

CHAPITRE II

COMPOSITION DE L'URINE NORMALE

L'urine normale est un liquide extrêmement complexe dont les différentes parties constituantes sont excrétées normalement et dans des proportions qui varient suivant des causes nombreuses, mais qui restent dans des limites données.

On verra plus tard que l'urine, même privée d'éléments pathologiques, peut être considérée comme anormale, lorsque l'excrétion des substances qu'elle tient ordinairement en dissolution subit un écart considérable.

Il n'existe donc pas une formule unique de composition de l'urine physiologique, celle-ci pouvant varier suivant les individus et étant sous la dépendance de l'âge, du sexe, du poids, du régime alimentaire et de divers autres facteurs.

En prenant pour base la classification de Hoppe-Seyler, V. Halliburton divise les parties constituantes de l'urine de la façon suivante :

1° *Urée et substances analogues* : urée, acide urique, allantoïne, acide oxalurique, xanthine, guanine, créatine, créatinine, acide sulfocyanique ;

2° *Corps gras et autres substances non azotées* : acides gras de la série $C^nH^{2n}O^2$, acides oxalique, lactique et glycérophosphorique, et de minimes quantités de composés hydrocarbonés ;

3° *Substances aromatiques* : des dérivés sulfuriques ou éthers sulfuriques du phénol, du crésol et de la pyrocaté-

chine, des dérivés sulfuriques de l'indoxyle et du sca-toxyle ; de l'acide hippurique, des oxyacides aromatiques ;

4° *Diverses autres substances organiques* : Pigments, ferments, mucus, etc. ;

5° *Composés minéraux* : chlorures de sodium et de potassium, sulfate de potasse, phosphates de soude, de chaux et de magnésie, acide silicique, carbonate de chaux, sels ammoniacaux ;

6° *Gaz* : oxygène, azote et acide carbonique.

L'urine renferme d'autres produits de destruction des matières albuminoïdes appartenant au groupe de l'acide urique, comme l'hétéroxanthine, la 1-méthylxanthine, la paraxanthine, l'hypoxanthine, l'adénine et l'épiguanine, dont la proportion, y compris la xanthine, est de quelques milligrammes par litre (Krüger et Salomon).

Depuis les remarquables travaux de Emile Fischer, il est établi que ces différents composés et l'acide urique sont des *dérivés de la purine* et qu'ils apparaissent maintenant comme résultant de la substitution régulière et progressive de radicaux ou d'éléments dans une matière fondamentale, la *purine*.

Les travaux récents de Bondzinski, Gottlieb, Panck, Thiele, Dombrowski et Panck ont établi que l'urine normale contient des acides azotés et sulfurés complexes se rapprochant de la molécule protéique et qui sont les acides oxyprotéique, alloxyprotéique, uroferrique et antoxyprotéique. Ces composés constituent pour une partie le « non dosé organique », c'est-à-dire la partie des matières extractives qui échappent à l'analyse la plus complète.

L'urine normale renferme aussi des amino-acides qui ont pu être précipités par le chlorure de β -naphtalène-sulfonique ; c'est ainsi que G. Embden et Heinrich Reese ont pu isoler de l'urine, préalablement débarrassée de l'acide hippurique (benzoylglycocolle), du glycocolle (acide amino-acétique) et de petites quantités d'alanine (acide aminopropionique).

La liste seule des différentes substances de l'urine montre suffisamment l'extrême complexité de sa composition. — Tous ces corps n'ont pas, comme on le verra dans le cours de cet ouvrage, la même importance au point de vue des résultats cliniques qui peuvent découler de l'examen analytique des urines. Hâtons-nous d'ajouter que, parmi les matières organiques urinaires, il en existe une fraction importante qui échappe à l'analyse la plus complète et qui est comprise, comme nous venons de le dire, sous la dénomination de matières extractives ou de « non dosé organique » de l'urine (Voir p. 30).

Nous relatons, dans les tableaux suivants, la composition d'une urine normale, d'après divers auteurs :

COMPOSITION MOYENNE DE L'URINE NORMALE

TABLEAU I (A. GAUTIER)

EAU	Moyennes par kilogr. d'urine	Moyennes corres- pondant à 24 heures
	Grammes	Grammes
Par kilogramme d'urine.....	956 gr.	956
Par jour.....	1.243 gr.	
MATIÈRES ORGANIQUES		
Par kilogramme d'urine.....	28 à 30 gr.	
Par jour.....	36 à 38 —	
Urée.....	25,37	33,00
Acide urique.....	0,40	0,52
Acide hippurique.....	0,50	0,65
Créatinine (et créatine).....	0,80	1,00
Xanthine et corps analogues.....	0,04	0,052
Matières colorantes et extractives.....	4,50	5,85
Acides gras volatils.....	très peu	très peu
Acide oxalique.....	—	—

	Moyennes par kilogr. d'urine	Moyennes corres- pondant à 24 heures
	Grammes	Grammes
Phénols-sulfates.....	très peu	très peu
Indoxyl et scatoxyl-sulfates.....	—	—
Acide paroxyphénylacétique.....	—	—
Glucose.....	—	—
Mucus, pepsine.....	—	—
Acides gras; glycérophosphates.....	—	—
SELS MINÉRAUX		
Par kilogramme d'urine.....	16 à 17 gr.	
Par jour.....	20 à 21 —	
Chlorure de sodium.....	10,50	13,65
Sulfates alcalins.....	3,40	4,03
Phosphate calcique.....	0,31	0,40
— magnésique.....	0,45	0,58
Phosphates alcalins.....	1,43	1,86
Sels ammoniacaux.....	0,70	0,91
Acide silicique.....	traces	traces
Acide azotique.....	—	—
Gaz (O — CO ² — Az).....	—	—

TABLEAU II (YVON ET BERLIOZ)

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Volume en 24 heures..	Homme 1.200 à 1.400 cent. cubes.
	Femme 1.000 à 1.160 —
Couleur.....	Jaune citrin ou ambré.
Aspect.....	Transparent.
Dépôt.....	Nul ou floconneux, peu abondant.
Odeur.....	<i>Sui generis</i> .
Consistance.....	Fluide (souvent mousse avec facilité).
Densité.....	1,022.
Réaction.....	Franchement acide.
Acidité exprimée en acide chlorhydrique :	
	Homme 1 gr. 40 par litre; 1 gr. 82 par 24 heures
	Femme 1 — 35 — ; 1 — 52 —

TOTALITÉ DES ÉLÉMENTS DISSOUS

	Par litre	Par 24 heures
Éléments organiques.....	25 à 28 gr.	30 à 35 gr.
— minéraux.....	12 à 15 —	16 à 21 —
Total des substances fixes.....	37 à 43 gr.	46 à 56 gr.

ÉLÉMENTS ORGANIQUES

	Par litre	Par 24 heures
Urée.....	Homme 20 gr.	26 gr.
	Femme 19 —	21 — 50
Acide urique.....	0 gr. 40 à 0 gr. 50	0 gr. 50 à 0 gr. 60

Rapport de l'acide urique à l'urée = 1/40

	Par litre	Par 24 heures
Acide hippurique.....	0 gr. 40 à 0 gr. 60	0 gr. 60 à 0 gr. 90
Créatine et créatinine....	0 — 60 —	1 — 00 —
Xanthine.....	0 — 04 —	0 — 06 —
Matières extractives et colorantes.....		
Urobiline.....	3 — 00 —	4 — 00 —

ÉLÉMENTS MINÉRAUX

	Par litre	Par 24 heures
Acide phosphorique.....	Homme 2 gr. 15	2 gr. 80
	Femme 2 — 00	2 — 25
Phosphates alcalins, potasse et soude (bibasiques).....	Homme 3 gr. 889	5 gr. 00
	Femme 3 — 557	4 — 044
Phosphates terreux, chaux et magnésie (tribasiques).....	Homme 1 gr. 667	2 gr. 133
	Femme 1 — 533	1 — 733

Rapport de l'acide phosphorique à l'urée = 1/9 à 1/10.

	Par litre	Par 24 heures
Chlorures (potassium et sodium).....	6 gr. 60 à 8 gr.	10 gr. 00 à 12 gr.
Acide sulfurique.....	2 — 00 —	3 — 00 —
Chaux.....	0 — 30 —	0 — 45 —
Magnésie.....	0 — 40 —	0 — 60 —
Sels ammoniacaux.....	0 — 70 —	0 — 90 —
Fer.....	0 — 003 —	0 — 004 —

ÉLÉMENTS GAZEUX

Acide carbonique.....	15 cent. cubes	21 cent. cubes
Azote.....	2 —	10 —
Oxygène.....	1 —	1 — 5

TABLEAU III (PARKES)

COMPOSITION MOYENNE DE L'URINE D'UN HOMME PESANT 66 KILOGR.

	Par 24 heures	Par kilogr. du poids du corps
	Grammes	Grammes
Eau.....	1.500	23
Substances solides dissoutes.....	72	1,10
Urée.....	33,18	0,50
Acide urique.....	0,555	0,0084
Acide hippurique.....	0,400	0,0060
Créatinine.....	0,910	0,0140
Pigments et autres substances organiques.....	10,00	0,1510
Acide sulfurique (SO ³).....	2,012	0,0305
Acide phosphorique (P ² O ⁵).....	3,164	0,0480
Chlore.....	7,50	0,1260
Ammoniaque.....	0,77	0,0130
Potassium.....	2,50	0,0420
Sodium.....	11,09	0,1661
Calcium.....	0,260	0,004
Magnésium.....	0,207	0,003

TABLEAU IV (C. PLATT)

Couleur : Ambrée, pâle, jaune paille.
Aspect : Limpide, ou avec faible nuage de mucus.
Odeur : Aromatique.

TABLEAU IV (C. PLATT) (suite)

Réaction : Acide. L'acidité, en 24 heures, équivaut à 2 ou 4 grammes d'acide oxalique.

Densité à 15° : Adultes, 1,015 à 1,025 } Hommes, 1,020
Femmes, 1,018

Quantité émise en 24 heures : 1.100 à 1.600 centim. cubes.

Moyenne : Hommes : 1,450^{cmc}, soit 22^{cmc} par kilogramme.

— Femmes : 1,250^{cmc}.

COMPOSITION MOYENNE POUR LES ADULTES

	HOMMES		FEMMES
	Grammes par 24 heures	Grammes par kil. de corps	Grammes par 24 heures
Résidu solide.....	60,0	0,91	51,0
Urée.....	34,0	0,51	30,0
Acide urique.....	0,6	0,009	0,5
Créatinine.....	0,9	0,014	0,8
Acide hippurique.....	0,7	0,010	0,6
Xanthine, sarcine, etc.....	0,005	»	»
Acide oxalique.....	0,025	»	»
Acide glycérophosphorique.....	0,015	»	»
Acides propionique, valérique, caproïque et butyrique.....	0,040	»	»
Phénol, crésol, etc.....	0,010	»	»
Soufre des sulfates étherés.....	0,250	»	»
Acide indoxylsulfurique (calculé en indigo).....	0,008	»	»
Acide sulfocyanique.....	0,005	»	»
Acides paraoxyphénylacétique, paraoxyphénylpropionique, dioxyphénylacétique, paraoxyphénylglycolique.....	0,020	»	»
Sels biliaires.....	0,020	»	»
Urobiline, urochrome, etc.....	0,125	»	»
Hydrates de carbone (pouvoir réducteur de l'urine normale correspondant à une solution à 0,3 pour 100 de glucose).....	0,044	»	»

	HOMMES		FEMMES
	Grammes par 24 heures	Grammes par kil. de corps	Grammes par 24 heures
Acides sarcolactique, succinique, glycuronique et oxalurique, acétone, inosite, cystine, taurine, urorubinogène, urorubine, pigment de Giacosa, acide scatoxyl-sulfurique, acide scatoxyl-glycuronique, néphrozimase, pepsine et autres ferments, pseudoxanthine, paraxanthine, hétéroxanthine, guanine, adénine, etc., pyrocatechine, hydroquinone, acide protocaléchiq.....	Traces	»	»
Chlore.....	7,3	0,110	6,0
Acide phosphorique.....	3,0	0,045	2,5
Acide sulfurique.....	2,2	0,033	1,9
Potasse.....	3,0	0,045	2,8
Soude.....	4,5	0,068	4,0
Ammoniaque.....	0,72	0,010	0,6
Chaux.....	0,30	0,0045	0,28
Magnésie.....	0,40	0,0066	0,35
Fer.....	0,007	»	»
Silice, acide carbonique, azotates, métaux, manganèse, cuivre.....	»	»	»

GAZ DE L'URINE NORMALE

	Pour 100 de gaz	Pour 1 litre d'urine
Acide carbonique.....	65 ^{cmc} ,40	15 ^{cmc} ,957
Oxygène.....	2 74	0 658
Azote.....	31 86	7 775
	100 ^{cmc} ,00	

Les nombres des tableaux I et II se rapportent à l'urine d'un homme vivant en France, soumis à une alimentation mixte et faisant un exercice modéré. Mais, en Angleterre et en Allemagne, où le poids moyen de l'homme est un peu plus élevé et où l'on use d'un régime alimentaire plus azoté, les chiffres de la composition moyenne de l'urine

normale sont légèrement supérieurs ; on peut s'en rendre facilement compte en comparant les chiffres du tableau III à ceux des autres tableaux I et II.

G. Bunge a donné un exemple typique de l'influence de l'alimentation sur la composition de l'urine. Il a soumis un homme adulte bien portant à un régime carné exclusif, composé de viande de bœuf, d'un peu de sel et d'eau, et il a recueilli les urines le lendemain du jour où le régime était institué. Quelques jours après, le même individu était nourri seulement de pain, de beurre, d'un peu de sel et d'eau, et les urines étaient recueillies dans les mêmes conditions.

Voici les résultats analytiques des urines des deux régimes :

	Régime de la viande		Régime du pain	
	Par 24 heures	Par 24 heures	Par 24 heures	Par 24 heures
Volume des urines	1.672 cmc	1.920 cmc		
Urée	67 gr. 20	20 gr. 60		
Acide urique	1 — 398	0 — 253		
Créatinine	2 — 163	0 — 964		
Acide sulfurique	4 — 674	1 — 265		
Acide phosphorique	3 — 437	1 — 658		
Chlore	2 — 817	4 — 996		
Chaux	0 — 328	0 — 339		
Magnésie	0 — 294	0 — 139		
Potasse	3 — 308	1 — 314		
Soude	3 — 991	3 — 923		

Les chiffres que nous venons de donner, pour la composition de l'urine normale, sont en général le résultat d'analyses faites avant qu'on ait reconnu l'importance de la détermination de l'azote total. De plus, les auteurs, qui ont dressé ces différents tableaux, n'ont pas pu tenir compte de l'observation importante, faite seulement dans ces dernières années, que, pour avoir des analyses comparables, il est indispensable que le sujet soit soumis à un régime uniforme, et que, pour procéder aux opérations analytiques, il faut

attendre que l'équilibre dans les échanges intra-organiques se soit établi; on n'avait donc, jusqu'ici, aucune analyse complète et rationnelle qui puisse servir de terme de comparaison. Otto Folin vient de combler cette lacune : il a pratiqué 30 analyses d'urines provenant de 5 sujets normaux, d'un poids moyen de 63^{kg},400 et soumis, pendant plusieurs jours, à un régime alimentaire uniforme. L'urine des sujets en expérience était seulement analysée les cinq derniers jours de cette période. La ration alimentaire était formée de 119 grammes de matières albuminoïdes, de 148 grammes de graisses et de 225 grammes d'hydrates de carbone.

La moyenne des résultats obtenus par Otto Folin pour l'urine des vingt-quatre heures est la suivante :

Volume	1.430 cmc
Azote total	16 gr. 00
Urée	29 — 8
Azote uréique	13 — 9
Azote ammoniacal	0 — 7
Créatinine	1 — 55
Azote de la créatinine	0 — 58
Acide urique	0 — 37
Azote de l'acide urique	0 — 12
— indéterminé	0 — 60

Le pourcentage de l'azote total se répartit de la façon suivante :

Urée	87,5 0/0
Ammoniaque	4,3 0/0
Créatinine	3,6 0/0
Acide urique	0,8 0/0
Azote indéterminé	3,75 0/0

Pour les substances minérales, les chiffres sont les suivants :

Chlore	6 gr. 17
Acide phosphorique total (en P ² O ³) ..	3 — 87

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

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

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

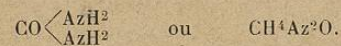
Quant à la composition de ce « *non dosé* », le dosage du carbone total a montré à Donzé et Lambling que le tiers environ du carbone urinaire reste engagé dans ce *non dosé* et que la majeure partie des matières extractives est constituée par des acides azotés complexes se rapprochant, par leur composition,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

CHAPITRE III

ÉLÉMENTS NORMAUX

A. — Éléments organiques

I. — URÉE



Diamide carbonique — Carbamide

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

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

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