine. Par la calcination elle laisse un résidu abondant d'oxyde de fer, ce qui la rapproche de la matière colorante du sang, dont elle pourrait n'être qu'une modification.

Dans certains cas liés à des altérations pathologiques, les acides chlorhydrique, nitrique, sulfurique et d'autres, font passer la matière colorante de l'urine à la teinte violette ou bleue. Ces phénomènes pourraient bien avoir leur origine dans la formation de substances analogues au bleu de Prusse, provenant de la combinaison du fer de l'urrosacine avec les composés cyaniques (urée, acide urique) préalablement modifiés de l'urine.

Cette matière colorante existe en quantité variable dans l'urine, comme le montrent les variations de coloration que présente ce liquide. Elle est augmentée par les causes qui diminuent la quantité d'eau et par celles qui accroissent la proportion d'acide urique. Les causes inverses la diminuent ; elle est généralement entraînée par les sédiments qui s'y forment en leur communiquant une teinte rose.

Proust la considérait comme du purpurate d'ammoniaque, se fondant sur ce que l'urine contient normalement de l'acide nitrique ; mais outre que la présence de cet acide est loin d'être constante, l'urrosacine ne présente pas les mêmes propriétés que le purpurate d'ammoniaque, comme l'a démontré Berzélius.

L'urine se présente quelquefois avec des colorations différentes, mais qui sont presque toujours dues à des influences morbides. Dans quelques cas cependant, on a signalé des urines normalement bleues, ce qui pourrait tenir à un état particulier de la matière colorante rouge, analogue à celui qui se produit par les réactifs.

*Mucus.* — Le mucus est une substance particulière, azotée, sécrétée par la membrane muqueuse de la vessie, et qui concourt à la constitution de l'urine dans laquelle il est en suspension. Cette substance se décompose rapidement au contact de l'air et agit alors comme ferment sur les matériaux organiques de l'urine. Le mucus est en suspension et non en dissolution dans l'urine ; il se sépare sous la forme de flocons quelque temps après son émission. On trouve en général

aussi des cellules épithéliales, entraînées mécaniquement, qui se déposent en même temps. Le mucus de l'urine est plus abondant chez la femme que chez l'homme. Les liqueurs fermentées paraissent en augmenter la quantité.

*Matières grasses.* — A l'état normal, l'urine contient une petite quantité de matières grasses qui, d'après les travaux de M. Chevreul, consisteraient en oléine et stéarine. Nous verrons plus loin que dans quelques cas pathologiques la proportion de ces matières peut augmenter au point de communiquer l'apparence du lait au liquide urinaire.

Les principes que nous venons d'étudier, à partir de l'acide lactique, forment un ensemble dont il est difficile d'étudier séparément les éléments. On ne peut doser ces corps que par différence, après avoir retranché l'urée et l'acide urique du résidu solide, et soumis le reste à la calcination, encore le chlorhydrate d'ammoniaque se trouve-t-il compté avec ces matières. Aussi la physiologie a-t-elle peu de données relatives à cette partie de la question, et de nouveaux travaux sont indispensables pour éclairer la science sur les modifications que peuvent éprouver ces principes.

### § 3. — *Principes de nature inorganique.*

Lorsqu'on soumet à la calcination le résidu solide de l'urine, toutes les matières organiques disparaissent, et on obtient une masse blanche, représentant l'ensemble des principes fixes, et dans laquelle l'analyse découvre les corps suivants :

Acide sulfurique,  
Acide phosphorique,  
Chlore,  
Silice (des traces),  
Potasse,  
Soude,  
Chaux,  
Magnésie.

Ces divers éléments sont groupés de la manière suivante, d'après les observations de M. Lecanu. Nous ferons observer cependant que par la calcination il peut s'opérer des modifications dans la nature des éléments inorganiques de l'urine, pour les phosphates, par exemple, et qu'il est important de recourir à l'urine elle-même pour contrôler l'état sous lequel s'y rencontrent ces principes :

Sulfate de potasse,  
Sulfate de soude,  
Chlorure de sodium,  
Phosphate de soude,  
Phosphate de chaux,  
Phosphate de magnésie,  
Silice,  
Acide phosphorique (uni à de l'ammoniaque?),  
Soude (unie à de l'acide lactique et d'autres acides organiques).

On doit ajouter à ces principes fixes de l'acide carbonique à l'état de carbonate de soude, constant chez les herbivores, où il se trouve en grande quantité, d'après les analyses de Bibra (1). Il existe aussi chez l'homme après l'ingestion des fruits charnus en grande quantité; il provient alors de la combustion des sels organiques de ces fruits, et, se trouvant en trop grande proportion dans le sang, il est éliminé par les urines.

Nous nous occuperons du dosage de ces divers éléments en parlant de l'analyse de l'urine; nous allons étudier ici leur importance physiologique.

L'ensemble de ces sels inorganiques peut varier en quantité. D'après M. Becquerel, les moyennes de leur production en vingt-quatre heures oscilleraient entre 8 et 10 gr. Il est rare de voir ces nombres augmentés, mais beaucoup de causes pathologiques peuvent les diminuer. Nous avons déjà montré comment il pouvait y avoir à la fois

---

(1) De Bibra. Sur l'urine de quelques herbivores (*Ann. der chem. und pharm.*, 1845, t. LIII, p. 98).

diminution dans la quantité absolue et augmentation relativement à la quantité d'urine.

*Sulfates.* — Les sulfates forment environ le tiers du résidu fixe, et c'est surtout le sel de soude qui domine, le sulfate de potasse étant en fort petite quantité. M. Lecanu pense que la moyenne des sulfates produite en vingt-quatre heures est de 3 gr. 780.

*Chlorure de sodium.* — Le chlorure de sodium existant dans tous les liquides de l'économie, devait nécessairement se rencontrer dans l'urine, où sa présence est constante, mais non sa quantité. D'après les analyses de M. Lecanu, sa proportion oscillerait entre 0 gr. 04 et 7 gr. 55. M. Valantin l'a vu s'élever à 16 gr. par vingt-quatre heures. La facilité avec laquelle le chlorure de sodium ingéré passe dans les urines, rend très-bien compte de ces différences, et on voit constamment sa quantité augmenter après l'ingestion de ce sel.

*Phosphates terreux.* — On trouve dans l'urine les phosphates acide et basique de chaux ; celui-ci paraît tenu en dissolution par le phosphate acide de soude, et d'après MM. Cap et Henry par l'acide lactique libre. Lorsque par son exposition à l'air, l'urine devient alcaline, le phosphate de chaux se précipite. Cette précipitation s'effectue souvent dans la vessie, soit sous l'influence de causes spéciales, soit sous l'influence d'une plus abondante sécrétions de ce produit, et donne ainsi lieu à la formation de graviers ou de calculs.

Le phosphate de magnésie existe aussi, tenu en dissolution par les mêmes causes que le phosphate de chaux et se dépose souvent comme celui-ci. La quantité des phosphates terreux varie, selon M. Lecanu, entre 4 gr. 96 et 0,02 par vingt-quatre heures. L'urine des vieillards en contiendrait moins que celle des adultes, bien que Fourcroy ait avancé le contraire.

*Phosphates alcalins.* — Les plus importants sont les phosphates neutre et acide de soude. On peut démontrer directement leur existence dans l'urine en évaporant celle-ci jusqu'à une consistance convenable et ajoutant ensuite de l'alcool absolu. On obtient alors des cristaux de phosphate de soude. Nous avons vu le rôle que l'on attribue au phosphate acide qui servirait à dissoudre le phosphate de chaux. C'est à lui que serait dû, selon la plupart des auteurs, la

réaction acide de l'urine attribuée par MM. Cap et Henry à l'acide lactique. La proportion des phosphates de soude est soumise chez l'homme à des variations peu connues; le régime végétal le diminue. Chez les herbivores, il est remplacé par du carbonate.

Le phosphate d'ammoniaque, indiqué par quelques auteurs comme principe immédiat de l'urine, n'en serait, d'après Proust (1), qu'un produit de décomposition.

*Sels ammoniacaux.* — Les nouvelles recherches de M. Boussingault (2) démontrent la présence normale de l'ammoniaque dans l'urine. Toutefois, ce principe y existerait en quantité très-minime. Sa proportion varie chez l'adulte entre 1,00 et 1,50 pour 1000 d'urine. Elle est plus faible chez l'enfant. Chez les herbivores elle existe en quantité encore plus faible que chez l'homme. Elle paraît exister en assez grande quantité chez les serpents. Sous quelle forme existe l'ammoniaque? On a encore peu de données à cet égard. Il est possible que ce soit à l'état de phosphate ou de chlorhydrate. Nous dirons cependant que, dans le plus grand nombre de cas, le phosphate d'ammoniaque ou ammoniacal-magnésien paraît dû à l'action des phosphates alcalins normaux de l'urine, sur les produits de décomposition de l'urée.

Enfin on trouve dans le résidu fixe une petite quantité de silice, et des alcalis libres provenant de la décomposition des sels organiques, urates, lactates, qui lui communiquent une réaction alcaline.

---

(1) Proust. *Faits pour la connaissance des urines et des calculs* (*Ann. de phys. et de chim.*, 1820, t. XIV, p. 259).

(2) Boussingault, *Recherches sur la quantité d'ammoniaque contenue dans l'urine* (*Ann. de phys. et de chim.*, 1850, t. XXIX, p. 472).

---

## DEUXIÈME PARTIE.

### **ALTÉRATIONS PRODUITES PAR LES CAUSES PATHOLOGIQUES.**

---

#### CHAPITRE PREMIER.

##### INFLUENCE DES MALADIES SUR LA SÉCRÉTION URINAIRE EN GÉNÉRAL.

Les influences pathologiques exercent sur la sécrétion urinaire des modifications essentielles de différents ordres, qu'il est important de distinguer. Elles agissent en modifiant soit la quantité, soit la qualité des urines, et de plus, leur influence peut s'exercer soit sur les principes immédiats de ce liquide, en altérant leur proportion normale ou leur faisant subir des décompositions chimiques, soit par l'apparition de principes nouveaux qui n'y existent pas normalement, tels que le sucre, l'albumine, etc. Pour rendre plus nette l'étude de ces changements pathologiques, nous croyons utile de séparer leur histoire et de leur consacrer des chapitres spéciaux. Nous étudierons donc successivement les influences pathologiques : 1<sup>o</sup> Sur l'urine, considérée d'une manière générale; 2<sup>o</sup> Sur ses principes immédiats; 3<sup>o</sup> Enfin, les produits nouveaux auxquels elles peuvent donner naissance.

Au point de vue pathologique, on a divisé les urines en plusieurs classes, pouvant présenter chacune quelques variétés. C'est ainsi que M. Becquerel admet 1<sup>o</sup> Les urines fébriles; 2<sup>o</sup> Les urines anémiques; 3<sup>o</sup> Les urines alcalines; 4<sup>o</sup> Les urines à peu près normales.

Les caractères généraux des urines fébriles consistent dans la di-

minution de l'eau, et, par conséquent, de la quantité; dans celle de l'urée et des sels inorganiques et dans l'augmentation de l'acide urique. Les éléments organiques proprement dits sont en proportion normale ou légèrement en excès. La diminution relative des matières solides, considérées dans leur ensemble, est ordinairement plus faible que celle de l'eau, d'où augmentation de densité. Lorsqu'aux causes qui produisent les modifications précédentes (état fébrile) viennent se joindre des causes débilitantes, on observe une diminution proportionnellement plus grande des matières solides, et il y a alors abaissement de la densité. Enfin il peut arriver que les modifications précédentes se montrent, l'eau restant en quantité à peu près normale, ce qui constitue une troisième variété. Les caractères des urines fébriles peuvent se montrer non pas seulement dans les maladies inflammatoires, comme semble l'indiquer leur nom, mais dans bien d'autres circonstances telles que les maladies du foie, du cœur, etc. L'épithète fébrile doit être considérée comme indiquant moins la cause que les caractères des urines.

Dans les urines anémiques, on peut considérer comme caractère essentiel la diminution simultanée de tous les éléments qui forment la partie solide: l'eau, généralement en quantité normale, est quelquefois diminuée, de sorte que la densité peut être plus faible, normale, ou même un peu plus forte qu'à l'état physiologique. La coloration est généralement pâle. Les urines anémiques se montrent chez les malades affaiblis par des causes quelconques, telles que des pertes de sang plus ou moins considérables, de longues maladies, etc.: la chlorose en est une cause très-commune.

Enfin les urines alcalines sont caractérisées par leur réaction, et peuvent présenter d'ailleurs des caractères fort variés. Nous avons déjà parlé des urines normales, il suffit d'indiquer que plusieurs maladies légères n'altèrent pas leur constitution.

*Quantité.* — Normalement comprise entre 900 et 1,500 gr. en vingt-quatre heures, la quantité de l'urine se montre souvent dans les maladies soit diminuée, soit augmentée. Toutefois, il est beaucoup plus fréquent de constater une diminution qu'une augmentation de ce liquide; mais il faut remarquer que nous nous occupons ici de

la quantité absolue, et que ces modifications peuvent porter exclusivement sur la quantité d'eau.

Les maladies inflammatoires, anémiques; les affections du foie, du cœur, toutes celles qui peuvent accumuler des liquides dans un point quelconque de l'économie et déterminer des troubles généraux; les causes qui produisent une perte de liquide par une voie quelconque; les émotions morales vives, diminuent ordinairement la quantité d'urine. Parmi celles qui l'augmentent, nous citerons surtout le diabète pendant lequel on peut voir les malades en rendre jusqu'à quinze ou seize litres en vingt-quatre heures, et la polydipsie caractérisée par une augmentation considérable de la soif. Les accès d'hystérie et les accidents nerveux quelconques exercent souvent la même influence. Enfin on constate le même phénomène toutes les fois qu'une quantité d'eau anormale entre dans l'économie par une voie d'absorption quelconque. Il est toutefois important de ne pas confondre dans les maladies, l'augmentation réelle des urines avec celle qui est accidentellement produite par l'ingestion d'une grande quantité de boissons telles que les tisanes. Beaucoup de substances agissent sur l'économie en augmentant la sécrétion de l'urine. Wöhler a fait remarquer que tous les sels qui sont éliminés par elle, activent en général sa sécrétion. Beaucoup de substances employées sous le nom de diurétiques ont surtout pour effet de supprimer la cause morbide qui s'opposait à l'excrétion des liquides. C'est ainsi que la digitale, par exemple, agirait en faisant disparaître la cause de l'hydropisie, de sorte qu'ensuite l'eau s'échappe par son émonctoire habituel. Le quinquina exerce une action analogue dans les hydro-pisies consécutives des fièvres intermittentes, et cependant cette substance ne peut être considérée comme un diurétique proprement dit.

C'est probablement ce qui se passe aussi dans les crises qui s'opèrent par les urines. Il nous paraît plus logique de considérer l'abondance de la sécrétion urinaire qu'on observe à la fin de beaucoup de maladies comme une conséquence de la suppression de la cause morbide, que d'admettre avec plusieurs auteurs que le rétablissement de la santé dépend de la crise qui s'est opérée.

*Densité.* — Les altérations portant sur les proportions de l'eau et des matières solides ont en général pour effet d'altérer aussi la densité de l'urine, de sorte qu'il existe ordinairement une liaison entre cette densité et les variations de la quantité de l'eau ou des corps en dissolution. Toutefois nous avons déjà fait voir que la relation n'était pas aussi simple qu'on pouvait le croire; mais nous ne voulons pas nier pour cela l'importance de cette propriété, dont la détermination peut être fort utile.

Les causes qui augmentent la sécrétion urinaire augmentent en général la quantité d'eau en même temps que la production des principes solides; mais l'augmentation de ceux-ci n'est pas en rapport avec celle du liquide, de sorte que, bien que leur quantité absolue soit plus grande qu'à l'état normal, leur rapport à l'eau peut être plus faible, et la densité par conséquent diminuée, ce qui arrive dans la polydipsie. Cependant il n'en est pas toujours ainsi, et dans le diabète on trouve en même temps qu'une grande augmentation d'eau, une augmentation proportionnellement plus grande des principes solides, due à la présence d'un principe anormal, le sucre.

D'autrefois les matériaux solides diminuent réellement, la quantité de liquide restant sensiblement la même, ce qu'on remarque dans la chlorose et dans beaucoup de maladies anémiques; dans ces cas il y a diminution de la densité.

Il arrive enfin que la diminution de l'eau est considérable, les principes solides éprouvant une faible variation, et alors la densité augmente, ce qui a lieu dans la plupart des affections inflammatoires, les maladies du cœur et surtout du foie, les hydropisies, etc.

*Acidité.* — L'acidité normale des urines peut être modifiée par des influences morbides, et on voit des maladies qui ont pour résultat de rendre leur réaction alcaline. L'alcalinité est due en général à la décomposition de l'urée, comme nous l'avons déjà dit, et toutes les causes qui peuvent y donner lieu peuvent produire la réaction alcaline. M. Rayer pense que dans certaines néphrites la décomposition peut avoir lieu au moment de la sécrétion, cependant c'est le plus souvent dans la vessie que s'opère ce phénomène. Un séjour prolongé de l'urine dans ce réservoir, la présence de matières organiques

anormales (pus, sang, etc.) peuvent l'accomplir. La maladie de Bright est souvent accompagnée d'alcalinité des urines.

Il en est de même de toutes les affections de la moelle dans lesquelles les fonctions de la vessie sont altérées. Blizzard Curling (1) cite des cas d'alcalinité chez des malades atteints d'aliénation mentale, et a montré que cet état était dû à la sécrétion d'un mucus alcalin par la muqueuse vésicale. La dyspepsie (2) donne souvent lieu au même phénomène. L'ingestion de médicaments ou d'aliments contenant des sels alcalins ou des sels à acides végétaux peut aussi donner aux urines une réaction alcaline. Quelquefois enfin cet effet se produit sans qu'on puisse lui attribuer de cause probable.

*Couleur.* — Les urines peuvent être modifiées de diverses manières quant à leur coloration ; celle-ci peut n'être qu'augmentée ou diminuée tout en restant ce qu'on la voit normalement, ou bien elle peut être complètement altérée et ne présenter aucun rapport avec celle de l'urine physiologique. C'est ce qui arrive pour les urines bleues, par exemple. L'augmentation dans l'intensité de la couleur est liée aux causes qui augmentent la densité des urines. La diminution coïncide à peu près constamment avec une quantité d'eau plus grande et un affaiblissement dans la densité. D'autre fois enfin la coloration étant normale ou même moins intense, il peut y avoir augmentation de densité, ce qui arrive dans le diabète, par exemple.

On a cité des urines noires, qui ne paraissent être qu'une modification très-intense de la coloration normale ; d'après M. Braconnot (3), il existerait une matière colorante particulière à laquelle il donne le nom de *mélanourine*. Nous avons déjà parlé des urines bleues qui se rencontrent quelquefois sans cause morbide appréciable. Cette coloration apparaît quelquefois dans les maladies, et M. Braconnot l'attribue à une substance particulière, la *cyanourine*. Il est remarquable que l'urine analysée par M. Braconnot ne contenait pas d'acide urique.

D'autrefois, l'urine doit sa coloration à l'administration de certains

---

(1) Blizzard Curling (*Medic. gaz.*, 1836).

(2) G. O'Rees, Causes morbides de l'alcalinité des urines (*Med. gaz.*, 1850).

(3) Braconnot (*Ann. de phys. et de chim.*, 1825, t. XXIV, p. 252).

médicaments, de certaines matières colorantes. Ainsi, la décoction de racine de fraisier, l'infusion de rhubarbe, la racine de garance, le bois de campêche, les mûres, les framboises, la colorent en rouge.

Par son mélange avec la matière colorante normale de l'urine, la cyanourine peut produire une coloration verte, ainsi que l'a observé M. Braconnot. La présence de la bile peut donner lieu au même phénomène.

Le sang, le pus altèrent souvent aussi la couleur du liquide urinaire en lui communiquant celle qui leur est propre. Dans ces cas, il y a généralement aussi altération dans la transparence. L'urine peut être trouble au moment de son émission ou le devenir en se refroidissant par la précipitation de quelque principe. Le mucus, le sang, la bile peuvent être la cause de ce trouble qui se montre assez souvent, et enfin nous signalerons les matières grasses qui communiquent à l'urine une apparence laiteuse, ce qui a fait dire à quelques auteurs que le lait pouvait se trouver dans l'urine. Mais M. Rayer a montré qu'il n'en était jamais ainsi. Les phosphates tenus en suspension peuvent aussi produire le même effet. On a aussi signalé des urines chileuses qui ont une apparence opaline; cet effet est produit par les mêmes causes que les urines laiteuses.

La consistance et la viscosité de l'urine peut présenter une foule de variations liées à celles des principes qui la constituent. Les anciens distinguaient les urines ténues et les urines épaisses (*urinae tenues, urinae crassæ*). Ces différences dans la consistance sont dues surtout à la quantité de mucus et à la présence de certains principes accidentels, albumine, sang, sperme, etc.

*L'odeur* des urines est sujette à une foule de variations qui ne présentent aucun rapport avec les maladies. On peut dire cependant qu'elles sont d'autant plus odorantes, qu'elles sont plus chargées et plus denses.

## CHAPITRE II.

### MODIFICATIONS QU'ÉPROUVENT LES PRINCIPES IMMÉDIATS DE L'URINE.

#### § 1. — *Principes de nature organique.*

**Urée.** — D'après les observations de M. Becquerel, la loi générale, dans les altérations pathologiques de la sécrétion urinaire, est la diminution de l'urée. Quand ce principe semble augmenté, c'est ordinairement parce que l'eau ayant proportionnellement beaucoup plus diminué, il se trouve en plus grande quantité relative, malgré une diminution réelle. C'est ce qui arrive dans les maladies inflammatoires en général. Dans les maladies anémiques, quand les malades sont affaiblis, on observe une diminution à la fois relative et absolue.

L'urée diminue en proportion notable dans le diabète ; mais c'est à tort qu'on a admis sa disparition complète dans cette maladie, comme l'a démontré M. Bouchardat. Il l'a constamment trouvée en pareil cas ; mais sa quantité varie chez un même malade, selon les émissions. Dans la maladie de Bright, l'urée diminue d'ordinaire en raison de la quantité d'albumine que l'on trouve dans l'urine, et on remarque en même temps qu'elle augmente dans le sang. Dans quelques cas de polydipsie on a vu la proportion d'urée s'accroître considérablement. Sa production était ici provoquée par la grande activité anormale de la sécrétion urinaire, mais ces cas sont loin d'être communs.

Nous avons fait connaître les observations de M. Millon relatives à la relation qui existe entre la densité de l'urine et l'urée qu'elle contient à l'état physiologique. Ces rapports n'existent plus dans les maladies. Il a observé une perturbation profonde dans la pneumonie, le rhumatisme, la variole, le diabète et dans deux cas graves d'œdème. Dans deux cas sur cinq, la phthisie ne s'éloigne que médiocrement des relations numériques normales. Dans quatre cas d'ictères, la relation a été faiblement troublée, et la différence a tou-

jours été dans le même sens, la densité exprimant un chiffre trop fort (1).

*Acide urique.* — Si la diminution de l'urée est le cas général, il n'en est pas de même pour l'acide urique, et il devait en être ainsi, puisque nous avons montré que ce corps était une transformation incomplète des matériaux azotés de l'organisme. La diminution de l'urée doit donc marcher parallèlement à une augmentation de l'acide urique, et c'est ce qui arrive en effet. On peut, d'une manière générale, la rapporter aux causes suivantes : 1<sup>o</sup> fièvre ; 2<sup>o</sup> troubles fonctionnels intenses (émotions vives, douleurs et coliques violentes, diarrhée très-forte) ; 3<sup>o</sup> maladies du cœur au deuxième degré, capables de produire la dyspnée, des palpitations, etc. Cyrrhose du foie, affection tuberculeuse, goutte, gravelle. De plus, dans les mêmes cas, l'eau éprouvant une diminution, les changements deviennent encore plus manifestes, et on voit les urates se précipiter sous forme de sédiment. Toutes les fois, au contraire, qu'on observe une cause puissante de débilitation, dans l'anémie, la chlorose, le diabète, la maladie de Bright, on le voit diminuer, pourvu toutefois qu'il n'existe pas simultanément de la fièvre ou quelque trouble fonctionnel général intense. On comprend que ces causes pouvant exister simultanément, il puisse s'établir entre elles un équilibre, maintenant normale la production de l'acide urique. Enfin il arrive souvent que sa proportion ne varie pas, ce qui se voit dans les maladies légères et au commencement de certaines affections graves.

La présence d'un excès d'acide urique peut se manifester de plusieurs manières : tantôt les urines restent limpides, tantôt il se forme un sédiment après leur émission. Celui-ci se produit dans un temps variable, selon la quantité d'acide urique et la température extérieure. Il peut même arriver que telle urine qui ne donne pas de précipité dans des conditions déterminées pourrait en fournir un par un abaissement suffisant de la température ; aussi observe-t-on bien plus fréquemment des sédiments uriques en hiver qu'en été. L'acide urique en se précipitant entraîne ordinairement de la matière colorante en propor-

---

(1) Millon. Études de chim. org., 1849.

tion variable, et de là les différents aspects du sédiment qui est jaune, rougeâtre ou briqueté, selon la coloration de l'urine elle-même. En présence des matières colorantes de la bile, il présente quelquefois une teinte verdâtre. L'acide urique peut aussi se trouver combiné avec le mucus en suspension dans l'urine.

Souvent l'acide urique se précipitant dans la vessie elle-même donne ainsi lieu à la formation de calculs ou de graviers. Nous y reviendrons plus loin, car nous croyons utile de réunir dans un même article ce qui est relatif aux calculs urinaires.

*Acide hippurique.* — On connaît peu les liaisons qui existent entre les maladies et la production de cet acide. M. Millon en a retiré jusqu'à 11 grammes d'une urine fraîche, sans avoir découvert de relation entre sa présence et l'état du sujet. Ce corps a même disparu du jour au lendemain de l'urine des malades qui en fournissaient si abondamment, sans changement dans le régime ni dans la maladie.

M. Bouchardat cite deux cas pathologiques où il a trouvé dans l'urine de l'acide hippurique en quantité assez notable pour caractériser une maladie spéciale qu'il propose d'appeler *hippurie* (1).

M. Pettenkofer (2) a observé dans les urines de malades atteints de chorée de l'acide hippurique dont la proportion s'élevait à 3 ou 4 pour cent.

*Acide lactique.* — L'obscurité qui règne encore sur l'histoire de l'acide lactique comme principe immédiat de l'urine doit faire pressentir qu'on a peu de renseignements sur les modifications qu'il peut éprouver de la part des causes pathologiques. Lehmann, qui n'admet pas son existence à l'état normal, dit que ce corps s'observe quand il survient un trouble dans la digestion, la respiration, la nutrition et pendant la fièvre. Dans les cas d'ostéomalacie, et quand l'urine contient une quantité considérable d'oxalate de chaux, on trouverait toujours de l'acide lactique (3). D'après MM. Scherer (4)

(1) Bouchardat. Mémoire sur une maladie nouvelle (hippurie), (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des sc. de Paris.* 1840, t. II, p. 447). — *Ann. de thérap.*, (1842, p. 230) et (1850, p. 302).

(2) Pettenkofer. (*Annalen der chem. und pharm.*, octobre 1844.)

(3) Lehmann. *Lehrbuch der phys. chem.*, 1850, t. I, p. 104.

(4) Scherer. *Unterzuchungen zur pathologie*, p. 147.

et Marchand (1), il en existerait aussi dans l'urine des enfants rachitiques, observation qui concorde parfaitement avec celle de M. Lehmann, puisque, comme l'a démontré M. Troussseau, le rachitisme est pour les enfants l'analogie de l'ostéomalacie chez les adultes.

Les nouvelles recherches de MM. Cap et Henry, qui ont constaté la présence normale de cet acide dans l'urine, ne permettent pas de considérer, dans ces observations, l'acide lactique comme étant le produit de causes morbides ; il est toutefois probable que ces affections en augmentent la quantité ; mais de nouvelles recherches sont indispensables à cet égard.

*Mucus.* — Dans quelques maladies, et en particulier dans le catarre de la vessie, la quantité de mucus sécrétée par sa membrane muqueuse devient beaucoup plus considérable, et se sépare plus vite après l'émission de l'urine. Il est alors moins transparent qu'à l'état normal, et d'une couleur grisâtre. On voit souvent dans les urines un dépôt de nature différente, qui est dû à du pus, ce qui s'observe dans les maladies inflammatoires de l'appareil urinaire. Ces deux corps présentent des caractères assez tranchés, qui permettent de les reconnaître ; mais dans certaines circonstances, dans l'urine des femmes leucorrhéiques, par exemple, on voit se déposer en grande quantité une substance présentant des caractères intermédiaires à ceux du pus et du mucus, et que M. Rayer propose d'appeler mucopus. Entre ces trois états, on trouve beaucoup de transitions, qui rendent souvent très-difficile une distinction absolue.

*Matières grasses.* — Nous avons vu que dans quelques cas, l'urine était opaque et ressemblait à du lait ; cette modification est due à la présence d'une grande quantité de globules de matières grasses, qui lui donnent l'apparence d'une émulsion. C'est aussi à leur présence qu'il faut attribuer ce qu'on a dit des urines chyleuses ; on constate quelquefois dans celles-ci la présence de globules semblables à ceux du sang. Ces urines chyleuses s'observent assez fréquemment chez les habitants des pays chauds. M. Rayer a observé deux fois une assez grande quantité de graisse dans les urines d'individus chez qui

---

(1) Marchand. *Lehrbuch der phys. chem.*, p. 105.

le sérum du sang était blanc. Le même auteur cite aussi l'existence du principe gras sous forme huileuse dans l'urine de sujets morts à la suite d'asphyxie par le charbon (1).

§ 2. — *Principes de nature inorganique.*

Les variations auxquelles sont soumises les substances inorganiques de l'urine, sont nombreuses, et suivent en général la même loi que celles de l'urée ; comme pour ce principe, la règle générale est une diminution absolue dans leur quantité, pouvant se traduire quelquefois par une augmentation relative lorsque l'eau se trouve proportionnellement plus diminuée. On a peu de données sur la manière dont varie chacun des éléments chimiques contenus dans cette masse solide et nous ne pourrons donner à cet égard que quelques indications.

*Sulfates.* — Heller a trouvé que dans les maladies inflammatoires, la quantité des sulfates contenus dans l'urine augmentait, et qu'elle diminuait dans la chlorose et les maladies chroniques en général.

*Chlorures.* — Prout a dit que, dans l'agonie, aux approches de la mort, la quantité des chlorures contenus dans les urines diminuait sensiblement. M. Becquerel (2) a constaté, au contraire, par de nombreuses expériences que la proportion de ces sels n'éprouvait pas de modification particulière dans ces circonstances.

*Phosphates.* — On connaît un peu mieux les influences que les causes pathologiques exercent sur les phosphates. Bence Jones (3) a publié en 1845 un mémoire sur cette question, et est arrivé aux conclusions suivantes :

Les maladies aiguës, organiques et fonctionnelles, du système nerveux sont les seules dans lesquelles on trouve un excès de sels phosphatiques.

Dans l'inflammation aiguë du cerveau, la quantité des phosphates semble être proportionnelle à l'intensité de l'inflammation ; la même chose s'observe dans certains cas de délire violent.

---

(1) Rayer. *Traité des maladies des reins*, t. I, p. 155 et 169.

(2) Becquerel. *Séméiotique des urines*, p. 85.

(3) Bence Jones. *Sur la proportion des phosphates dans l'urine* (*Chemical Gazette*, 1845, n° 70, p. 396).

Dans beaucoup de maladies fonctionnelles du cerveau dont le delirium tremens est le type le plus marqué, la quantité de phosphates est notablement diminuée.

Dans aucune maladie chronique on ne trouve un excès de sels phosphatiques. Un cas de ramollissement des os fait exception à cette règle.

Le même auteur a recherché les variations des phosphates terreux et alcalins dans les cas d'aliénation et, sur quatre analyses, il a trouvé leur quantité deux fois normale et deux fois diminuée (1).

Beneke (2) a également signalé l'abondance des phosphates terreux dans les maladies aiguës.

Les phosphates terreux se précipitent souvent dans la vessie lorsque leur proportion dans l'urine est trop considérable ou que les causes qui les tenaient en dissolution se trouvent modifiées; ils forment alors des concrétions que nous étudierons avec les calculs urinaires.

§ 3. — *Principes qui prennent naissance par des décompositions s'effectuant dans l'urine.*

*Phosphate ammoniaco-magnésien.* — Le phosphate ammoniaco-magnésien n'existe probablement pas dans l'urine normale, et ce n'est qu'accidentellement que ce produit prend naissance. Toutes les causes, qui peuvent concourir à la décomposition de l'urée et rendre les urines alcalines, produisent en général ce sel double qui se précipite ordinairement. Sa formation s'explique facilement par la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque, qui se change en phosphate d'ammoniaque. Celui-ci se trouvant en présence du phosphate de magnésie se combine avec ce sel et produit ainsi du phosphate ammoniaco-magnésien.

---

(1) Bence Jones (*The Lancet*, 1847).

(2) Beneke. *Der phosphorsaure Kalk in phys. und pathol. Beziehung.* (*The Lancet*, 1851, nos 25 et 26).

Ce sel se forme et se dépose dans l'urine toutes les fois que celle-ci est alcaline. M. Donné (1) cite l'exemple d'un malade chez qui un séjour de quinze jours à Vichy détermina la formation d'un calcul entièrement formé par ce phosphate double. Parmi les maladies dans lesquelles on voit se produire le phosphate ammoniaco-magnésien, nous citerons surtout le catarrhe de la vessie, la gravelle, etc. M. Garot a signalé son existence dans l'urine quelques heures après l'administration de la magnésie.

Dans les cas précédents, le corps qui nous occupe a pris naissance avant l'émission de l'urine, nous avons signalé sa formation dans ce liquide après son excrétion, et en particulier pendant la grossesse ; il contribue alors à la constitution de la kyesteïne.

*Carbonates.* — L'urine de l'homme ne renferme pas de carbonates à l'état normal, mais on en trouve dans celle des mammifères. C'est ainsi que chez le lapin, le lièvre, l'urine devient ordinairement lactesciente par le refroidissement, ce qui est dû à la présence du carbonate de chaux en assez grande quantité. Chez l'homme, la décomposition de l'urine peut donner lieu à la production de carbonates terreux qui se forment par la réaction du carbonate d'ammoniaque sur les sels contenus dans l'urine. On voit alors, selon le degré de la décomposition, apparaître des carbonates ou des bicarbonates calcaires ou magnésiens. Dans le premier cas, ces sels se précipitent sous forme d'une poussière amorphe. C'est ainsi qu'on les voit quelquefois, surtout le carbonate de chaux, former le sable urinaire et entrer dans la constitution des calculs.

M. Ch. Robin (2) a trouvé du carbonate de chaux solide remplissant la substance tubuleuse des reins de plusieurs enfants mort-nés et de deux sujets morts du choléra.

Quelquefois on trouve dans l'urine des bicarbonates. De telles urines abandonnent ces sels par la chaleur, et il se dégage alors de l'acide carbonique.

---

(1) Donné. *Cours de microscopie*, p. 259.

(2) Robin et Verdeil. (*Chim. anat. et phys.*, t. II, p. 221.)

*Sels ammoniacaux.* — Quoique d'après les observations de M. Bous-singault, les sels ammoniacaux fassent normalement partie des principes immédiats de l'urine, nous avons cru devoir placer ici leur étude pathologique, parce qu'ils semblent provenir de la décomposition de l'urée.

Les réactions qui donnent lieu à la production des sels précédents, ne peuvent se faire sans la formation de sels ammoniacaux. C'est, en général, du phosphate d'ammoniaque qui prend alors naissance aux dépens des phosphates alcalins. Proust (1) a prouvé que ce sel n'est pas un principe immédiat de l'urine, mais qu'il provient de la décomposition de ce liquide. On trouve aussi quelquefois ce corps à l'état de sel double, combiné avec le phosphate de soude.

Erlenmeyer (2), Heinrich (3), Sutherland et Rigby (4), et d'autres auteurs, en examinant l'urine des aliénés ont reconnu que le trait le plus remarquable de son altération consistait en un excès d'ammoniaque sous forme de carbonate, urate, chlorure et phosphate. Bl. Curling a démontré en outre dans ces cas la sécrétion d'un mucus alcalin par la vessie.

### CHAPITRE III.

#### PRINCIPES QUI NE SE TROUVENT QU'ACCIDENTELLEMENT DANS L'URINE.

En dehors des corps que nous venons d'étudier, on peut rencontrer dans l'urine, sous l'influence des maladies ou de certaines causes spéciales, d'autres principes qu'on n'y trouve jamais dans les conditions physiologiques. Nous ne voulons pas parler ici des substances médicamenteuses ou toxiques qui sont éliminées par cette voie, et

(1) Proust. Faits pour la connaissance des urines et les calculs (*Ann. de phys. et de chim.*, 1820, t. XIV, p. 259).

(2) Erlenmeyer (*Observ. physiol., etc. De urina maniacorum*).

(3) Heinrich (*Häuser's arch.*, V. 7).

(4) Sutherland et Rigby (*Med. Gaz.*, 1845).

qui nous occuperont plus loin, mais des éléments qui prennent naissance dans l'organisme lui-même; ces corps sont les suivants :

Oxalate de chaux.  
Cystine.  
Xanthine ou oxyde xanthique.  
Albumine.  
Sucre.  
Sang.  
Sperme.  
Bile.  
Pus.

*Oxalate de chaux.* — Nous plaçons dans ce chapitre l'étude de l'oxalate de chaux, quoique, d'après quelques auteurs, ce principe prenne naissance par une oxydation de l'acide urique qui passerait d'abord à l'état d'oxalate d'ammoniaque, ce qui n'est pas encore démontré; cependant il est assez ordinaire de voir son apparition concorder avec la diminution de l'acide urique. L'oxalate de chaux se montre souvent dans l'économie en dehors des conditions pathologiques, sous l'influence d'une certaine alimentation. Une nourriture végétale, la bière, les vins mousseux favorisent sa production; l'ingestion des fruits acides et surtout des végétaux contenant des oxalates y donne presque toujours naissance; Wöhler et Frerichs (1) ont observé qu'il s'en produit une quantité notable chez le chien, après une injection d'essence d'amandes amères dépourvue d'acide prussique. Il en serait de même d'une solution d'urate d'ammoniaque qui donne naissance même chez l'homme, non pas à de l'acide urique mais à de l'oxalate de chaux. C'est un des éléments constants de l'urine des herbivores.

Mais c'est surtout sous l'influence des causes morbides qu'on voit ce produit se développer dans le liquide urinaire. Les affections tuberculeuses, les maladies graves entraînent ordinairement sa for-

---

(1) Wöhler et Frerichs. Modific. que div. subst. éprouvent en passant dans l'urine (*Journ. für prakt. chem.*, 1848, t. LXIV, p. 60).

mation. Les pertes séminales sont presque toujours accompagnées de dépôt d'oxale calcaire dans les urines ; cette cause paraît agir comme débilitante. Golding Bird a donné à la production de l'oxalate de chaux par les malades, le nom d'*oxalurie*, qui a été adopté par M. Bouchardat. Toutes les maladies, accompagnées de troubles graves des fonctions de nutrition, peuvent donner lieu à l'oxalurie.

L'oxalate de chaux se montre ordinairement sous forme solide. Souvent cependant il ne se précipite de l'urine que quelque temps après son émission. Il se présente sous la forme de petits cristaux octaédriques qui permettent de le reconnaître très-facilement. Quelquefois il est amorphe. Ce corps forme très-souvent chez les enfants des calculs que leur aspect a fait nommer calculs muraux.

*Cystine.* — Découverte en 1805 par Wollaston, la cystine paraît pouvoir exister dans l'urine en dehors de causes pathologiques. On ne connaît pas les conditions qui peuvent favoriser sa production, elle paraît tenir à des conditions de constitution générale de l'organisme, car on l'a souvent constatée chez plusieurs membres d'une famille. Ce corps est fort peu soluble dans l'eau, de sorte qu'il se trouve rarement dissous dans l'urine ; cependant comme il est un peu soluble dans les sels alcalins, on le voit quelquefois se déposer par le refroidissement de ce liquide. Ordinairement il est expulsé à l'état solide sous forme de petits cristaux pendant l'émission des urines, ou constitue dans la vessie des concrétions, de véritables calculs cystiques. La cystine est représentée par la formule  $C^6H^6O^4S^2N$ . Elle cristallise en lames hexagonales, dont la forme est caractéristique.

*Xanthine.* — La xanthine, appelée aussi oxyde xanthique, acide ureux, se rencontre très-rarement dans l'urine où elle forme des calculs. Découverte par Marcket, cette substance a été étudiée par Liebig et Wöhler. Elle est blanche, très-peu soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Sa composition est exprimée par la formule  $C^5H^2N^2O^2$ . Elle diffère de l'acide urique par un équivalent d'oxygène en moins.

*Albumine.* — La présence de l'albumine est un des faits les plus importants de l'étude pathologique de la sécrétion urinaire, en raison des causes nombreuses sous l'influence desquelles on la voit apparaître ; mais avant d'étudier son apparition dans l'urine, nous

devons donner un aperçu des travaux de M. Miahle (1) sur les différents états que l'albumine affecte dans l'économie. De ses recherches, il résulte que l'albumine normale est dans un état particulier qui la rend impropre à traverser les tissus par voie d'endosmose ; mais sous l'influence des acides et des ferment du suc gastrique, elle éprouve une modification isomérique qui la rend soluble et endosmotique. Sous cette forme, elle est précipitable par la chaleur et par l'acide nitrique, dont un excès redissout le précipité. C'est l'albumine *caséiforme* de M. Miahle. Enfin, éprouvant une transformation plus complète, l'albumine subit une autre modification isomérique et se change ainsi en une substance très-soluble et très-endosmotique, seule assimilable, l'*albuminose*, qui se distingue de l'albumine sous les deux états précédents, en ce qu'elle n'est précipitée ni par la chaleur, ni par l'acide nitrique ; mais seulement par l'alcool, le tannin et les réactifs qui indiquent les matières animales. Ainsi introduite dans le sang, l'albumine éprouve des changements inverses et repasse à son état primitif sous lequel on la trouve dans ce liquide.

L'albumine peut exister sous ces trois états dans les humeurs et dans l'urine en particulier, selon les causes qui se manifestent. Les altérations des membranes, en changeant les conditions endosmotiques des tissus, livreront passage à l'albumine normale qui les traverse alors par une sorte d'imbibition ; les viciations du sang, résultant d'une cause quelconque, arrêt dans les fonctions de sécrétion, obstacles à la circulation, etc., donnent lieu au passage de l'albumine modifiée, et, enfin, qu'une influence morbide vienne à suspendre ou entraver les fonctions assimilatrices, l'*albuminose*, sans profit pour l'économie, se trouvera éliminée avec les produits excrémentiels. De là le grand nombre d'états pathologiques dans lesquels on rencontre l'albumine et ses isomères, que l'on confond généralement avec elle. On a donné le nom d'*albuminurie* au fait de l'expulsion de l'albumine par les urines, les affections organiques, les congestions, les inflammations des reins et des organes urinaires en sont

---

(1) Miahle. Chimie appliquée à la physiologie et à la thérapeutique, p. 134 et suiv.

une cause fréquente. M. Bouillaud cite des exemples d'albuminurie *cantharidienne* à la suite d'absorption du principe actif des cantharides.

Les influences qui peuvent enrayer la circulation du sang ou modifier les propriétés générales de ce liquide peuvent donner lieu à l'apparition de l'albumine dans les urines, sans qu'il y ait lésion des reins; c'est ainsi qu'agissent les maladies du foie et du cœur, les anévrismes des gros vaisseaux, les tumeurs développées dans différents points de l'organisme et surtout dans la cavité abdominale; c'est ainsi qu'on la voit apparaître à la suite d'oblitération des veines rénales par des caillots sanguins (Rayer), ou pendant le travail de l'accouchement par suite de la gêne de la circulation. La scarlatine, le choléra et d'autres états morbides généraux donnent souvent lieu à l'albuminurie.

Il est assez fréquent d'observer l'albuminurie vers la fin de la grossesse, et l'œdème concomitant paraît n'en être qu'une conséquence. L'albuminurie serait ici liée à un état particulier du sang qui, disparaissant après l'accouchement, ferait aussi disparaître l'albumine contenue dans l'urine.

Finger (1) a rencontré de l'albumine dans beaucoup de maladies sans altération des reins: affection tuberculeuse, fièvre typhoïde, cancer, chlorose, fièvre intermittente, pneumonie, pleurésie, péritonite, catarrhe chronique, maladies du cœur, épilepsie; il n'en a jamais trouvé dans les cas de chorée, tétanos, hystérie, rhumatisme, paralysie.

On voit souvent l'albumine remplacer le sucre chez les diabétiques, fait qui avait été considéré comme d'un pronostic favorable; mais M. Rayer cite plusieurs observations qui tendent à prouver le contraire.

Enfin, dans la maladie de Bright, l'albumine est un symptôme constant et d'une grande importance, mais non pas pathognomique. Il est remarquable que dans cette maladie, on observe en même temps une diminution de la quantité d'urée qui se concentre dans le sang en produisant ce qu'on a appelé l'urémie. Quelques auteurs allemands attribuent les symptômes qui accompagnent la maladie de

---

(1) Finger. Rech. stat. sur l'album. qui n'est pas liée à une maladie du rein (*Arch. gén. de méd.*, 1848, t. XVII, p. 358).

Bright non pas à la disparition d'une partie de l'albumine du sang, mais à la présence dans ce liquide d'un excès d'urée qui produirait une sorte d'empoisonnement.

Il résulte des expériences de M. Bernard que les convulsions qu'on produit par la lésion de la moelle allongée chez les animaux, peut souvent amener le passage de l'albumine dans les urines.

Les qualités des urines albumineuses peuvent présenter de grandes variations selon les maladies, et même dans une même maladie; c'est ainsi qu'elles présentent les caractères des urines fébriles lorsqu'elles sont le produit d'une affection inflammatoire, ceux des urines anémiques quand elles admettent des causes débilitantes; dans la maladie de Bright, il n'est pas rare d'observer successivement ces différents états, lorsque l'affection passe de l'état chronique à l'état aigu. D'autres fois l'urine albumineuse ressemble beaucoup à l'urine normale. En résumé, le seul caractère imprimé par l'albumine à la sécrétion urinaire, est une plus grande viscosité variable selon la quantité de ce produit.

Il est important de distinguer l'albumine provenant d'une sécrétion spéciale des reins, de celle qui peut être introduite dans l'urine par des liquides qui en contiennent normalement. C'est ainsi que la présence du sang, du pus, du sperme, implique nécessairement la présence de l'albumine qui n'est ici qu'un corps étranger.

Nous indiquerons, en parlant de l'analyse des urines, les procédés employés pour reconnaître et doser l'albumine.

*Sucre.* — On trouve souvent dans les urines une matière sucrée identique par ses propriétés et sa composition avec le glucose. L'affection connue sous le nom de diabète sucré en est la cause la plus ordinaire, mais elle n'est pas seule; on la voit apparaître dans plusieurs autres maladies telles que l'épilepsie, la phthisie; après l'ingestion d'une grande quantité de matières amyloacées ou sucrées, le glucose se montre souvent dans l'urine sans qu'il y ait pour cela de cause morbide; enfin nous dirons que tout récemment M. Blot (1) vient de signaler sa présence normale dans l'urine des nourrices. D'après

---

(1) H. Blot. De la glycosurie physiol. des femmes en couches, des nourrices et d'un certain nombre de femmes enceintes (*Gazette hebdom.*, 10 oct. 1856).

de nombreuses observations, M. Blot a pu établir que ce principe se trouve constamment chez toutes les femmes en couche, toutes les nourrices, et dans la moitié des cas environ chez les femmes enceintes. Il a également observé ce fait chez la vache. La production du sucre dans ces cas semble en rapport avec l'intensité de la sécrétion mammaire ou des phénomènes sympathiques qui se développent du côté de ces organes avant l'accouchement. Il est intéressant de voir cette production de glucose dans les urines se faire simultanément avec celle du lactose dans un autre point de l'économie, et l'analogie de constitution de ces deux corps ne rend pas impossible quelque liaison peut-être fort simple entre ces deux actes physiologiques.

Le mode de formation du sucre dans le diabète a de tout temps exercé l'attention des physiologistes qui ont émis pour l'expliquer un grand nombre de théories fondées sur des hypothèses plus ou moins vraisemblables ; il était réservé à M. Cl. Bernard de découvrir la vérité sur un sujet aussi délicat, et ses belles expériences sur la fonction glycogénique du foie ont mis hors de doute l'origine du glucose dans l'économie. M. Bouchardat admettait comme origine du sucre dans le diabète, la transformation des aliments féculents en glucose par les ferment digestifs, en même temps qu'une altération pathologique spéciale de la digestion et des fonctions de nutrition. M. Mialhe pense que le sucre se forme chez l'homme sain comme chez le diabétique, seulement tandis que chez le premier ce produit est détruit par les alcalis du sang qui le transforment en produits ulmiques, il ne trouve pas chez le second les éléments de cette destruction, et de là son élimination par l'urine. Enfin M. Cl. Bernard a démontré de la manière la plus nette que la présence du glucose dans l'urine tient à une hypersécrétion de ce produit par le foie, liée à une altération des fonctions du système nerveux. Le foie sécrète normalement du sucre qui disparaît dans le sang tant qu'il s'y trouve en proportion convenable. Mais qu'une cause quelconque vienne augmenter cette proportion, il ne pourra plus disparaître en totalité et se trouvera dans les humeurs de l'économie et dans les urines en particulier. M. Bernard a cherché en outre quel rôle jouait le système nerveux dans la fonction glycogénique du foie, il a montré que la sécrétion du sucre était sous

l'influence des impressions reçues par le nerf pneumo-gastrique, impressions qui agissent d'abord sur les centres nerveux et se transmettent au foie par action réflexe sur le grand sympathique. Si, en effet, on coupe au cou le pneumogastrique, la production du sucre dans le foie cesse aussitôt. L'irritation galvanique de la portion périphérique ne la rétablit pas, ce qui prouve qu'elle ne dépend pas d'une action directe des centres nerveux par l'intermédiaire de ce nerf, tandis qu'au contraire l'irritation de l'extrémité centrale du nerf donne lieu aussitôt à une abondante production de sucre. M. Bernard est ainsi parvenu à produire chez les animaux un diabète artificiel en irritant les pneumogastriques, ou mieux encore, en augmentant l'action réflexe de la moelle allongée par sa piqûre au niveau de l'origine de ces nerfs.

On voit par là qu'il y a une espèce de solidarité entre le foie et le poumon, en ce sens que le poumon recevant une impression (produite par la respiration), celle-ci arrive au foie par action réflexe et se traduit par une sécrétion de sucre. Mais il n'existe pas de relation entre la fonction glycogénique et la respiration considérée dans son essence; celle-ci n'agissant pour ainsi dire que comme cause matérielle de l'impression.

Ces observations rendent parfaitement compte de certains faits jusque-là mal interprétés; c'est ainsi que l'éther, le chloroforme, donnant lieu à l'apparition du sucre dans les urines, M. Reynoso a cherché, s'appuyant sur la théorie de M. Mialhe, à expliquer ce phénomène par une combustion incomplète du sucre due à l'effet hypothénisant de ces agents; mais M. Bernard a montré que la cause qui peut le plus diminuer l'énergie respiratoire, la section des nerfs vagus à la région du cou, était sans action sur la production de la glucosurie, et qu'on devait considérer l'effet de l'éther et du chloroforme comme due à l'irritation qu'ils produisent sur les poumons. Le chlore agit exactement de la même manière.

Toutes les causes qui suppriment ou qui affaiblissent les fonctions de la vie de relation exaltent celles de la vie organique, et les sécrétions en particulier, la sécrétion du sucre par le foie devait donc être exagérée dans ces cas; c'est encore ce qu'a démontré M. Bernard en employant

pour ces recherches le *curare*, poison qui jouit de la propriété remarquable d'éteindre les fonctions de relation en conservant celle de la vie organique. Chez les animaux empoisonnés par cette substance, on n'a pas tardé à constater la présence du sucre dans les urines. Il était toutefois nécessaire d'entretenir chez l'animal une respiration artificielle. Le même phénomène se produit dans les congestions cérébrales. Enfin, nous dirons que l'irritation locale et directe du tissu du foie peut augmenter sa sécrétion et provoquer la glycosurie, ainsi que l'a fait voir M. Harley en injectant par un des rameaux de la veine-porte une substance irritante telle que l'ammoniaque. On a vu aussi le diabète survenir après une contusion de l'hypochondre droit, ce qui ne peut être attribué qu'à une irritation locale de l'organe producteur du sucre.

En résumé le diabète est dû à la sécrétion par le foie d'une quantité de sucre supérieure à celle qui peut disparaître dans le sang où il se transforme probablement en acide lactique (1). Mais l'activité exagérée de cet organe peut être due à plusieurs causes; c'est ainsi qu'elle peut provenir du foie lui-même qui, plus excitable qu'à l'état normal, répondrait aux impressions qu'il reçoit, par une sécrétion plus active; ou bien d'un état particulier du poumon qui, plus sensible, recevrait et transmettrait sympathiquement des impressions plus vives. On peut enfin concevoir des troubles des centres nerveux exerçant sur cette fonction des influences analogues à celles qu'elles produisent sur les fonctions de relation.

L'urine des diabétiques présente d'ailleurs des caractères variables, selon l'état des sujets: sa densité est supérieure à celle de l'urine normale: sa transparence peut être troublée par du mucus ou de l'acide urique, ce qui est rare. Elle contient ordinairement un ferment particulier, indiqué par M. Quevenne, qui se présente, au microscope, sous la forme de globules arrondis, fort analogues à ceux qui se forment dans les liquides subissant la fermentation alcoolique.

Le sucre de canne ne se rencontre jamais dans l'urine, si ce n'est après son injection dans les veines; mais introduit dans l'économie

---

(1) Bouchardat, Mém. sur le diab. sucré (*Comptes rendus des séanc. de l'Ac. des sc. de Paris*, 1845, vol. XX, p. 1020).

par l'intermédiaire de l'appareil digestif, il est entièrement transformé en glucose en passant par le foie. Cette substance est en effet entièrement absorbée par les ramuscules de la veine-porte et nullement par les chilifères.

*Sang.* — Dans certaines affections inflammatoires du rein ou de la vessie, dans des cas de polypes ou de cancer de ces organes, dans certaines affections générales se traduisant par des hémorragies des diverses voies, on rencontre du sang dans l'urine des malades; elle présente alors une coloration anormale, variable en intensité selon la proportion de sang qu'elle contient. L'examen microscopique devient fort utile pour faire reconnaître ce liquide. L'urine contient alors de l'albumine et présente souvent la réaction alcaline si le sang y est en quantité notable. La matière colorante du sang s'altère quelquefois très-rapidement et devient foncée et presque noire, ce qui pourrait bien être la cause des urines noires observées ou décrites par les anciens.

Dans plusieurs cas on voit apparaître dans l'urine seulement les matières extractives du sang. M. O. Rees (1), qui a étudié le passage de ces principes dans l'urine, est arrivé aux conclusions suivantes :

1° Toutes les fois qu'on rencontre de l'albumine en quantité notable, elle est accompagnée d'une grande proportion de matières extractives du sang; 2° ces matières sont en quantité d'autant plus grande que l'affaiblissement est plus prononcé; 3° dans les cas d'anasarque avec maladie du cœur et sans albuminurie, les matières extractives du sang se trouvent en abondance dans l'urine; 4° il en est de même dans l'anémie chlorotique et l'hystérie; 5° lorsque dans l'albuminurie l'albumine vient à manquer dans l'urine, les matières extractives du sang manquent aussi; 6° dans les cas d'anémie, la proportion de ces matières dans l'urine diminue à mesure que la guérison avance.

*Pus.* — Le pus apparaît aussi dans l'urine à la suite d'inflammations ou d'abcès développés dans les organes urinaires. Ce corps communique rapidement à l'urine la réaction alcaline; il est souvent

---

(1) G. O. Rees. Passage dans l'urine des matières extract. du sang non accompagnés d'albumine (*Med. Gaz.*, 1851).

accompagné de mucus avec lequel il se combine, ce qui rend parfois très-difficile de constater nettement sa présence, à cause de la formation d'un élément mixte, le muco-pus, qui peut présenter dans ses caractères toutes les transitions entre le mucus et le pus; c'est ce qui arrive fréquemment, par exemple chez les femmes affectées de leucorrhée.

*Sperme.* — Chez les sujets atteints de pertes séminales, on voit ordinairement se former dans l'urine un nuage qui gagne la partie inférieure du vase, et dans lequel l'examen microscopique permet de reconnaître des zoospermes en quantité considérable. Cependant, si les urines sont alcalines, ces animalcules sont très-rapidement détruits, et il faut alors les rechercher immédiatement après l'émission. Souvent aussi ils sont mélangés à du mucus, à du pus, ou à des sédiments salins qui les recouvrent quelquefois : il faut alors dissoudre la matière saline, et procéder ensuite à l'examen microscopique. L'émission des urines qui suit le coït contient toujours des zoospermes entraînés mécaniquement : il est important de ne pas les confondre avec ceux qui proviennent d'états morbides.

*Bile.* — La bile se trouve dans l'urine chez beaucoup de sujets atteints de maladies du foie, et lui communique alors la coloration qui lui est propre. La matière colorante de la bile n'est pas toujours entraînée par les sédiments qui se forment dans l'urine; ce cas a cependant été observé quelquefois. On s'est demandé si la bile passait en nature dans l'urine, ou si l'on trouvait seulement sa matière colorante; les avis sont partagés à cet égard. M. Braconnot soutient la dernière de ces opinions. D'après MM. Orfila et Bouchardat, on trouverait dans l'urine quelques-uns des principes immédiats de la bile, le picromel, la résine biliaire, les sels de la bile et le sucre biliaire.

#### CHAPITRE IV.

##### ÉLIMINATION PAR L'URINE DES SUBSTANCES INTRODUITES ACCIDENTELLEMENT DANS L'ÉCONOMIE.

Outre les principes que nous venons d'étudier, on peut rencontrer dans l'urine beaucoup d'éléments qui, introduits accidentellement

dans le corps, sont éliminés par les reins. C'est ainsi que des médicaments, des poisons se trouvent dans le liquide urinaire, où ils se montrent après un temps variable selon leur nature, et surtout selon l'action qu'exercent sur eux les éléments qu'ils rencontrent dans l'économie.

« Parmi les substances introduites dans l'économie animale, dit » Wöhler (1), toutes celles qui sont solubles dans l'eau et les humeurs » du corps, qui n'entrent point dans sa composition; c'est-à-dire qui » ne sont point assimilées, qui ne forment pas de combinaisons inso- » lubles avec les principes contenus dans les humeurs et les organes; » qui ne sont pas détruites par l'acte de la respiration ni par d'autres » actes chimiques se passant dans l'organisme; qui ne sont pas trop » astringentes; enfin celles qui ne sont pas assez volatiles pour être » évacuées par la transpiration cutanée et par la perspiration pulmo- » naire, peuvent passer dans l'urine. En connaissant donc la nature » chimique des corps étrangers, ainsi que celles des différents organes » et appareils de la machine animale, il sera facile de déterminer » d'avance si une substance passera ou ne passera pas dans les urines.»

Relativement à leur absorption, M. Miahle (2) divise les substances médicamenteuses en deux grandes classes. Les unes (*fluidifiants*) ne forment pas avec les tissus vivants des combinaisons insolubles, et sont absorbées directement. Les autres (*plastifiants*) forment avec les tissus de l'organisme des composés insolubles qui se redissolvent, soit dans certains principes contenus dans les humeurs, soit dans un excès de la substance elle-même, et ne sont absorbés qu'après avoir subi ces transformations successives. On conçoit que ces observations doivent jeter un très-grand jour sur la question qui nous occupe, puisque l'élimination d'une substance par un émonctoire quelconque, est intimement liée à son absorption préalable. Aussi verrons-nous celles de la première classe passer plus facilement dans les urines que celles de la seconde, et cela en raison des conditions plus favorables qu'elles présentent pour être absorbées.

Enfin nous dirons que certaines substances se montrent dans les

---

(1) Wöhler. Mém. sur le passage des substances dans l'urine (*Journ. des progrès*, t. II, p. 114).

(2) Miahle. Chimie appliquée à la physiologie et à la thérapeutique (1856).

urines dans un autre état que celui sous lequel elles ont été introduites dans l'économie, après avoir subi dans le trajet qu'elles ont dû parcourir des métamorphoses qui ont altéré leur composition chimique. Nous allons successivement passer en revue les principaux corps appartenant aux diverses sections que nous venons d'établir, sans nous astreindre cependant à suivre la classification précédente, ce qui aurait l'inconvénient de séparer les différentes combinaisons d'une même substance. Nous verrons en effet qu'un même métal, par exemple, peut être ou ne pas être éliminé par les urines, selon la nature de sa combinaison. Il nous suffit d'avoir signalé les causes qui peuvent modifier cette élimination.

*Sels alcalins.* — Les sels alcalins passent dans les urines avec facilité et sans éprouver d'altérations; il faut cependant excepter les sels à acide organique, qui éprouvent dans le sang une combustion qui les transforme en carbonates. C'est pour cette raison que les fruits acides rendent l'urine alcaline, ils contiennent des tartrates, citrates, malates qui subissent la transformation que nous venons d'indiquer. Il est cependant quelques sels organiques, et notamment les oxalates, qui peuvent passer directement dans les urines, sans autre modification qu'un changement de base. Ceci ne doit pas nous surprendre, puisque l'acide oxalique est déjà un produit très-avancé de combustion, et nous l'avons même vu se produire dans le sang aux dépens de certaines substances telles que l'acide urique. Le nitrate de soude, les carbonates alcalins, le chlorate de potasse, le chlorure de sodium, etc., se montrent dans les urines peu de temps après leur ingestion.

D'après les recherches de MM. Millon et Laveran (1), l'élimination par l'urine du tartrate double de potasse et de soude (sel de Seignette) ne se fait qu'après l'administration de ce sel à dose fractionnée. Il apparaît alors transformé en carbonate. Lorsque au contraire on l'administre à haute dose, il passe en entier par les selles. La même chose se passe pour le sulfate de soude.

L'iodure de potassium y apparaît aussi rapidement. M. Cl. Ber-

---

(1) Millon et Laveran. Comptes rendus de l'Acad. des sciences, t. XIX, p. 347.

nard (1) a montré qu'en injectant dans la veine jugulaire d'un chien 0 gr. 5 d'iodure de potassium, ce sel se retrouve dans l'urine au bout de trois heures. Ce passage est beaucoup plus rapide si on l'injecte en plus grande quantité. De plus ce sel disparaît assez rapidement des urines lorsqu'on en cesse l'administration. C'est ainsi que M. Kramer cite un cas où après un traitement de cinquante jours par l'iodure de potassium, sept jours suffisent à l'élimination de ce corps par les urines; mais cela ne prouve pas qu'il ait entièrement disparu de l'économie. M. Bernard a démontré en effet sur des chiens que ce principe continuait à être éliminé par la salive, lorsqu'il avait complètement disparu de l'urine.

Le sulphydrate de potasse est transformé en partie en sulfate, quand on le rencontre dans l'urine. Les sels de baryte n'y passent qu'en petite quantité.

*Métaux.* — Les sels de fer présentent quelques anomalies apparentes relativement à leur apparition dans le liquide urinaire. On a longtemps admis que le fer ne passait pas dans les urines; cependant ce métal peut s'y montrer dans certaines conditions, après l'administration du fer métallique et du sulfate de fer, par exemple. Il n'y apparaît pas au contraire, si on administre des sels de fer à acide organique, susceptibles d'être décomposés dans l'estomac, ce qui résulte des expériences de M. le docteur Bernard, de Villefranche. Mais le fer apparaît constamment et très-rapidement dans l'urine, lorsqu'il est absorbé sous une forme particulière; nous voulons parler des ferrocyanures, sulfocyanures, etc. Ces corps sont éliminés, en effet, avec la plus grande facilité par le rein. Il est à remarquer qu'ils appartiennent tous à la classe des *fluidifiants*, tandis que les sels de fer proprement dits ne sont pas immédiatement absorbés après leur ingestion. Nous ferons observer que le ferricyanure de potassium se retrouve à l'état de ferrocyanure.

Le rein est un des principaux émonctoires des préparations arsenicales et antimoniales; on voit ces corps y apparaître rapidement après leur absorption, ainsi que l'a démontré, le premier, M. Orsila en

---

(1) Cl. Bernard. Leçons de phys. expérим., 1856, t. II, p. 97.

1839. MM. Millon et Laveran ont de plus constaté que leur élimination par l'urine se faisait d'une manière intermittente. Leur disparition de ce liquide n'est pas toutefois un indice de leur élimination complète, car on en retrouve encore longtemps après dans d'autres organes et surtout dans le foie où ils paraissent se localiser.

L'argent administré à l'état de nitrate n'a pas été trouvé dans les urines par M. A. Orfila (1), tandis que d'autres organes en donnaient des traces même cinq mois après avoir cessé son administration. M. Kramer est arrivé aux mêmes résultats. Au contraire, ingéré sous forme de chlorure, ce métal apparaît dans l'urine. M. Galtier (2) cite cependant une observation dans laquelle l'argent était expulsé par les reins après l'ingestion du nitrate.

Le cuivre passe aussi dans l'urine où on le trouve seulement trois jours après avoir cessé son administration, tandis que M. A. Orfila a constaté sa présence huit mois après dans d'autres organes. Avec le plomb donné sous forme d'acéate, cet expérimentateur est arrivé aux mêmes résultats que pour le cuivre.

Le mercure a également été retrouvé dans les urines soit après l'ingestion du sublimé, soit même après celle des composés insolubles de ce métal, le calomel par exemple. M. Miahle pense que le mercure passe toujours à l'état de bichlorure dans l'économie par l'action des chlorures alcalins, de sorte que quel que soit le sel ingéré, le résultat final serait toujours le même.

Les alcaloïdes organiques sont également susceptibles de se trouver dans le liquide urinaire. M. Stass y a démontré la nicotine, M. Orfila la conicine. M. Bouchardat s'est servi, pour rechercher les alcaloïdes dans l'urine, d'un réactif précieux en pareil cas, l'iodure de potassium ioduré qui forme avec ces substances des composés insolubles. Il a pu ainsi constater la présence de sels de quinine, de morphine, d'atropine, de daturine, etc. MM. Millon et Laveran (3) ont aussi retrouvé la salicine après son ingestion; elle avait seulement

---

(1) A. Orfila. De l'élimination des poisons (1852).

(2) Galtier. Traité de toxicologie (t. I, p. 720).

(3) Millon et Laveran (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*, t. XIX, p. 347).

subi des transformations semblables à celles que produisent sur ce corps les agents oxydants dans nos laboratoires. C'est ainsi qu'on l'a constamment retrouvée à l'état d'acide salicyleux (hydrure de salicyle) et d'acide salicylique. Après l'absorption d'un grand nombre de composés organiques, l'urine acquiert des propriétés particulières qui ne permettent pas de méconnaître leur action sur ce liquide. C'est ainsi qu'après les empoisonnements par les solanées vireuses, elle acquiert l'odeur de ces végétaux, et leurs propriétés stupéfiantes; elle possède des propriétés vésicantes après l'empoisonnement par les cantharides. Tout le monde connaît l'odeur particulière que possède l'urine lorsqu'on a mangé des asperges; l'essence de térébenthine lui communique l'odeur de violette; après l'ingestion du copahu, elle présente celle de cette substance.

## CHAPITRE V.

### CALCULS URINAIRES.

Quoique l'étude des calculs urinaires sorte du sujet que nous avons à étudier, et ne s'y rattache qu'indirectement, nous croyons cependant utile de les examiner sommairement, à cause des relations qui les lient à l'urine au milieu de laquelle ils prennent naissance. Les calculs peuvent être formés, soit par des principes immédiats de l'urine qui ne trouvent plus dans ce liquide les conditions nécessaires à leur solubilité, soit par ces mêmes principes modifiés par suite d'altérations chimiques, soit enfin par des corps nouveaux qui n'existent pas normalement et ne se montrent que d'une manière accidentelle.

Leur volume est très-variable et peut présenter tous les intermédiaires, depuis les petites granulations qui sont expulsées pendant l'émission de l'urine, jusqu'à des masses énormes dont le poids peut aller à trois ou quatre kilogrammes. Le nombre des calculs n'est pas moins sujet à des variations fort étendues. Il n'est pas rare de trouver dans la vessie un nombre considérable de concrétions qui sont

souvent accolées les unes contre les autres, et présentant alors des facettes leur donnant une forme polyédrique irrégulière; d'autres fois les dépôts calculeux forment un sable plus ou moins fin, et, dans ce cas, ils reçoivent plus particulièrement le nom de graviers; enfin on trouve souvent une masse unique de volume également variable. La forme des calculs est généralement celle d'un ovoïde lisse à sa surface ou parsemés d'inégalités plus ou moins saillantes, comme on l'observe dans les calculs *muraux*; ils affectent quelquefois une forme cristalline régulière. La consistance diffère aussi selon la composition chimique des calculs, qui sont tantôt très-durs, tantôt friables et ressemblant à du mortier. La dureté est souvent variable dans les divers points d'un même calcul, ce qui se rattache à des compositions chimiques différentes. La couleur peut varier également; quelquefois rougeâtres, ils peuvent aussi présenter les colorations blanche, grise, etc.

La composition chimique des concrétions calculeuses n'est pas moins sujette à de nombreuses variations. Quelquefois homogènes dans toutes leurs parties, elles sont très-souvent formées de couches concentriques de nature différente, et présentent à leur centre un noyau homogène dans sa composition qui paraît en être l'origine. Assez souvent ce noyau central est constitué par des corps étrangers accidentellement introduits dans la vessie, ou par des matières de nature organique. C'est ainsi qu'un amas de mucus, un caillot sanguin, un fragment d'os, une balle de fusil, une épingle, un haricot, etc., etc., ont été trouvés au centre de concrétions calculeuses.

Nous avons déjà parlé des causes intrinsèques qui pouvaient donner naissance au dépôt de telle ou telle substance dans l'urine, mais il en est d'autres moins bien déterminées qui agissent également sur la production des calculs. Une nourriture fortement azotée prédispose à l'affection calculeuse. Le sexe et l'âge ne paraissent pas non plus sans action; beaucoup plus commune chez l'homme que chez la femme, elle l'est aussi davantage chez l'enfant que chez l'adulte, comme le montrent les relevés statistiques de M. Civiale. Enfin, nous signalerons encore le climat et les habitudes qui ne sont pas sans influence, les personnes qui mènent une vie sédentaire y sont prédisposées. La

goutte a été considérée comme une prédisposition à l'affection calculeuse. Quelques auteurs considèrent même ces deux maladies comme des manifestations de la même diathèse.

Voici quelles sont les substances que l'on peut trouver sous forme de concrétions et leurs principaux caractères (1).

*L'acide urique* peut former à lui seul des concrétions calculeuses ; il se dépose souvent sous la forme de petits cristaux rougeâtres, ou en lames brillantes. Quelquefois un calcul est formé de couches successives de couleurs différentes, quoique uniquement composé d'acide urique. D'autres fois ces couches sont alternativement formées d'acide urique et d'oxalate de chaux. D'autres fois il est uni à des urates calcaire ou terreux, ou à du phosphate de chaux, ce qui se montre presque toujours quand le calcul devient un peu volumineux. L'acide urique constitue, après l'oxalate de chaux, les concrétions les plus dures ; elles sont en général très-lisses à leur surface.

*Urates.* — L'urate d'ammoniaque forme quelquefois à lui seul des calculs ou des graviers, plus souvent il en constitue le noyau ; mais ordinairement il est associé à de l'acide urique, à de l'oxalate et à du phosphate de chaux, à du phosphate ammoniaco-magnésien. Les couches qu'il forme sont les moins dures de toutes, et ordinairement d'une couleur gris ardoise. — Les urates de soude, de potasse, de chaux, ne constituent jamais entièrement des calculs, mais ils sont généralement mélangés avec des phosphates ou des carbonates terreux, quelquefois avec l'acide urique ; ils forment souvent le sable vésical ou rénal.

*Le phosphate de chaux* trouvé pour la première fois par Linke (2) dans les calculs vésicaux a été depuis rencontré fort souvent ; il peut même former à lui seul des concrétions, quoique Fourcroy ait avancé le contraire. Il est généralement très-friable quand il est humide, mais il devient dur en se desséchant. D'après Brugnatelli (3), on trouverait certains calculs formés de phosphate acide de chaux cristallisé.

---

(1) Pour l'analyse des calculs, voyez Gerhard et Chancel, *Précis d'anal. chim. qualit.* (p. 46), et Berzelius. *De l'emploi du chalumeau* (p. 380).

(2) Linke. *Dissertatio de urinæ et calculorum analysi* (Göttingue, 1788).

(3) Brugnatelli. *Litologia umana*. 1819.

*Le phosphate de magnésie* est très-commun associé à l'acide urique ou au phosphate de chaux. Il alterne souvent avec le *phosphate ammoniaco-magnésien*. Celui-ci peut former soit des calculs entiers, et il n'est pas rare de le trouver alors cristallisé, soit simplement des noyaux; d'autres fois, il est uni à du phosphate de chaux, de l'acide urique, des urates, de l'oxalate et du carbonate calcaire. C'est à ce corps que Wollaston donnait le nom de matière fusible des calculs.

*Les carbonates de chaux et de magnésie* sont fort rares dans les concrétions urinaires de l'homme; c'est à peine si on en connaît quelques exemples signalés par Proust, Wurzer, Lassaigne et Bley.

*L'oxalate de chaux* est quelquefois le principe unique de certains calculs; il peut aussi former le sable vésical ou des graviers. Après l'acide urique, c'est lui qui forme le plus souvent les noyaux des calculs. De toutes les matières que l'on peut rencontrer dans ces productions, c'est celle qui présente le plus de dureté. Le plus souvent, elle est associée à l'acide urique, aux urates, au phosphate et au carbonate calcaires. Les calculs d'oxalate de chaux présentent une surface plus ou moins inégale qui leur a fait donner le nom de calculs muraux.

*La xanthine* est une substance presque spéciale aux concrétions urinaires, et encore est-elle fort rare. Découverte par Marcet en 1823, elle n'a été retrouvée depuis que dans un fort petit nombre de cas.

*La cystine* est moins rare que le corps précédent, les calculs qu'elle forme présentent au microscope l'aspect cristallin caractéristique de cette substance. Elle constitue des concrétions souvent volumineuses, d'une dureté médiocre; elle est quelquefois associée aux phosphates et oxalates calcaires et à l'acide urique.

Enfin, nous signalerons comme pouvant entrer dans la composition des calculs, l'oxalate, le benzoate et le chlorhydrate d'ammoniaque, la silice, le fer, etc., qui cependant s'y trouvent fort rarement.

## TROISIÈME PARTIE.

### ANALYSE DE L'URINE.

#### CHAPITRE PREMIER.

##### DOSAGE DES ÉLÉMENTS DE L'URINE.

Le grand nombre des principes que l'on rencontre dans l'urine, rend très-difficile l'analyse de ce liquide, et la facile décomposition de plusieurs d'entre eux expose à de nombreuses erreurs en donnant naissance à des produits nouveaux; l'examen microscopique devient souvent nécessaire pour aider le travail du chimiste ou contrôler ses résultats.

Nous ne parlerons pas ici des propriétés générales de l'urine, couleur, densité, acidité, etc., nous y avons suffisamment insisté dans le cours de ce travail; nous dirons seulement qu'elles doivent être notées avec soin, étant le complément indispensable d'une bonne analyse. Nous allons nous occuper actuellement du dosage des divers éléments de l'urine, de ceux au moins qui peuvent être dosés dans l'état actuel de la science, car pour quelques-uns d'entre eux nos ressources sont encore insuffisantes.

Nous ne nous arrêterons cependant qu'aux matières spéciales de l'urine, quant aux sels minéraux, les procédés de dosage ne présentant rien de particulier, nous nous contenterons d'indiquer la marche générale de l'analyse.

*Eau et matières solides.* — Le seul procédé qui puisse être employé consiste à évaporer l'urine au bain-marie. Malheureusement on n'arrive ainsi qu'à une approximation, quelque soin que l'on porte à l'opération; on comprend en effet qu'il soit difficile d'atteindre une

dessiccation complète des matériaux solides sans que la matière colorante et l'urée aient subi un commencement d'altération. Il suffira de peser exactement le résidu de l'évaporation ; par différence on connaîtra le poids de l'eau.

*Somme des sels inorganiques.* — On peut se servir avec avantage du procédé de M. Chambert, qui consiste à faire tomber l'urine goutte à goutte, à l'aide d'un tube muni d'un robinet à sa partie supérieure, dans un creuset de platine chauffé au rouge sur une lampe à double courant d'air ; de cette façon on peut évaporer dans une heure et demie jusqu'à 110 grammes d'urine, quantité suffisante pour une détermination exacte des sels. La couche de charbon dont se recouvre le creuset pendant l'opération, active l'évaporation du liquide, et empêche sa projection au dehors. C'est là un des avantages de ce procédé, qui présente encore celui de donner un résidu contenant vingt fois moins de charbon que ceux employés généralement.

M. Chambert procède alors à la combustion du charbon, opération très-délicate à cause de la fusion des sels qui l'entourent comme d'un vernis et le garantissent ainsi de l'action comburante de l'air. MM. Lecanu et Becquerel ont cherché, par divers artifices à remédier aux lenteurs de cette combustion, en employant l'acide nitrique, par exemple, qui ne donne pas des résultats satisfaisants ; la combustion directe par l'air atmosphérique à une haute température présente l'inconvénient d'entraîner une perte considérable de sels volatils. M. Chambert emploie l'eau pure comme agent comburant ; pour cela il porte au rouge le creuset contenant le résidu de l'évaporation, et, par une ouverture étroite pratiquée au couvercle, il projette de l'eau distillée goutte à goutte ; un jet de gaz inflammable indique que la combustion s'opère ; il cesse dès qu'elle est terminée. On chauffe encore un instant et on peut procéder alors à la pesée de la masse saline qui doit être parfaitement blanche. L'avantage de cette méthode est que la combustion ne détruit que les principes organiques : les sels qu'elle ne peut brûler, restent intacts.

Une fois le poids de la masse saline connu, on procède à son analyse. En la traitant à plusieurs reprises par l'eau bouillante, on entraîne les sels solubles ; il reste une partie insoluble.

*Partie soluble :*

Sulfates de potasse et de soude.  
Chlorures de sodium et de potassium.  
Phosphates de soude et de potasse.  
Sulfate de chaux (à cause de sa petite proportion).

*Partie insoluble :*

Silice.  
Phosphate de chaux.  
Phosphate de magnésie.

La partie insoluble est traitée par l'acide chlorhydrique qui dissout les phosphates ; par filtration, on sépare la silice qu'on dose après calcination.

Les sels étant tous amenés ainsi à l'état soluble, on procède à l'analyse des acides et des bases, en appliquant la méthode générale.

*Ammoniaque.* — Les méthodes précédentes ne peuvent évidemment pas s'appliquer à l'ammoniaque, qui doit être recherchée dans l'urine avant que celle-ci ait été soumise à aucune opération. Il se présente ici une complication qui a longtemps embarrassé les chimistes ; mais les travaux récents de M. Boussingault sont venus faciliter cette étude. La facile décomposition de l'urée, soit par les alcalis, soit même par la simple ébullition dans l'eau, et la formation dans ces cas de composés ammoniacaux, était la cause des nombreuses erreurs commises dans les recherches de l'ammoniaque.

M. Boussingault (1) a montré que l'urée et l'acide urique n'éprouvaient aucune altération de la part des alcalis, à une basse température, et c'est en partant de ce principe qu'il a pu reconnaître et doser l'ammoniaque normale dans l'urine. Il mélange celle-ci avec de l'hydrate de chaux, et soumet le liquide à l'ébullition dans le vide à la plus basse température possible. Cette ébullition suffisamment prolongée chasse complètement l'ammoniaque qui est reçue dans une dissolution titrée d'acide sulfurique. Celle-ci est titrée

---

(1) Boussingault. Recherches sur les quantités d'ammoniaque contenue dans l'urine (*Ann. de phys. et de chim.*, 1850, t. XXIX, p. 472).

de nouveau après l'opération, et on connaît ainsi la quantité d'ammoniaque contenue dans un poids donné d'urine. Nous avons exposé (page 32) les résultats auxquels est arrivé M. Boussingault.

*Urée.* — Plusieurs procédés ont été indiqués pour le dosage de l'urée, et plusieurs sont applicables avec avantage. M. Lecanu (1) dose ce corps sous forme de nitrate d'urée, en mettant à profit son insolubilité dans l'eau. L'urine est d'abord évaporée jusqu'à consistance sirupeuse, et traitée par l'alcool qui précipite l'acide urique et les sels. La partie liquide est ensuite traitée par l'acide nitrique exempt d'acide hyponitrique qui précipite l'urée. On calcule le poids de l'urée d'après la formule  $C^2H^4N^2O^2 \cdot NO^3 \cdot HO$  qui représente le nitrate d'urée. Cette méthode est défectueuse en ce que le nitrate d'urée est soluble dans l'acide nitrique, circonstance qui peut causer une erreur de 1/10. De plus, l'urée peut former avec le chlorure de sodium une combinaison qui n'est pas détruite par l'acide nitrique en présence de l'alcool, ce qui vient ajouter à l'inexactitude de ce procédé.

M. Heintz (2) utilise pour doser l'urée sa métamorphose en acide carbonique et ammoniaque sous l'influence de l'acide sulfurique. Il commence par se débarrasser de l'acide urique, et traite ensuite, par l'acide sulfurique, l'urine convenablement évaporée. Le résultat de cette opération est additionné de bichlorure de platine qui détermine la formation d'un précipité contenant toute la potasse et l'ammoniaque. Ce précipité fournit par la calcination les données nécessaires au calcul de la quantité de chacun de ces corps. D'autre part, on prend une autre portion de la même urine qui, traitée seulement par le bichlorure de platine, donne la quantité de potasse et d'ammoniaque normale. De la différence des résultats provenant des deux opérations, on déduit la quantité d'ammoniaque qui appartient à la décomposition de l'urée, d'où il est facile de déduire le poids de l'urée. Cette méthode est très-exacte et peut s'appliquer à tous les cas où l'urine ne contient pas d'autres principes azotés.

---

(1) Lecanu. *Journ. de pharm.*, t. XIX.

(2) Heintz. *Ann. de Poggend.*, LXVI, 114, LXVIII, 393.

La méthode de dosage de M. Bunsen (1) est fondée sur ce fait : que lorsqu'on maintient pendant quelques heures, à une température de 220° à 240°, une solution aqueuse d'urée, dans des tubes hermétiquement fermés, elle se décompose aisément en carbonate d'ammoniaque. Si on a ajouté précédemment à la solution du chlorure de baryum ammoniacal, il se précipitera une quantité de carbonate de baryte, de laquelle on déduira celle de l'urée.

M. Millon (2) a proposé une méthode recommandable par la rapidité de son exécution et la petite quantité d'urine nécessaire à son emploi. Elle est basée sur la transformation de l'urée en azote et acide carbonique par le nitrate mercureux acide. On absorbe l'acide carbonique par la potasse dans un appareil à boules, et de son poids on déduit celui de l'urée qui l'a fourni. Il suffit de multiplier ce poids par le nombre 1,363. D'après M. Millon les substances contenues dans l'urine sont sans influence sur les résultats. Cela est vrai pour l'acide urique, hippurique, lactique, oxalique, l'albumine, etc.; mais il paraîtrait que la créatine et la créatinine sont aussi décomposées par le gaz nitreux, ce qui vient compliquer les résultats.

L'insolubilité de la combinaison que forme l'urée avec l'oxyde mercurique a suggéré à M. Liebig (3) une méthode très-simple et d'une exécution facile pour évaluer rapidement la proportion d'urée contenue dans l'urine. Il se sert d'une liqueur titrée de nitrate mercurique, sans excès d'acide, qu'il verse jusqu'à cessation de précipité; à ce moment, il reste encore de l'urée tenue en dissolution par l'acide devenu libre, que l'on sature au moyen de l'eau de baryte ou du carbonate de soude versés peu à peu, en ayant soin de ne pas dépasser le terme de saturation; on ajoute ensuite de la liqueur normale qui détermine un nouveau précipité; c'est ainsi que, par des additions successives de liqueur normale et d'eau de baryte, on arrive à précipiter la totalité de l'urée; il est facile de reconnaître le moment de sa précipitation complète, car à ce moment une goutte

---

(1) Bunsen. (*Ann. der chem. und pharm.*, t. LXV, p. 375).

(2) Millon. *Élém. de chimie organ.* (t. II, p. 726).

(3) Liebig. *Journ. de pharm.*, XXI, 413.

de carbonate de soude détermine un précipité jaunâtre d'hydrate d'oxyde mercurique ou de sous-nitrate mercurique.

*Acide urique.* — Nous avons déjà indiqué (page 24) la réaction caractéristique de l'acide urique due à la formation du purpurate d'ammoniaque. On peut employer deux procédés pour doser ce corps.

Heintz (1) le précipite à l'aide d'un acide, que l'urine soit normale, ou qu'elle contienne du glucose, de l'albumine ou des principes solubles du sang ; les acides acétique et phosphorique sont ceux qui conviennent le mieux à cette opération, l'acide chlorhydrique peut même être employé dans le cas où l'urine ne renferme pas d'albumine ; l'insolubilité imparfaite de l'acide urique entraîne une perte de 0,09 pour 1000 de l'urine employée ; elle est du reste à peu près compensée par la précipitation simultanée d'une certaine quantité de matière colorante ; si l'urine renferme de la bile, la perte peut être un peu plus forte.

Le second procédé, dû à M. Lehmann, repose sur les mêmes principes que le précédent ; il en diffère seulement pour la manière d'opérer. Ce chimiste épouse le résidu de l'évaporation de l'urine par l'alcool à 93 centièmes pour entraîner l'urée, traite ensuite la partie insoluble par la potasse diluée, et précipite enfin par l'acide acétique la solution potassique soumise à l'ébullition. L'acide urique qui se précipite est lavé à l'eau chargée d'acide acétique.

*Albumine.* — On emploie pour reconnaître l'albumine dans l'urine plusieurs méthodes fondées sur la coagulation de ce corps, soit par la chaleur, soit par l'alcool, soit par l'acide nitrique. On peut aussi mettre à profit la propriété qu'il possède de dévier à gauche les rayons de lumière polarisée. Pour bien apprécier la valeur des différents procédés de dosage de l'albumine il faut se rappeler les propriétés différentes des modifications isomériques de ce corps. Nous avons vu que tandis que l'albumine normale était coagulée par la chaleur et l'acide nitrique, sa première modification (albumine caséiforme) donnait par cet acide un précipité soluble dans un excès,

---

(1) *Ann. de Poggend.*, LXX, 122.

et qu'enfin l'albuminose n'était coagulée ni par la chaleur ni par les acides, mais seulement par l'alcool, le tannin, la créosote, etc.

L'application de la chaleur est une très-bonne méthode pour la recherche de l'albumine ; ce corps se coagule en effet à 65°. Mais il est toujours utile de porter la liqueur à l'ébullition. Si l'urine est alcaline, l'albumine n'est pas précipitée, ce qui tient à sa solubilité dans les alcalis, il suffit alors de la rendre neutre ou acide. Cependant si l'albumine existe en grande quantité, elle se coagulera même dans ce cas. Une petite quantité d'acide phosphorique ou nitrique (Rayer et Guibourt) empêchent aussi la coagulation par la chaleur. Quelquefois celle-ci détermine dans les urines alcalines la formation d'un dépôt de carbonate ou de phosphate de chaux, qu'il ne faut pas confondre avec l'albumine.

Les acides, et principalement l'acide nitrique, sont très-commodes pour ce genre de recherches. L'acide nitrique précipite l'albumine, mais en même temps on voit se déposer de l'acide urique qu'il est important de savoir distinguer. Celui-ci peut se redissoudre par la chaleur, ce qui exige quelquefois l'addition d'un peu d'eau, ou par un excès d'acide nitrique, mais nous avons vu que dans ce cas l'albumine modifiée pouvait aussi se redissoudre. On peut aussi remplacer l'acide azotique par l'acide acétique qui ne coagule pas l'albumine et qui précipite l'acide urique. Les urates peuvent aussi exister dans un dépôt en même temps que l'albumine dans la liqueur ; on distinguerà la nature du dépôt en chauffant avec précaution. Vers 40° les urates se dissolvent, et la liqueur devient limpide ; en chauffant plus fortement on voit l'albumine se précipiter. Il est donc fort utile d'employer simultanément la chaleur et les acides dans les recherches de l'albumine.

L'alcool peut aussi servir à reconnaître l'albumine dans les urines ; il doit même être préféré dans bien des cas, puisque les moyens précédents sont sans action sur l'albuminose. Toutefois l'emploi de cette substance pourrait induire facilement en erreur et exige quelques précautions. C'est ainsi qu'il précipite en même temps le mucus et les sels de l'urine. On peut obvier à ces inconvénients en filtrant le liquide pour le débarrasser du mucus, et employant de l'alcool en

quantité assez faible pour qu'il soit sans action sur les sels. En prenant ces précautions, M. Bourlier est parvenu à doser très-exactement l'albumine de l'urine. Il emploie 3 volumes d'alcool à 33 degrés pour un volume d'urine; les sels ne sont pas précipités et on a l'avantage d'agir ainsi sur l'albumine, quelle que soit sa modification.

Enfin M. Becquerel (1) s'est servi avec succès des propriétés optiques de l'albumine pour doser ce principe dans les liquides de l'économie. M. Biot a montré, en effet, que l'albumine déviait vers la gauche le plan de polarisation; on peut donc, par l'examen de cette propriété, découvrir la présence de ce corps et déterminer sa quantité dans un liquide, pourvu toutefois que celui-ci ne contienne pas d'autres principes, du sucre, par exemple, exerçant une action quelconque sur la lumière polarisée. On conçoit, en effet, qu'en pareil cas les résultats fournis seraient inexacts, à moins qu'on ne puisse détruire ces principes. M. Becquerel a décrit un appareil auquel il donne le nom d'*albuminimètre*, qui se compose essentiellement d'un polariseur formé par un prisme biréfringent, ne laissant passer qu'un seul rayon dans l'axe de l'appareil, et d'un analyseur constitué par un autre prisme biréfringent taillé de façon qu'une seule image se trouve dans le champ de la vision. On commence par déterminer le 0° en faisant tourner le prisme analyseur jusqu'à extinction de la seule image visible, puis on interpose entre les deux prismes la substance à analyser contenue dans un tube de 20 centimètres de longueur, et on observe alors de combien de degrés est dévié le plan de polarisation. En observant ainsi l'action de différents liquides albumineux, et déterminant par l'analyse la quantité correspondante d'albumine, M. Becquerel a pu dresser des tables indiquant la proportion d'albumine correspondante à chaque degré de déviation.

M. Becquerel a appliqué cet instrument à l'examen des urines dans la maladie de Bright. Nous dirons toutefois qu'on ne connaît pas assez bien les propriétés optiques de l'albumine modifiée pour accepter sans réserve les résultats qu'il peut fournir.

---

(1) Becquerel. *Rech. physiol. et pathol. sur l'album. du sang et des divers liquides organiques. Descript. d'un albuminimètre (Arch. génér. de méd., 1850, t. XXII, p. 52).*

*Sucre.* — On connaît plusieurs matières sucrées d'origines diverses, présentant des caractères communs et des différences de plusieurs ordres. Celles que fournit le règne végétal sont : le sucre de canne, de betterave, d'érable; les sucres de fruits, de féculé ou d'amidon. Les autres appartenant au règne animal sont : le sucre de lait, le sucre normal du foie, celui de l'œuf, etc. Tous, quelle que soit leur origine, peuvent se diviser en deux classes, suivant leur manière différente de se comporter au contact des acides et des alcalis.

On classe dans la première espèce ceux sur lesquels les alcalis sont sans action, tandis que les acides les transforment en sucres intervertis, c'est-à-dire de la seconde espèce. Ce sont les sucres de canne, de betterave, d'érable, etc. La deuxième espèce comprend ceux sur lesquels n'agissent pas les acides, tandis que les alcalis concentrés et chauffés les détruisent, en les transformant en un corps particulier auquel M. Péligot a donné le nom d'acide mélasse. Ce sont le sucre de lait, le sucre de féculé ou glucose, celui de fruits, le sucre de *diabète*, le sucre normal du foie, celui de l'œuf, etc. Le sucre qui se rencontre dans l'urine ressemble entièrement au glucose ou sucre de féculé; il doit donc nous présenter les caractères des sucres de la seconde espèce.

Pour reconnaître la présence du sucre dans l'urine, on a employé un grand nombre de procédés qui sont loin de donner tous des résultats satisfaisants. Le moins recommandable de tous est celui qu'ont suivi longtemps les médecins, et qui a été abandonné, c'est l'emploi de l'aréomètre, la densité de l'urine pouvant tenir à d'autres causes qu'à la présence du sucre. Cependant, comme la présence du sucre dans l'urine coïncide avec une augmentation dans la densité, l'aréométrie pourra fournir quelques indications.

La propriété des acides concentrés de brunir rapidement la liqueur lorsqu'elle renferme du sucre, est presque sans valeur, les acides noircissant tous les liquides qui renferment des substances d'origine animale.

L'action des alcalis sur le sucre de diabète fournirait un excellent moyen d'analyse, s'il était possible de le séparer par un

moyen quelconque des matières extractives qui l'accompagnent, et qui, noircissant comme lui par les alcalis, rendent les résultats douteux.

C'est surtout à l'emploi de la potasse qu'on peut faire ce reproche. La chaux donne de meilleurs résultats. Si l'on mêle volumes égaux d'urine et de lait de chaux et qu'on porte le mélange à l'ébullition, on obtient une coloration brune, indice à peu près certain de la présence du sucre. Cette coloration est due à la formation de produits ulmiques, sous l'influence de l'oxygène de l'air. On peut rendre la réaction plus nette en introduisant dans la liqueur des substances réductibles qui puissent fournir elles-mêmes l'oxygène nécessaire à la réaction; c'est ainsi que les sels de cuivre sont réduits par les dissolutions sucrées en présence de la potasse et donnent naissance à de l'oxydule de cuivre qui communique à la liqueur sa coloration rouge caractéristique. Cette réaction indiquée d'abord par Frommherz a été appliquée avec le plus grand succès par MM. Bernard, Barreswil et Fehling pour le dosage du glucose dans l'urine, par l'emploi en liqueur titrée du sel de cuivre. Le réactif se compose d'une dissolution de sulfate de cuivre additionnée de potasse caustique et de tartrate neutre de potasse: l'addition de ce dernier sel a pour but d'empêcher la précipitation de l'oxyde de cuivre par la potasse. On obtient ainsi un liquide coloré en bleu intense qui se décolore complètement lorsqu'on le chauffe avec de l'urine sucrée. On observe en même temps la précipitation d'oxydule de cuivre rouge. La concentration de cette liqueur est telle que 20 centimètres cubes sont entièrement décolorés par un décigramme de glucose; pour se servir de ce réactif, on détermine quelle quantité d'urine il faut ajouter à un volume déterminé de la liqueur d'essai maintenu à l'ébullition pour produire sa décoloration complète. Il est facile d'en déduire la proportion de sucre pour 1000 d'urine.

Cette méthode donne d'excellents résultats à la condition de se débarrasser préalablement de l'acide urique qui pourrait aussi produire la réduction du sel de cuivre. On peut employer à cet effet l'acétate de plomb qui précipite cet acide. Il faut se tenir en garde également contre la présence de l'albumine qui pourrait exercer la même

action par une ébullition trop longtemps prolongée; cette cause d'erreur est d'ailleurs très-facile à éviter.

Enfin la fermentation alcoolique doit être regardée comme le moyen le plus sûr de constater la présence du glucose; lorsqu'on mélange une solution de sucre avec de la levure de bière à une température de 25 à 30 degrés, on ne tarde pas à observer un dégagement d'acide carbonique en même temps qu'il se produit de l'alcool qui reste dans la liqueur. On a proposé de recueillir l'acide carbonique, et de déduire de son poids celui du sucre qui lui a donné naissance. Mais ce moyen, d'ailleurs très-peu expéditif, est loin de comporter l'exactitude nécessaire.

M. Luton (1) a proposé un excellent moyen pour reconnaître la présence du glucose. Son réactif se prépare en ajoutant de l'acide sulfurique en excès à une dissolution saturée à froid de bichromate de potasse, de manière qu'après avoir mis tout l'acide chromique en liberté, il reste encore en excès dans la liqueur. Si l'on verse quelques gouttes de cette liqueur dans de l'urine sucrée et qu'on chauffe le liquide, il prend une belle couleur verte due à la formation de sulfate de chrôme par l'action réductrice du sucre.

On devra toujours, avant de se prononcer sur l'existence du sucre dans l'urine, avoir recours aux différents moyens que nous venons d'indiquer; une certitude complète ne pouvant résulter que de l'ensemble de ces réactions.

Les propriétés optiques des sucres fournissent d'excellents procédés pour doser ces principes dans l'urine. On sait que les dissolutions de matières sucrées possèdent la propriété de dévier le plan de polarisation à droite pour le sucre de canne, à gauche pour le glucose, et que, de plus, la déviation est proportionnelle à la quantité de sucre qu'elles renferment. A cette propriété en est liée une autre non moins importante, c'est la coloration qui se produit dans les rayons polarisés qui ont traversé ces dissolutions. En partant de ces principes, MM. Biot et Soleil ont imaginé deux appareils qui permettent d'ar-

---

(1) Luton. Nouveau moyen de reconnaître la présence du sucre dans les urines. (*Gaz. médic.*, 27 janvier 1855.)

river très-exactement à la détermination de la quantité de sucre. Nous ne pouvons ici entrer dans les détails minutieux de la description de ces instruments, nous nous contenterons d'indiquer le principe sur lequel ils reposent.

L'appareil de M. Biot est fondé sur la simple déviation du plan de polarisation et ressemble dans sa partie essentielle à l'albuminimètre de M. Becquerel, qui n'en est qu'une modification. On mesure directement cette déviation, dont l'amplitude donne la proportion de sucre dissous, en la rapportant à des expériences préalables sur le rapport qui lie ces deux éléments de la question.

M. Soleil, au contraire, a mis à profit la coloration des rayons lumineux, et mesure la quantité de sucre par l'épaisseur qu'on doit donner à une lame de quartz pour neutraliser l'action de la dissolution sucrée. Cet appareil fort ingénieux donne des résultats d'une exactitude qui ne laisse rien à désirer, et avec une grande rapidité.

M. Robiquet (1) a proposé un autre appareil fondé sur la même propriété, et auquel il donne le nom de *diabétomètre*. Il observe, comme dans le saccharimètre de Soleil, la coloration du rayon polarisé, seulement, au lieu de reproduire la teinte primitive par une lame de quartz à épaisseur variable, on mesure l'angle de rotation qu'il faut imprimer à l'analyseur. De tous ces instruments, celui de M. Soleil est de beaucoup le plus parfait, et c'est à lui qu'on devra donner la préférence toutes les fois qu'il sera permis de choisir.

Il est utile de décolorer l'urine avant de la soumettre à l'examen optique. On peut employer avec avantage l'acétate de plomb.

## CHAPITRE II.

### EXAMEN MICROSCOPIQUE DES SÉDIMENTS.

On donne le nom de sédiments des urines à tous les corps solides qui peuvent être déposés dans ce liquide ou se former dans son sein.

(1) Robiquet. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 10 nov. 1856.)

L'urine pure, même refroidie à la température ordinaire, ne devrait renfermer absolument aucun corps solide; cependant au sortir de la vessie il n'en est pas ainsi, parce qu'elle se trouve mélangée au mucus sécrété par la muqueuse vésicale. Aussi quand on l'observe n'est-elle jamais parfaitement limpide; à la partie inférieure du vase qui la contient, on voit un léger nuage, composé de globules muqueux et de débris d'épithélium. Ce dépôt se forme également dans la vessie; car si un individu vient à uriner après être resté long-temps en repos dans une position verticale, c'est la partie trouble qui est émise la première. Tous les autres corps solides que l'on rencontre dans l'urine doivent être considérés comme anormaux ou pathologiques.

Les sédiments de l'urine peuvent être divisés en organisés, organiques et inorganiques; ces sédiments chez l'homme sont les suivants :

Sédiments	organisés.	Globules muqueux. Epithélium. Corpuscules sanguins. Globules purulents. Zoospèrme.
	organiques.	Acide urique. Urates de chaux, d'ammoniaque, de soude. Cystine.
	inorganiques.	Oxalate de chaux. Phosphate ammoniaco-magnésien.

*Globules muqueux.* — Les globules muqueux sont de petites sphères assez transparentes; leur surface est très-légèrement chagrinée; leur diamètre varie entre 0<sup>mm</sup>,008 et 0<sup>mm</sup>,01. Dans l'intérieur de ces globules, on trouve de petites granulations opaques, qui sont, en général, nombreuses. Ces granulations se voient surtout fort bien, quand on a donné de la transparence à la préparation au moyen de l'acide acétique à 3 degrés.

Le nombre des globules muqueux varie beaucoup d'un individu

à l'autre. Il est en général très-considérable chez les vieillards. Le moindre état inflammatoire en détermine une abondante production sur toutes les muqueuses, et sur celle de la vessie en particulier.

Outre ces globules muqueux, on aperçoit aussi la substance qui est véritablement le mucus, et qui forme la majeure partie du nuage que nous avons décrit plus haut. Cette substance est parfaitement diaphane, vue au microscope; elle est semi-liquide, et peut, dans les mouvements qu'on lui imprime, s'étirer, se strier plus ou moins régulièrement, et se déchirer en flocons.

*Cellules épithéliales.* — Ces cellules appartiennent à l'épithélium pavimenteux, ce sont donc de grands feuillets irrégulièrement ovoïdes, ou polygonaux par suite de leur juxtaposition. Leur diamètre est de 0,04 à 0,05; elles ne sont jamais parfaitement planes ainsi qu'on peut le voir lorsqu'on en examine une sur la tranche. A peu près au centre se trouve un noyau ou renflement qui apparaît sous la forme d'une tache ovoïde grisâtre de 0,006 à 0,01 de diamètre. Toute la surface de la lame épithéliale est d'ailleurs très-finement ponctuée.

Quelquefois ces cellules épithéliales se détachent avant d'être parvenues à leur entier développement. Ce sont alors des feuillets plus ou moins grands, plus transparents; leur forme se rapproche d'autant plus du cercle qu'elles sont plus jeunes, leur noyau est très-bien marqué. On distingue facilement ces jeunes cellules à leur noyau unique et à leur peu d'épaisseur.

En étudiant attentivement sur le cadavre les différentes cellules qui tapissent l'appareil urinaire, on arrive à les reconnaître, et diagnostiquer ainsi la provenance des cellules qu'on observe dans les urines, ce qui dans certains cas peut avoir quelque utilité.

*Corpuscules sanguins.* — Ces corpuscules diffèrent de ce qu'ils sont à l'état normal; en effet, comme il y a endosmose de l'urine vers le sérum, et que d'autre part au moment où ils tombent dans la vessie ils sont en équilibre endosmotique avec ce dernier, l'équilibre est troublé aussitôt qu'ils viennent à être en contact avec l'urine dont ils absorbent immédiatement une certaine quantité. Cette absorption les rend sphériques d'aplatis qu'ils sont à l'état normal; mais on peut leur rendre

à peu près leur forme primitive au moyen d'une solution quelconque douée d'un pouvoir endosmotique considérable comme le sucre, le sulfate de soude en solution concentrée ou l'albumine.

Pour peu que les globules sanguins aient séjourné longtemps dans l'urine, ils subissent une autre altération, leur contour au lieu d'être parfaitement régulier, se hérisse de pointes en nombre variable. On aperçoit ces sortes de franges surtout sur les bords, parce qu'elles se détachent en noir sur le champ du microscope; mais on peut se convaincre qu'elles existent partout en faisant tourner le globule sur lui-même en différents sens.

Lorsqu'on traite les globules sanguins par de l'acide acétique, ils disparaissent immédiatement, caractère qui les distingue des globules muqueux ou purulents. Leur diamètre, qui n'est que de 0<sup>mm</sup>,006 à 0<sup>mm</sup>,007, permet aussi de les reconnaître.

Toutes les fois qu'on rencontre des globules sanguins dans l'urine, cela indique nécessairement la lésion d'un vaisseau, et implique la présence de tous les éléments du sang, aussi trouve-t-on quelquefois de la fibrine coagulée; les globules blancs du sang doivent y exister aussi, mais on n'a aucun moyen de les distinguer des globules muqueux.

Enfin on trouve aussi dans ce cas, au moyen des réactifs appropriés, une quantité d'albumine en rapport avec le nombre des globules.

*Globules du pus.*— Ces globules ressemblent aux globules muqueux par leur forme et leur texture. Ils en diffèrent par leur transparence qui est moins grande, par leur contour, qui est plus déchiqueté et plus irrégulier, et surtout par le nombre de leurs volumineux nucléoles, qui est de trois à cinq. Il arrive souvent que la partie périphérique du globule est tellement opaque que les nucléoles ne peuvent être observés; il suffit dans ce cas d'ajouter quelques gouttes d'acide acétique pour lui donner une transparence convenable.

On voit que véritablement il n'y a aucune différence capitale entre le pus et le mucus au point de vue microscopique, et la distinction devient réellement impossible dans les cas où on observe des globules de transition entre ces deux produits. On sait enfin avec quelle

facilité, sous l'influence de l'irritation la plus légère, les globules muqueux font place aux globules purulents à la surface des muqueuses; la présence du muco-pus dans l'urine ne doit donc pas inspirer plus de crainte que dans les produits de l'expectoration par exemple. C'est surtout la quantité de ce produit qui doit attirer l'attention du pathologiste.

*Zoospermes.* — Souvent le sperme s'échappe continuellement des vésicules et s'accumule dans le canal de l'urètre; dans ce cas, les zoospermes se rencontrent dans les premières gouttes d'urine. Bien plus souvent encore, la perte du sperme a lieu dans les efforts que fait le malade pour expulser les dernières gouttes d'urine, et surtout dans la défécation; le sperme dans ce cas peut se rencontrer au commencement et à la fin de l'émission de l'urine. Après le coït, l'urine contient toujours une grande quantité de zoospermes, que l'on peut observer, même encore à l'état vivant.

Les zoospermes sont de petits corps composés d'une partie renflée qu'on a appelé la tête de l'animal et d'une partie filiforme qui est la queue. Leur longueur est de 0<sup>mm</sup>,05 à 0,06. La tête est longue de 0,0053 et large de 0,0035; elle est symétrique, tronquée et aplatie en avant, arrondie en arrière, où elle s'articule nettement avec la queue. Cette dernière, à son origine, présente deux ou trois petits renflements. On voit qu'il est impossible de confondre les zoospermes avec tout autre corps. Pour les trouver facilement, on laisse reposer l'urine dans un vase conique et l'on recueille au moyen d'une pipette très-fine la partie inférieure du liquide. Comme les zoospermes sont assez transparents, il est bon de savoir qu'ils sont bien plus visibles lorsque la préparation a été desséchée.

*Acide urique.* — Ce sédiment, l'un des plus communs, caractérise l'urine inflammatoire. Il se rencontre surtout dans les urines à dépôt rose, colorées et acides ou au moins neutres.

L'acide urique cristallise en prisme droit à base rhombe. Les prismes ont très-peu d'épaisseur, ce qui donne à ces cristaux l'apparence de tables. Ces cristaux se forment ordinairement pendant le refroidissement de l'urine, et comme ils ne peuvent plus se redissoudre par la chaleur, il est probable qu'une grande partie au moins de l'acide urique n'est

point sécrétée sous cet état. Les cristaux sont toujours colorés en jaune brun ; leur matière colorante est celle de l'urine qu'ils condensent à la manière des laques en se précipitant. Ils ont la forme de gros losanges, dont les angles obtus surtout sont remplacés par une ligne courbe. Tous ces caractères suffisent amplement pour les reconnaître, si l'on conservait quelques doutes, il suffirait de se rappeler que l'acide urique est soluble dans la potasse, d'où l'acide acétique le précipite sous la forme de très-petits losanges incolores, à angles obtus, arrondis, ou sous celle d'hexagones irréguliers.

*Urates.*— Ces sels, à base de chaux d'ammoniaque ou de soude, cristallisent en nodules qui semblent formés d'une multitude de prismes dont les sommets occupent le centre, et les bases la surface, mode de cristallisation assez fréquent d'ailleurs et qu'on rencontre par exemple dans certaines pyrites. Ces petites sphères, dont le diamètre est très-variable, sont toujours opaques, ce qui les distingue de tous les autres sédiments de cette forme. Souvent elles sont hérissées de cristaux aciculaires. Bien plus souvent encore ce sédiment a l'apparence de deux des petites sphères décrites plus haut, et qui, à l'état pâteux, auraient été jetées avec force l'une contre l'autre. Elles ressemblent à une sorte de sablier dont le col serait très-large et très-court.

Ces caractères les font reconnaître très-facilement. De plus, si on traite ce sédiment par un acide à chaud et qu'on fasse sécher la préparation, on obtient les cristaux que nous avons décrits en dernier lieu pour l'acide urique. Au chalumeau l'urate de chaux laisse un résidu blanc qui se délite et bleuit le tournesol ; l'urate d'ammoniaque se volatilise, et, traité par la potasse, il laisse dégager l'odeur ammoniacale.

Ces caractères ne peuvent laisser aucun doute sur la nature de ce sédiment qui dans certains cas simule de la manière la plus complète des dépôts purulents ou sanguins.

*Cystine.*— La cystine forme rarement des calculs, et plus rarement encore des sédiments, sous cette forme, elle se reconnaîtrait avec la plus grande facilité ; en effet, elle cristallise en lames hexagonales grisâtres ou d'un jaune sale, elle est insoluble dans l'acide acétique, et soluble dans l'ammoniaque, ainsi que dans l'acide nitrique

étendu. Dans ce dernier cas, il n'y a pas effervescence comme pour l'acide urique, qui exige d'ailleurs pour sa dissolution de l'acide concentré.

*Oxalate de chaux.*—Ce sédiment se présente toujours sous la forme d'octaèdres réguliers. Ces cristaux sont ordinairement assez petits, et toujours d'une netteté remarquable. La forme octaédrique ne se rencontre dans aucun autre sédiment, par conséquent il est très-facile de les reconnaître. Seulement il est nécessaire de s'habituer à distinguer un octaèdre, vu par transparence dans toutes les directions, pour bien se rendre compte des apparences que présentent ces cristaux suivant telle ou telle position. Ils sont insolubles dans l'ammoniaque, l'acide acétique, l'acide acétique étendu. Ce dernier corps concentré les dissout sans effervescence.

Il suffit d'ingérer une petite quantité d'une substance contenant de l'acide oxalique comme l'oseille de rhubarbe, pour que, quelques heures après, on puisse observer ces cristaux dans l'urine.

Ce sédiment se rencontre presque exclusivement dans les urines alcalines ou neutres. Il est rare dans les urines acides, et encore est-il nécessaire que la réaction acide soit très-faible.

Les urines qui contiennent ce sédiment sont ordinairement pâles, et ne laissent pas de dépôt briqueté. Sans le secours du microscope, on les confond continuellement avec les urines purulentes.

*Phosphate ammoniaco-magnésien.* — Ce sel forme des cristaux qui dérivent du prisme droit à base rectangle, ses formes sont assez variées, et cependant faciles à reconnaître, tant à cause de la dérivation cristalline que nous avons indiquée que de la transparence et du défaut de couleur de ses cristaux. Ce sédiment est très-soluble dans l'acide acétique faible, ce qui le distingue de l'acide urique, des urates, de l'oxalate de chaux, etc. L'ammoniaque le précipite de cette dissolution.

Indépendamment des sédiments que nous venons de décrire, et qu'on rencontre dans l'urine, tantôt au sortir de la vessie comme l'oxalate de chaux, tantôt seulement après le refroidissement de ce liquide, il en existe d'autres qui ne se forment qu'au fur et à me-

sure que l'urine s'altérant devient impropre à servir de menstrues à certains corps, ou donne naissance à d'autres.

Tel est par exemple le dépôt secondaire de phosphate ammoniacomagnésien, lorsqu'une urine suffisamment acide pour dissoudre ce sel devient alcaline par suite de la décomposition de l'urée.

Tel est encore le ferment qui se rencontre dans l'urine sucrée. Ce dernier sédiment est facile à reconnaître; il se présente en effet sous la forme de globules réguliers, ovoïdes, réfractant fortement la lumière, et d'un diamètre maximum de 0<sup>mm</sup>,006 environ. Ces granules renferment souvent dans leur intérieur un ou deux globules très-réfringents. Souvent à l'une des extrémités de l'un de ces globules de ferment, on aperçoit un petit bourgeon ovoïde qui se développe progressivement et atteint bientôt le volume du globule mère, ce qui donne à ce corps l'aspect d'un sablier. Bientôt la section a lieu, et il ne reste plus que deux des globules simples décrits d'abord.

Il n'est pas rare lorsqu'on examine de l'urine émise depuis un certain temps, de la trouver peuplée d'une prodigieuse quantité d'infusoires microscopiques des genres bacterium et vibrion. Il paraît que dans certains cas fort rares, ces animalcules peuvent même se développer dans la vessie et se trouver dès lors mélangés aux sédiments que nous avons décrits plus haut.

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

**Urine physiologique.**

	Pag.
CHAPITRE I. — Considérations générales sur la sécrétion urinaire. . . . .	3
CHAP. II. — Étude chimique de l'urine normale. . . . .	7
CHAP. III. — Étude des principes constituants de l'urine saine. . . . .	14
§ I. — Eau et matières solides. . . . .	14
§ II. — Principes de nature organique. . . . .	17
§ III. — Principes de nature inorganique. . . . .	29

DEUXIÈME PARTIE.

**Altérations produites par les causes pathologiques.**

CHAP. I. — Influence des maladies sur la sécrétion urinaire en général. . . . .	33
CHAP. II. — Modifications qu'éprouvent les principes immédiats de l'urine. . . . .	39
§ I. — Principes de nature organique. . . . .	39
§ II. — Principes de nature inorganique. . . . .	43
§ III. — Principes qui prennent naissance par des décompositions s'effectuant dans l'urine. . . . .	44
CHAP. III. — Principes qui ne se trouvent qu'accidentellement dans l'urine. . . . .	46
CHAP. IV. — Élimination par l'urine des substances introduites accidentellement dans l'économie. . . . .	56
CHAP. V. — Calculs urinaires . . . . .	61

TROISIÈME PARTIE.

**Analyse de l'urine.**

CHAP. I. — Dosage des éléments de l'urine. . . . .	65
CHAP. II. — Examen microscopique des sédiments . . . . .	76

Paris, — Imprimé par E. TRUNOT ET C<sup>°</sup>, 26, rue Racine.