

gaz pour 100 (1). On comprend dès lors la nécessité d'assurer un renouvellement convenable d'air, dans les endroits où sont réunis un certain nombre d'êtres vivants. Les chiffres que j'ai posés indiquent assez que cette ventilation doit être très-active; en effet, on estime qu'il faut assurer un volume d'air 25 à 30 fois plus fort que celui qu'un animal vicie totalement dans un temps déterminé. Ainsi, à un homme enfermé dans une cellule, il faudrait, par heure, 5 à 6,000 litres d'air pris à l'extérieur.

C'est surtout pendant la nuit, durant les heures de sommeil, alors que la clôture des localités est plus parfaite, que toutes les causes de ventilation accidentelles ont cessé, qu'il faut pourvoir à ce que la capacité du local soit suffisante pour que l'atmosphère ne s'altère pas de manière à rendre les conditions hygiéniques défavorables. Mais il ne faut pas non plus, en exagérant la ventilation, produire un trop grand refroidissement, car ce serait substituer une cause d'insalubrité à une autre.

Des expériences faites par ordre du ministre de la guerre ont montré que dans une chambrée d'une capacité de 341 mètres cubes, où vingt-cinq soldats avaient séjourné pendant dix heures un quart, l'air contenait 0,0032 d'acide carbonique en volume, proportion décuple de celle qu'on rencontre ordinairement dans l'atmosphère. En s'appuyant sur les données de M. Scharling, on trouve que l'air de la chambrée au-

(1) F. Leblanc, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, 3<sup>e</sup> série.

rait dû renfermer 0,0094 d'acide carbonique. Ainsi, par l'effet d'une ventilation accidentelle, se produisant par les jointures des portes et des fenêtres, la proportion d'acide carbonique a été réduite au tiers de ce qu'elle aurait été dans l'hypothèse d'une absence complète de renouvellement d'air. En d'autres termes, les effets de la respiration des soldats sont comparables à ce qu'ils eussent été dans une chambre trois fois plus grande, mais où l'air ne se serait pas renouvelé. Dans cette expérience, chaque homme avait 13,6 mètres cubes d'air; c'est un chiffre un peu supérieur, 16 à 17 mètres cubes, que la commission a proposé d'accorder à chaque soldat dans les chambres où il est enfermé la nuit, pendant huit à dix heures, et dont la ventilation n'est qu'accidentelle (1).

L'acide carbonique émis par le cheval ou par le bétail est tellement considérable, qu'il ne faudrait pas songer à donner aux écuries ou aux étables des dimensions capables d'assurer à ces animaux un volume d'air suffisant même pour quelques heures. Ici la ventilation doit être permanente. En effet, une vache produisant en 24 heures environ 4 mètres cubes de gaz acide carbonique, on voit que pour amener une atmosphère confinée, dans laquelle elle séjournerait pendant douze heures, à tenir 1 pour 100 de cet acide, il faudrait que cette atmosphère fût à peu près de 200 mètres cubes. Or, il n'est pas possible

(1) Leblanc, rapport de la sous-commission d'hygiène des casernes, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVII, 3<sup>e</sup> série.



plètement. Les acides forment avec l'albumine des composés insolubles.

*Fibrine.* — S'extrait du sang en le battant au moment où il vient de sortir de la veine; elle est en longs filaments que l'on décolore en les malaxant sous un filet d'eau froide; elle retient un peu de graisse qu'on enlève avec de l'éther.

Ainsi obtenue la fibrine est blanche et flexible; par la dessiccation, elle abandonne environ 30 d'eau pour 100. Alors elle devient cassante cornée, demi-transparente. Plongée dans l'eau, elle reprend à peu près l'humidité qu'elle avait perdue, et avec elle, sa transparence, sa souplesse, sa blancheur.

*Urine.* — Une partie des matériaux azotés du sang éprouvent, pendant la respiration, de la part de l'oxygène de l'air, de profondes modifications; c'est à ces matériaux, on n'en saurait douter, que sont dus l'urée, l'acide urique, l'acide hippurique, qu'on découvre à grand peine dans le fluide sanguin, parce que, étant impropres à l'assimilation, ils ne sont pas plus tôt formés, qu'ils sont expulsés par les voies urinaires.

L'urine est sécrétée du sang artériel par deux glandes, les reins, placés dans l'abdomen de chaque côté de la colonne vertébrale. Ces organes reçoivent le sang par une grosse artère qui se ramifie dans leur parenchyme; c'est là où s'opère la sécrétion. L'urine se rend dans la vessie en passant par un canal nommé *uretère*. Sa composition est variable suivant les animaux qui la sécrètent, et, pour une même classe d'a-

nimaux, sa nature est grandement influencée par la nature du régime.

Le principe en quelque sorte caractéristique de l'urine est l'urée, dont la proportion varie d'ailleurs considérablement. L'urée, dont j'ai déjà présenté les principales propriétés et la composition, forme avec les acides des combinaisons qui permettent de la reconnaître et même de la doser. C'est ainsi qu'en ajoutant de l'acide nitrique à de l'extrait d'urine, il se forme bientôt de nombreux cristaux de nitrate d'urée, combinaison peu soluble contenant à très-peu près 49 d'urée pour 100.

A l'urée se trouve souvent associé, particulièrement dans l'urine de l'homme, de l'acide urique qui se dépose quelquefois pendant le refroidissement. La présence d'un acide aussi peu soluble s'explique par la propriété qu'il possède de se dissoudre, soit dans le phosphate de soude, soit dans l'acide lactique (1).

Un autre acide de l'urine, l'acide hippurique, se trouve, tantôt libre, tantôt à l'état d'hippurate comme dans l'urine des herbivores. Cet acide s'obtient en cristaux incolores, peu sapides et aussi très-peu solubles. Il suffit, en effet, pour s'en procurer, de verser de l'acide hydrochlorique dans l'urine du cheval ou de la vache; quand ces liquides ont perdu l'alcalinité qu'ils ont ordinairement, qu'il y a une

(1) Les compositions de l'acide urique et de l'acide hippurique sont données dans le 1<sup>er</sup> volume, p. 685.



légère acidité, l'acide hippurique ne tarde pas à se précipiter. Enfin, il y a encore dans l'urine un peu de mucus provenant de la vessie, une matière colorante et des sels qui, à part le sel marin, sont presque tous à base de potasse. La nature de ces sels est intimement liée à celle de la nourriture consommée. Ce sont, à n'en pas douter, les substances salines qu'on retirerait par l'incinération des aliments. L'incinération a lieu dans le sang, et c'est une nouvelle raison en faveur de l'analogie que nous avons admise entre la combustion et la respiration. Si en incinérant un fourrage dans un creuset de platine, on obtenait une cendre riche en carbonate de potasse, parce qu'il renfermait des sels alcalins ayant un acide destructible par la chaleur, on peut affirmer que le bétail auquel on ferait manger ce fourrage, rendrait une urine fortement alcaline, et dans laquelle on retrouverait du carbonate de potasse. Les graines de céréales laissent des cendres ne renfermant pas de carbonates alcalins ; aussi il arrive qu'un cheval nourri exclusivement avec du seigle rend une urine légèrement acide. C'est ainsi que l'urine de l'homme, acide à l'état normale, devient alcaline lorsque l'individu qui la sécrète mange des cerises, du raisin, des légumes, c'est-à-dire des aliments riches en sels de potasse à acides organiques, laissant pour résidu de leur combustion du carbonate alcalin. J'ai donné (1), d'après Berzélius, la composition de l'urine de

(1) 1<sup>er</sup> volume, p. 793.

l'homme ; voici maintenant, suivant M. Lehmann, la composition moyenne de la même urine rendue dans les vingt-quatre heures :

Urée.....	32,91
Acide urique.....	1,07
Acide lactique.....	1,55
Extrait aqueux.....	0,59
Extrait alcoolique.....	9,81
Lactate d'ammoniac.....	1,96
Sel marin et sel ammoniac.....	3,60
Sulfates alcalins.....	7,29
Phosphate de soude.....	3,66
Phosphates de chaux et de magnésie.....	1,18
Mucus.....	0,10
Matières solides.....	63,72
Eau.....	936,28
	1000,00

J'ai déjà considéré l'urine au point de vue de son utilité comme engrais (1). Je me bornerai à ajouter quelques faits à ceux que j'ai exposés.

La quantité d'urée et d'acide urique sécrété dans un jour est plus considérable dans l'urine des hommes dans la force de l'âge, que dans celle des femmes, des vieillards et des enfants, ainsi que l'a constaté M. Lecanu :

QUANTITÉ SÉCRÉTÉE EN 24 HEURES.

	Urée. gr.	Acide urique. gr.	Sels. gr.
Hommes.....	28,0	0,8	16,8
Femmes.....	19,1	0,4	14,3
Vieillards.....	8,1	0,4	8,0
Enfants de 8 ans.	13,4	0,2	17,0
Enfants de 4 ans.	4,5		

(1) 1<sup>er</sup> volume, page 793.



La constitution chimique de l'urine de l'homme explique comment cette sécrétion est un engrais des plus énergiques ; il s'y trouve en effet des principes azotés associés à des phosphates, matériaux nécessaires à l'organisme végétal. La grande quantité d'eau contenue dans l'urine devient un obstacle, lorsqu'il s'agit d'amander des terres éloignées du lieu de la production. Dans les villes, dans les casernes, dans les fabriques, où il est possible de réunir des quantités assez considérables de ce liquide, on est cependant réduit à les perdre à cause des frais occasionnés par les transports. M. John Stenhouse a cherché à en extraire l'acide phosphorique en le combinant à la chaux. On obtient ainsi, sous un petit volume, un engrais actif et facilement transportable. On verse dans l'urine un lait de chaux, et bientôt il se dépose un précipité gélatineux de phosphate calcaire, mélangé d'un peu de phosphate de magnésie. On décante le liquide surnageant, et l'on fait égoutter le phosphate sur une toile. M. Stenhouse recommande d'ajouter au précipité du charbon de bois en poudre fine. Cette addition offre deux avantages : d'abord l'égouttage s'opère plus rapidement, ensuite le charbon introduit favorise singulièrement la dessiccation. Le précipité occasionné par la chaux retient toujours de la matière azotée.

Un phosphate préparé par ce procédé a donné à l'analyse, après dessiccation à 100° (1) :

(1) Stenhouse *Philosophical magaz.*, 3<sup>e</sup> série, t. XXVII.

Chaux.....	45,0
Magnésie.....	1,3
Acide phosphorique.	40,2
Matière organique. Eau.....	13,5
	<hr/> 100,0

C'est, sans aucun doute, une idée heureuse que d'avoir songé à utiliser l'un des éléments minéraux de l'urine. Ce qu'il y a cependant de regrettable dans ce procédé, c'est de perdre l'ammoniaque développé par la fermentation de l'urée. Il m'a semblé qu'il était possible d'agir de telle façon, qu'on pût à la fois retirer tout l'acide phosphorique et une grande partie de l'ammoniaque, en les faisant entrer l'un et l'autre dans une combinaison à peu près insoluble : le phosphate ammoniaco-magnésien. Il suffit, pour obtenir ce double résultat, d'ajouter à l'urine quelques centièmes d'un sel de magnésie, et de laisser putréfier. Il se précipite peu à peu du phosphate ammoniaco-magnésien. La formation de ce sel double continue pendant tout le temps qu'il existe des phosphates alcalins dans le liquide. Quand l'urine est devenue assez fortement ammoniacale, on décante, on recueille et on lave le phosphate double. La matière pulvérulente obtenue ainsi de l'urine est bien autrement active comme engrais que le phosphate calcaire ; car, non-seulement elle renferme de l'acide phosphorique, mais, de plus, de l'ammoniaque. Remarquons, d'ailleurs, que le phosphate de magnésie se rencontre, dans les cendres de toutes les céréales, en proportion plus forte que le phosphate de chaux.



L'urine des carnivores a beaucoup d'analogie avec celle de l'homme. Suivant Hiéronymi, l'urine de lion renferme de l'urée, de l'acide urique, des sulfates, des lactates, des phosphates alcalins et terreux.

L'urine des herbivores contient constamment de l'urée, mais, à la place de l'acide urique, on trouve de l'acide hippurique. Généralement elle tient en dissolution du bi-carbonate de potasse. Aussi, quand on la chauffe, il se fait, près du point d'ébullition, un dégagement tumultueux de gaz acide carbonique, et, après l'ébullition, il se dépose du carbonate de magnésie et du carbonate de chaux qui étaient tenus en dissolution par de l'acide carbonique libre. Au moment de l'émission, l'urine des herbivores est d'un jaune extrêmement pâle, mais elle se fonce en couleur par son exposition à l'air (1).

*Urine des oiseaux et des serpents.* Chez les oiseaux comme chez les reptiles, les déjections solides et liquides se réunissent dans le cloaque, en une bouillie verdâtre, quelquefois blanche, se solidifiant promptement par l'exposition à l'air. La partie verte renferme de la bile, la matière blanche est presque entièrement formée d'acide urique et d'une faible proportion d'urate d'ammoniaque. Dans l'urine des oiseaux carnivores on a signalé l'urée. J'ai observé que, durant l'inanition, les oiseaux rendent, bien qu'en beaucoup moindre quantité, des déjections

(1) La composition de l'urine des herbivores est donnée 1<sup>er</sup> volume, p. 687.

dans lesquelles il entre de la bile et de l'acide urique, et, il y a ceci de particulier, que les déjections des oiseaux les plus divers ont, dans cette circonstance, une identité parfaite de composition. C'est que, dans ce cas, l'aliment est le même, les animaux digèrent de la salive et des mucosités.

Nous avons reconnu que les phénomènes vitaux expulsent de l'organisme animal, par des voies diamétralement opposées, la respiration et les sécrétions, deux sortes de produits. Les uns gazeux, dans lesquels dominant l'acide carbonique et la vapeur aqueuse, sont déversés dans l'atmosphère, où bientôt ils fonctionnent pour fournir, sous l'influence solaire, du carbone et de l'hydrogène à la végétation. Les autres, formés de matières minérales et de substances azotées, séparent leurs éléments par le fait de la fermentation putride. Les matières minérales sont restituées à la terre, d'où elles sont originaires; la matière organique, transformée en carbonate d'ammoniaque, se répand dans l'air, ou bien, dissoute dans l'eau, elle pénètre le sol, s'y putréfie, prend l'état gazeux et concourt, comme l'acide carbonique issu de la respiration, à reconstituer les plantes, à élaborer les aliments qui, un jour, reproduiront les phénomènes physiologiques que nous avons étudiés. Le végétal est l'intermédiaire par lequel le règne animal se lie à l'atmosphère, source intarissable où puisent tous les êtres doués de la vie. La condition d'existence des animaux est de détruire, de consommer, de brûler continuellement ce qui est organisé,



d'assigner un semblable volume d'air confiné à un animal. La ventilation supplée à l'exiguité du local : dans les écuries, on l'obtient en établissant des cheminées, des ventouses, des vasistas béants. Dans une des écuries de la caserne du quai d'Orsay, une des dix-sept ventouses en communication avec une cheminée de 8 mètres de hauteur a fourni aux observations anémométriques un écoulement d'air de 334 mètres cubes par heure pour un excès de température de 4 degrés. Les dix-sept ventouses de cette écurie établie pour 87 chevaux, ont dû appeler du dehors, le jour de l'expérience, 5,000 mètres cubes d'air; soit 57 mètres cubes par heure et par cheval, quantité plus que suffisante pour assurer la salubrité. L'analyse a montré, en effet, que dans cette écurie l'air se maintient à un état de pureté peu différent de celui de l'atmosphère.

Le sang, dans l'acte respiratoire, n'est pas détruit en totalité, les produits de sa combustion ne sont pas uniquement de l'acide carbonique et de l'eau; une partie se transforme en substances organiques qui, n'étant plus propres à l'assimilation, sont incessamment éliminées par les voies urinaires; mais, avant de rechercher quelle est la nature de ces modifications, il faut connaître quelle est la constitution du sang.

*Le sang.* — Dans l'homme, comme dans les animaux d'un ordre élevé, le sang est épais et d'un rouge intense : chez les animaux inférieurs, comme les insectes, les crustacés, c'est un liquide très-aqueux, et

souvent incolore; sa densité varie de 1,050 à 1,057; il est alcalin.

Sous le microscope, le sang rouge offre à l'œil deux parties distinctes : un liquide jaunâtre, transparent : c'est le *sérum*, dans lequel nagent une multitude de petits corpuscules solides, opaques, que les physiologistes ont nommés *globules du sang*. Ces globules sont sphéroïdaux dans les mammifères, elliptiques chez les oiseaux et les animaux à sang froid. Leur diamètre réel varie, selon MM. Prévost et Dumas, depuis  $\frac{1}{30}$  jusqu'à  $\frac{1}{256}$  de millimètre.

Le sang rouge extrait des veines, le seul dont nous occuperons, se compose d'eau tenant en suspension ou en dissolution de l'albumine, de la fibrine, une substance colorante rouge, l'*hématosine*, des matières grasses et différents sels.

L'hématosine, que l'on obtient à l'état de pureté, offre cette particularité extrêmement remarquable qu'elle laisse des cendres uniquement formées d'oxyde de fer; c'est que le fer entre dans sa composition, et par conséquent dans la constitution du sang.

L'hématosine contient en principes élémentaires :

Carbone....	65,8
Hydrogène..	5,4
Azote. ....	10,4
Oxygène....	11,7
Fer.....	6,7
	<hr/>
	100,0

Abandonné à lui-même, le sang se coagule en partie; au milieu d'un liquide jaunâtre, le sérum, on



voit apparaître une masse molle, d'un brun rouge : c'est le *caillot* formé par l'agglomération des particules de fibrine. Le sérum contient l'albumine en dissolution. M. Lecanu, dans un travail remarquable sur le sang de l'homme, porte à vingt-cinq le nombre des matières comprises dans ce fluide.

Eau.....	790,4
Oxygène, azote, acide carbonique libre.....	}
Fer.....	
Chlorhydrates de soude, de potasse et d'ammoniaque.....	
Sulfate de potasse, de soude.....	
Sous-carbonate de chaux et de magnésie.....	
Phosphate de soude, de chaux et de magnésie.....	
Lactate de soude.....	
Savon à base de soude et acides gras fixes.....	
Sel à acide gras volatil odorant.....	
Matière grasse contenant du phosphore.....	
Cholestérine.....	}
Sérotine.....	
Albumine dissoute dans le sérum.....	
Globules ou fibrine.....	67,8
	130,8
	1000,0

La composition des globules peut se représenter, suivant M. Lecanu, par :

Fibrine.....	3,0
Hématosine (matière colorante rouge).....	2,3
Albumine.....	125,5
	130,8

Les différences que présente le sang dans sa constitution portent principalement et presque exclusivement sur les proportions relatives de la partie liquide (sérum) et de la partie solide en suspension (globules).

La matière solide est plus abondante chez l'homme que chez la femme, chez les adultes que chez les enfants et les vieillards, chez les individus bien nourris que chez ceux qui sont soumis à un régime peu substantiel (1). Le sang artériel diffère du sang veineux en ce qu'il est d'un rouge vermeil. L'analyse a été impuissante jusqu'à ce jour pour apprécier la cause de cette différence ; cependant l'on sait que c'est par le concours de l'oxygène de l'atmosphère que le sang artériel acquiert son caractère distinctif, et que dans cette circonstance il se produit de l'acide carbonique.

Le sang de bœuf privé d'eau est composé de :

Carbone...	52,0
Hydrogène.....	7,2
Azote.....	15,1
Oxygène.....	21,3
Cendres.....	4,4
	100,0

Chauffé à 75 degrés, le sang se prend en masse par suite de la coagulation de l'albumine, du sérum et de l'hématosine.

L'albumine se trouve dans la plupart des fluides de l'économie animale. Dans le blanc d'œuf elle est sans odeur, sans saveur ; elle rend l'eau visqueuse ; sa dissolution commence à perdre sa transparence vers 52 degrés ; à 57 degrés elle est coagulée com-

(1) Lecanu, *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXVII, p. 57, 2<sup>e</sup> série.