

chlors, soit en produisant des acides, détruisent à certaines places les matières colorantes qui avaient été appliquées sur l'étoffe.

Lorsqu'une matière colorante est insoluble, comme l'outremer, on peut l'appliquer sur un tissu en la mélangeant avec de l'albumine, et chauffant à 100 degrés; l'albumine, en se coagulant, fixe l'outremer sur le tissu.

CHIMIE ANIMALE.

La chimie animale se compose de l'étude des principes immédiats que l'on retire de l'organisation animale, et de l'examen chimique et physiologique des principaux liquides et des tissus qui constituent les animaux: elle a également pour objet l'étude des phénomènes chimiques qui se produisent dans l'organisation animale.

Nous examinerons d'abord les propriétés des principes immédiats qui existent dans l'organisation animale.

URÉE. $C^2Az^2H^4O^2$.

L'urée est la substance cristalline qui existe dans l'urine.

M. Wöhler a pu reproduire l'urée artificiellement en mettant en contact de l'acide cyanique avec de l'ammoniaque.

Pour produire de grandes quantités d'urée, on prépare d'abord du cyanate de potasse en chauffant au rouge naissant un mélange intime de 28 parties de cyanoferrure de potassium desséché et de 14 parties de peroxyde de manganèse. Lorsque la masse est refroidie, on la lessive à l'eau froide, qui dissout le cyanate de potasse, puis on ajoute dans cette liqueur 20 parties de sulfate d'ammoniaque; on évapore la dissolution au bain-marie jusqu'à siccité, on reprend la masse par l'alcool, qui ne dissout que l'urée et laisse pour résidu le sulfate de potasse. La dissolution alcoolique donne par l'évaporation de très-beaux cristaux d'urée; on peut, par cette méthode, obtenir une quantité d'urée égale à peu près au tiers du cyanoferrure employé (M. Liebig).

L'urée se produit toutes les fois qu'une réaction donne simultanément naissance à de l'acide cyanique et à de l'ammoniaque; on s'explique ainsi sa présence parmi les produits de la distillation de l'acide urique, de l'oxamine et de l'urée elle-même.

Les corps oxydants, comme l'acide azotique, produisent de l'u-

rée avec l'acide urique. Cette substance prend encore naissance dans la décomposition du cyanogène au contact de l'eau et de la lumière, dans l'action de l'acide azotique sur l'allantoïne et dans celle de l'acide plombique sur l'alloxane.

On a constaté l'existence de l'urée dans les liquides de l'œil. L'humeur vitrée laisse par l'évaporation un résidu de 1,63 pour 100 dont l'urée constitue à peu près le tiers (M. Millon).

L'urée forme à elle seule près de la moitié des corps solides tenus en dissolution dans l'urine. Un homme produit en moyenne 30 à 40 grammes d'urée par jour, et comme cette substance ne contient pas moins du tiers de son poids d'azote, on peut en conclure qu'une grande partie de l'azote des aliments introduits dans l'économie animale en sort à l'état d'urée.

On trouve de l'urée dans le sang des animaux, lorsqu'on leur fait la ligature de l'artère rénale (MM. Dumas et Prévost).

Pour extraire l'urée de l'urine, on évapore ce liquide au bain-marie, de manière à le ramener environ au dixième de son volume primitif. On y verse peu à peu, et jusqu'à ce qu'il ne s'y forme plus de précipité, de l'acide azotique débarrassé d'acide azoteux; il se précipite une combinaison cristalline d'urée et d'acide azotique que l'on nomme *azotate d'urée*. Cette combinaison, qui est d'abord colorée, peut être purifiée par des cristallisations et par l'action du noir animal préalablement lavé à l'acide chlorhydrique. On décompose l'azotate d'urée en traitant la dissolution par du carbonate de plomb ou de baryte; on évapore la liqueur et l'on reprend le résidu par l'alcool bouillant, qui laisse les azotates métalliques et abandonne par le refroidissement ou l'évaporation de beaux cristaux d'urée.

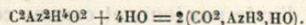
L'urée ainsi obtenue cristallise en longs prismes à quatre pans, incolores, inodores, d'une saveur fraîche comme celle du nitre; elle est très-soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool, à peine soluble dans l'éther.

L'urée se comporte, dans ses principales réactions, comme une véritable base organique: elle forme avec les acides des sels parfaitement définis, qui sont anhydres lorsque l'acide, comme l'acide chlorhydrique, ne contient pas d'oxygène, et qui renferment 1 équivalent d'eau quand l'acide est oxygéné (M. Regnault).

Cependant l'urée s'éloigne, sous quelques rapports, des autres alcalis organiques. Quoique soluble, elle ne ramène pas au bleu le papier de tournesol rougi par les acides; elle est sans action sur les réactifs colorés, et, par une exception assez singulière, elle ne peut être combinée à certains acides, tels que les acides lactique, hippurique, carbonique, sulfhydrique, etc.

L'urée, mise en contact avec certains sels hydratés, les déshydrate, quoique d'ailleurs elle ne soit que très-peu hygrométrique. Lorsqu'on la mêle, par exemple, avec du sulfate de soude réduit en poudre, le mélange devient subitement liquide. Il est vraisemblable que l'urée s'unit dans ce cas avec le sel déshydraté.

L'urée, en agissant sur les éléments de l'eau, se transforme en carbonate d'ammoniaque :



Cette décomposition a lieu directement en exposant à 140 degrés une dissolution aqueuse d'urée dans un tube scellé à la lampe ; elle ne se manifeste, à la température ordinaire, qu'avec une extrême lenteur, lorsque l'urée est pure ; mais si cette substance est mêlée à certains ferments, et particulièrement avec la matière animale floconneuse que l'urine laisse déposer après avoir été exposée pendant quelque temps à l'air, sa transformation en carbonate d'ammoniaque se fait en peu de jours. Les urines putréfiées ne contiennent plus d'urée, mais du carbonate d'ammoniaque provenant de sa décomposition.

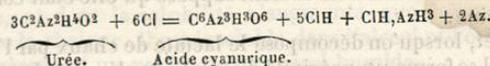
Les alcalis et les acides hydratés déterminent, comme les ferments, la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque.

L'urée fond à 120 degrés ; à une température un peu plus élevée, elle se décompose en ammoniaque, qui se dégage, et en un résidu d'acide cyanurique. Ce dernier acide, chauffé lui-même plus fortement, subit une transformation isomérique et se change en acide cyanique, qui distille et qu'on peut obtenir pur en le recevant dans un récipient entouré d'un mélange de glace et de sel. Dans le cours de cette décomposition, une certaine quantité d'urée est régénérée par suite de l'action de l'acide cyanique sur le gaz ammoniac qui remplit l'appareil distillatoire.

L'urée dissout l'oxyde de plomb et s'unit à plusieurs oxydes métalliques ; elle forme aussi des combinaisons définies et cristallisables avec plusieurs chlorures, et particulièrement avec le sel marin, le sel ammoniac et le bichlorure de mercure. Elle s'unit également avec les azotates d'argent, de chaux et de magnésie.

Le chlore humide détruit rapidement l'urée et donne naissance à de l'acide chlorhydrique, de l'acide carbonique et de l'azote. L'acide hypoazotique la décompose avec plus de facilité encore et en dégage des volumes égaux d'azote et d'acide carbonique.

Mais le chlore sec agit autrement sur l'urée en fusion, et la réaction a lieu suivant l'équation :



L'azotite de mercure dissous dans l'acide azotique faible ou concentré transforme le carbone de l'urée en acide carbonique et en dégage tout l'azote à l'état de liberté. Cette réaction peut servir à déterminer la proportion d'urée renfermée dans divers liquides, et particulièrement dans l'urine. Il suffit de recevoir l'acide carbonique qui se dégage dans un tube rempli de potasse : on obtient le poids de l'urée en multipliant par 1,371 le poids de l'acide carbonique absorbé par l'alcali (M. Millon).

L'acétate de plomb produit, avec une dissolution d'urée, de l'acétate d'ammoniaque et du carbonate de plomb. L'azotate d'argent forme avec l'urée, à chaud, de l'azotate d'ammoniaque et du cyanate d'argent qui cristallise. A froid, l'urée forme avec l'azotate d'argent de gros cristaux incolores, qui ont pour formule $\text{AzO}^5, \text{AgO}, \text{C}^2\text{Az}^2\text{H}^4\text{O}^2$.

Azotate d'urée. $\text{AzO}^5, \text{C}^2\text{Az}^2\text{H}^4\text{O}^2, \text{HO}$. — On l'obtient en petits cristaux grenus lorsqu'on verse de l'acide azotique dans une dissolution d'urée. Ce sel est soluble dans 8 à 10 parties d'eau froide, et se dépose d'une solution saturée à chaud en larges lames incolores et transparentes.

L'azotate d'urée se décompose vivement vers 140 degrés ; il dégage un mélange d'azote, de protoxyde d'azote et d'acide carbonique, et laisse un acide azoté, solide, cristallin, qui a pour formule $\text{C}^2\text{Az}^2\text{H}^4\text{O}^2$ (Pelouze).

Oxalate d'urée. $\text{C}^2\text{O}^3, \text{C}^2\text{Az}^2\text{H}^4\text{O}^2, \text{HO}$. — Ce sel est, comme l'azotate d'urée, peu soluble dans l'eau à froid et très-soluble à chaud.

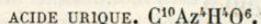
On peut employer ce sel à la préparation de l'urée en le décomposant par la craie en poudre ; il se forme de l'oxalate de chaux insoluble qui reste mêlé à l'excès de craie, et l'urée, devenue libre, reste dissoute dans l'eau bouillante ou dans l'alcool, d'où elle se dépose en cristaux par le refroidissement (Berzelius).

Chlorhydrate d'urée. $\text{ClH}, \text{C}^2\text{Az}^2\text{H}^4\text{O}^2$. — Ce sel se forme directement par l'action du gaz acide chlorhydrique sur l'urée. Cette base s'échauffe, devient liquide et forme un sel cristallisé, très-soluble dans l'eau.

Nous avons dit que l'urée ne s'unit pas à certains acides, et particulièrement aux acides lactique et hippurique, avec lesquels plusieurs chimistes avaient supposé qu'elle était combinée dans l'urine.

En effet, lorsqu'on décompose le lactate de chaux par l'oxalate d'urée, il se forme un précipité d'oxalate de chaux, et la solution, évaporée dans le vide, laisse déposer de l'urée, qui reste libre en présence de l'acide lactique.

L'urée existe, sinon en totalité, au moins en grande partie, à l'état de liberté dans l'urine : elle cristallise souvent par une simple évaporation de ce liquide. Lorsqu'on soumet les animaux à une diète prolongée, leurs urines laissent quelquefois déposer en se refroidissant des cristaux d'urée pure. Dans tous les cas, les urines sont tellement chargées d'urée, même alors qu'elles proviennent d'animaux de la classe des herbivores, qu'il suffit des opérations les plus simples pour en séparer de l'urée, et qu'elles se prennent souvent en une masse cristalline, lorsqu'on y verse de l'acide azotique (MM. Barreswill et Bernard).



L'acide urique se trouve, comme l'urée, dans les urines des animaux carnivores ; il est sécrété en quantité considérable par les oiseaux, par les insectes, et principalement par les serpents : il se trouve fréquemment dans les dépôts urinaires, les calculs et les concrétions articulaires des goutteux.

On admet généralement qu'une urine normale contient, pour 30 parties d'urée, 1 partie d'acide urique. Du reste, la quantité d'acide urique contenue dans l'urine de l'homme varie avec l'alimentation ; on la trouve en général en quantité notable dans l'urine à la suite de mauvaises digestions ou d'une alimentation très-échauffante.

Les excréments de certains oiseaux qui, sur les côtes de l'Amérique, forment des bancs considérables qui portent le nom de *guano*, contiennent aussi de l'acide urique.

Pour extraire l'acide urique des différents produits de sécrétion que nous venons de signaler, on emploie une liqueur alcaline qui dissout l'acide urique ; en décomposant par l'acide chlorhydrique la dissolution bouillante de l'urate alcalin, on obtient un précipité blanc d'acide urique que l'on peut laver à grande eau. Au moment de la précipitation, l'acide urique retient 2 équivalents d'eau qui s'en dégagent par la plus faible chaleur et même par l'exposition de cet acide à l'air libre.

L'acide urique pur se présente en petites lames cristallines, blanches, douces au toucher, légères, sans odeur ni saveur sensibles, qui exigent environ 1000 parties d'eau froide pour se dissoudre, et dont la solubilité n'augmente que très-peu par l'action de la chaleur. Il est insoluble dans l'alcool et l'éther ; il rougit légèrement un papier de tournesol humide.

L'acide urique se combine avec toutes les bases ; les urates alcalins sont seuls solubles dans l'eau.

Les borates alcalins, et particulièrement le borate neutre de soude (*borax*), jouissent de la propriété de dissoudre, surtout à chaud, une proportion considérable d'acide urique. Cet acide se dépose à l'état de pureté d'une dissolution bouillante dans le borax. Cette propriété pourrait être utilisée pour la purification de l'acide urique.

L'acide urique donne, avec l'acide azotique, une dissolution jaune, laissant par l'évaporation un résidu rouge pourpre qui se dissout dans l'eau sans lui communiquer aucune couleur. La dissolution azotique de l'acide urique devient violette sous l'influence des émanations ammoniacales. Ces deux caractères servent souvent à reconnaître l'acide urique.

L'acide sulfurique concentré et chaud dissout l'acide urique et peut même s'unir en proportions définies avec cet acide. L'eau décompose cette combinaison et en sépare les deux acides ; l'acide urique, à peine soluble dans l'eau chargée d'acide sulfurique, se dépose presque en totalité. Cette propriété fournit un moyen d'extraire l'acide urique des calculs (M. Fritzsche).

L'acide urique ne paraît subir, à froid, aucune altération dans le chlore sec ; mais il est décomposé, à chaud, par ce gaz, et la réaction donne lieu à de l'acide chlorhydrique, à du chlorure de cyanogène et à une proportion considérable d'acide cyanique. En présence de l'eau, l'acide urique est aussi décomposé par le chlore et donne, comme produit final, une grande quantité d'acide oxalique.

Soumis à l'action de la chaleur, l'acide urique se décompose ; il donne de l'ammoniaque, des acides carbonique, cyanhydrique, de l'urée et beaucoup d'acide cyanique qui se transforme rapidement en cyamélide.

La présence de l'urée dans les produits de la distillation de l'acide urique est due à la réaction d'une certaine quantité d'acide cyanique sur l'ammoniaque : une partie de l'urée se retrouve en combinaison avec de l'acide cyanurique. Il reste constamment dans la cornue un résidu de charbon.

L'acide urique pur se présente en petites lames cristallines blanches, douces au goût, et se dissout dans l'eau bouillante. (*) ALLANTOÏNE $C^8Az^4H^6O^6$.

Lorsqu'on fait réagir l'oxyde puce de plomb sur de l'eau qui tient en suspension de l'acide urique, il se produit un vif dégagement d'acide carbonique; l'acide urique se dissout peu à peu, et la liqueur laisse déposer par le refroidissement une substance parfaitement cristallisée, qui avait été découverte par Vauquelin et Buniva dans les eaux de l'amnios de la vache, et qu'ils avaient nommée *allantoïne* (MM. Liebig et Wöhler).

L'allantoïne cristallise en prismes blancs, insipides, sans aucune action sur les couleurs végétales, et plus solubles dans l'eau bouillante que dans l'eau froide.

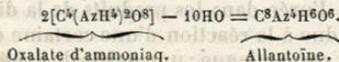
L'allantoïne, légèrement chauffée avec de l'acide azotique, s'y dissout, et la liqueur, en se refroidissant, laisse déposer une quantité considérable de cristaux d'azotate d'urée. L'acide chlorhydrique produit aussi, avec l'allantoïne, du chlorhydrate d'urée.

Sous l'influence de ces deux acides, l'allantoïne se dédouble en urée et en un corps complémentaire, l'acide *allanturique* $C^6Az^2H^4O^6$, qui prend aussi naissance quand on soumet l'acide urique ou l'allantoïne à l'action de l'oxyde puce de plomb (Pelouze).

L'acide allanturique est amorphe, déliquescent, presque insoluble dans l'alcool concentré qui le sépare de ses dissolutions aqueuses. Il forme des précipités insolubles dans les sels de plomb et d'argent. L'eau chauffée entre 110 et 120 degrés avec l'allantoïne agit comme l'acide azotique; elle dédouble l'allantoïne en acide allanturique et en urée; seulement cette dernière substance, en agissant à son tour sur les éléments de l'eau, se change en carbonate d'ammoniaque.

L'allantoïne forme, dans une dissolution d'azotate d'argent ammoniacal, un précipité qui a pour composition $C^8H^2Az^4O^5, AgO$.

L'allantoïne correspond par sa composition à 4 équivalents de cyanogène et 6 équivalents d'eau: $C^8Az^4H^6O^6 = 4C^2Az + 6HO$. On pourrait aussi la regarder comme de l'oxalate d'ammoniaque, moins 10 équivalents d'eau:



Du reste, l'allantoïne se comporte avec les alcalis et les acides hydratés comme une véritable amide, et se change peu à peu, sous leur influence, en acide oxalique et en ammoniaque.

L'allantoïne se forme aussi lorsqu'on fait agir un mélange de cyanoferride de potassium et de potasse caustique sur l'acide urique. Elle est accompagnée d'un nouvel acide, l'acide *lantamurique* $C^8H^4Az^2O^6, HO$ (M. Schlieper).

(*) ALLOXANE. $C^8Az^2H^2O^8$.

Lorsqu'on traite de l'acide urique par 4 parties d'acide azotique d'une densité de 1,4, cet acide se dissout avec effervescence; la liqueur laisse déposer par le refroidissement une substance qui a reçu le nom d'*alloxane*, et qui a pour composition $C^8Az^2H^2O^8$.

L'alloxane cristallise en prismes rhomboïdaux obliques, très-solubles dans l'eau; sa saveur est salée et astringente; elle rougit les couleurs végétales et colore la peau en pourpre.

(*) MUREXIDE $(C^{16}Az^6H^8O^{12})$.

La murexide, remarquable par sa belle coloration pourpre, prend naissance toutes les fois que les dérivés de l'acide urique sont mis en contact avec l'ammoniaque. La murexide a été obtenue par Proust en traitant par l'ammoniaque une dissolution d'acide urique dans l'acide azotique. Elle sert à caractériser l'acide urique.

Le meilleur procédé de préparation de la murexide consiste à faire dissoudre 1 partie d'alloxane et 2,7 parties d'alloxantine hydratée dans l'eau bouillante et à ajouter à la dissolution du carbonate d'ammoniaque. Lorsque la température atteint 70 degrés, la liqueur laisse déposer par le refroidissement la murexide.

La murexide cristallise en prismes à quatre pans à reflets métalliques qui présentent les teintes vertes des ailes de cantharides. Elle est peu soluble dans l'eau, qu'elle colore cependant en pourpre magnifique; elle est insoluble dans l'alcool et dans l'éther. Elle perd à 100° 2 équivalents d'eau de cristallisation.

On l'emploie comme matière colorante.

(*) MUREXANE. $C^6Az^2H^4O^5$.

La murexide est décomposée par les alcalis et les acides, et produit de l'alloxane, de l'alloxantine, de l'urée et une nouvelle substance cristalline que l'on a nommée *murexane*. Ce corps cristallise en paillettes soyeuses, insolubles dans l'eau.

La murexane est incolore. On peut la comparer à l'orcine. En la soumettant, en effet, à l'influence de l'oxygène et des vapeurs ammoniacales, elle se transforme en une belle substance rouge qui n'est autre chose que la murexide (M. Liebig).

(*) CYSTINE OU OXYDE CYSTIQUE. $C^6Az^4H^6O^4S^2$.

Cette substance a été découverte par Wollaston dans un calcul vésical. Elle est fort rare ; cependant elle se forme dans la vessie de l'homme plus fréquemment qu'on ne l'avait pensé d'abord. Elle constitue des calculs qui, à part un peu de mucus, sont toujours formés de cystine pure.

La présence du soufre dans la cystine peut être mise en évidence, en la décomposant par un mélange de nitre et de potasse chauffé au rouge ou par l'eau régale concentrée : il se forme de l'acide sulfurique qu'on reconnaît à la réaction caractéristique des sels solubles de baryte (MM. Baudrimont et Malaguti).

La cystine se comporte, relativement à certains acides, comme une base organique faible. Elle est blanche, cristalline, demi-transparente, insipide, inodore, insoluble dans l'eau et dans l'alcool, très-soluble dans l'ammoniaque. Elle se dissout aussi dans les acides chorhydrique, azotique et sulfurique étendus, et forme avec ces acides des sels d'une grande instabilité. La cystine, jetée, même en très-petite quantité, sur un charbon rouge, développe une odeur alliagée et arsenicale bien caractéristique. Elle laisse dégager, quand on la chauffe dans un tube, un gaz spontanément inflammable au contact de l'air (M. Thaulow).

Les calculs de cystine fournissent cette matière à l'état de pureté, lorsqu'on les dissout dans l'ammoniaque, qu'on filtre la dissolution et qu'on la concentre. La cystine s'en sépare en petits cristaux qui ne retiennent pas d'ammoniaque.

Les sels à base de cystine ont été jusqu'à présent peu étudiés.

(*) ACIDE HIPPIRIQUE. $C^{18}H^8AzO^5,HO$.

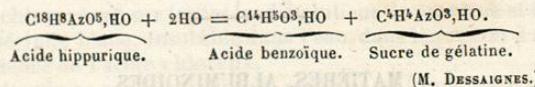
M. Liebig a découvert, dans l'urine des animaux herbivores et dans celle des enfants, un acide azoté bien différent de l'acide urique, et qu'il a nommé *acide hippurique*.

Pour préparer cet acide, on évapore l'urine de cheval jusqu'au huitième de son volume et on la traite ensuite par une certaine quantité d'acide chlorhydrique ; on voit bientôt se déposer un corps jaune et cristallin, qui est l'acide hippurique impur.

On fait redissoudre cet acide dans l'eau et l'on décolore la liqueur par du charbon animal ; l'acide hippurique se dépose bientôt en cristaux parfaitement blancs.

L'acide hippurique cristallise en gros prismes blancs et transparents terminés par des sommets dièdres. Cet acide est très-soluble dans l'alcool et peu soluble dans l'éther. Lorsqu'on le soumet à l'action de la chaleur, il entre d'abord en fusion et se décompose ensuite en donnant naissance à une substance rouge qui a quelque analogie avec les résines, puis à un dépôt charbonneux, à une abondante sublimation d'acide benzoïque, et à des vapeurs d'acide cyanhydrique.

L'acide hippurique peut, dans un grand nombre de cas, éprouver un dédoublement fort remarquable. Lorsqu'on fait bouillir la dissolution aqueuse de cet acide en présence des acides énergiques, l'acide hippurique se dédouble en sucre de gélatine et en acide benzoïque :



Le chlorure de chaux peut opérer également cette transformation.

L'acide hippurique donne aussi naissance à de l'acide benzoïque, quand on le met en présence de certains ferments ; l'urine de cheval qu'on laisse putréfier, donne, par l'évaporation, une cristallisation abondante d'acide benzoïque : c'est même par cette dernière méthode que l'on prépare encore actuellement une partie de l'acide benzoïque que l'on trouve dans le commerce.

Lorsqu'on fait bouillir l'acide hippurique en dissolution dans l'eau avec l'oxyde puce de plomb, il se forme de la benzamide, et il se dégage en même temps de l'acide carbonique.

L'acide hippurique est décomposé par un mélange d'acide sulfurique, d'eau et de peroxyde de manganèse. Il se dégage de l'acide carbonique, et si l'on filtre la liqueur bouillante, elle laisse déposer, en se refroidissant, une cristallisation abondante d'acide benzoïque, tandis qu'elle retient en dissolution du sulfate d'ammoniaque et du sulfate de manganèse (Pelouze).

L'acide sulfurique dissout l'acide hippurique, sans lui faire subir aucune altération ; à une température qui dépasse 120 degrés, l'acide sulfurique le détruit et en sépare de l'acide benzoïque.

Les hippurates retiennent tous 1 équivalent d'eau et sont remarquables par leur belle cristallisation (M. Schwartz).

L'urine de l'homme contient une petite quantité d'acide hippurique dont on peut constater la présence en y ajoutant environ un vingtième de son volume d'acide chlorhydrique, et en abandonnant le mélange au repos pendant vingt-quatre heures; l'acide hippurique se dépose en longs cristaux blancs (M. Liebig).

L'acide benzoïque mêlé à des boissons ou à des aliments se change, dans l'acte de la digestion, en acide hippurique qu'on retrouve en proportion considérable dans l'urine.

Nous avons dit que l'urine des herbivores contient un ferment particulier, sous l'influence duquel l'acide hippurique se transforme rapidement en acide benzoïque. Toutefois il paraît démontré que l'urine du cheval et de la vache contient quelquefois, au moment même où elle sort de la vessie de ces animaux, de l'acide benzoïque.

MATIÈRES ALBUMINOÏDES.

PROTÉINE. $C^{40}H^{31}Az^5O^{12}$.

D'après M. Mulder, toutes les substances albumineuses, c'est-à-dire l'albumine végétale ou animale, la fibrine, la caséine, etc., résultent de la combinaison du soufre, du phosphore et de quelques sels avec une substance azotée qu'il nomme *protéine*.

Cette hypothèse n'est pas admise par tous les chimistes.

Pour obtenir la protéine pure, on traite l'albumine ou la caséine successivement par l'eau, l'alcool et l'éther; on la soumet ensuite à l'action de l'acide chlorhydrique étendu, afin de la débarrasser des sels terreux qu'elle peut contenir; on la dissout à une température de 50 degrés dans de la potasse étendue; on la précipite par l'acide acétique. Le précipité doit être lavé jusqu'à ce que l'eau de lavage ne contienne plus d'acétate de potasse.

La protéine ainsi obtenue est blanche, inodore, insipide; elle attire rapidement l'humidité de l'air: elle se décompose par la chaleur en donnant naissance à tous les produits qui caractérisent la distillation des corps azotés. Elle est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; elle forme avec les alcalis et les acides de véritables combinaisons. Lorsqu'on la fait bouillir avec de la potasse, elle se décompose en dégageant de l'ammoniaque.

Le cyanoferrure et le cyanoferride de potassium précipitent la protéine de sa dissolution dans les alcalis. Une ébullition prolongée finit par dissoudre complètement la protéine.

Cette substance, traitée par l'acide chlorhydrique concentré, se dissout en produisant, au contact de l'air, une belle coloration d'un bleu indigo. La protéine, traitée par l'acide azotique, se colore en jaune et forme un acide désigné sous le nom d'*acide xanthoprotéique*.

L'acide xanthoprotéique a pour formule $C^{33}H^{23}Az^3O^{12},HO$. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; il se combine non-seulement avec les bases, mais encore avec les acides. Ses combinaisons sont colorées en jaune.

L'acide sulfurique concentré se combine avec la protéine et donne naissance à un acide nommé *acide sulfoprotéique*. Lorsqu'on fait bouillir la protéine avec l'acide sulfurique étendu, il se forme une substance blanche et cristalline que l'on a désignée sous le nom de *leucine*.

Le chlore réagit sur toutes les dissolutions de protéine et forme un précipité blanc, insoluble dans l'eau, dans lequel on a admis l'existence de l'acide chloreux.

Le tannin se combine avec la protéine et forme un composé insoluble. Plusieurs sels se combinent également avec la protéine. La liqueur très-acide que l'on obtient en dissolvant le mercure dans son poids d'acide azotique à $4 \frac{1}{2}$ équivalents d'eau, est un réactif très-sensible pour reconnaître toutes les substances protéiques ou albumineuses qui, sous l'influence de ce réactif, prennent une belle teinte rouge (M. Millon).

FIBRINE.

La fibrine est la substance qui se trouve en suspension dans le sang et qui lui donne la propriété de se coaguler. C'est elle qui constitue en grande partie la substance solide des muscles. Elle est alors traversée par des prolongements de vaisseaux, par des artères, des nerfs, des aponévroses, dont il est difficile de la débarrasser.

Lorsque le sang est extrait des vaisseaux qui le contiennent, il se sépare en deux parties: l'une forme une espèce de gelée que l'on nomme *caillot*, tandis que l'autre est liquide et constitue le *sérum*. La fibrine reste entièrement dans le caillot: c'est elle qui retient, comme dans un réseau, les globules du sang qui sont colorés en rouge. Pour retirer la fibrine du caillot, on le coupe en tranches minces, que l'on écrase et qui sont ensuite

lavées sur une toile sous l'action d'un filet d'eau froide ; les globules sont entraînés, tandis que la fibrine reste sur la toile sous la forme de filaments blancs et élastiques.

La fibrine peut encore être obtenue en battant du sang avec un balai à l'extrémité duquel viennent s'attacher de longs filaments de fibrine impure. On lave d'abord cette fibrine à grande eau pour la débarrasser des principes solubles du sang qu'elle peut retenir, on la soumet à la dessiccation, puis on la lave avec de l'alcool et de l'éther, qui enlèvent les matières grasses. On la traite ensuite par des acides faibles, et enfin par de l'eau distillée.

La fibrine ainsi purifiée est blanche, complètement insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Lorsqu'on la brûle, elle laisse toujours de 2 à 3 pour 100 de cendres, qui consistent principalement en phosphates de magnésie et de chaux.

La fibrine desséchée à l'étuve devient cornée, grise et opaque ; chauffée à 200 degrés, elle se décompose en donnant naissance à des produits ammoniacaux et en laissant un charbon brillant et volumineux.

Une longue ébullition altère la fibrine. Une partie de cette substance devient alors soluble dans l'eau, une autre reste insoluble. Cette dernière a été désignée sous le nom de *bi-oxyde de protéine*. La partie soluble constituerait le *trioxyde de protéine* (M. Mulder).

On a reconnu que la fibrine extraite du sang de jeunes animaux peut, sous l'influence d'une faible chaleur, devenir complètement soluble dans l'eau et présenter alors toutes les propriétés de l'albumine (Magendie et Fremy).

L'eau oxygénée est immédiatement décomposée par la fibrine et peut servir à caractériser cette substance (Thenard).

Lorsqu'on abandonne pendant quelques jours la fibrine dans de l'eau que l'on a soin de renouveler de temps en temps, cette substance peut se dissoudre complètement en dégageant une odeur fétide d'hydrogène sulfuré (Gay-Lussac). Cette liqueur contient une matière albumineuse coagulable par la chaleur, de l'ammoniaque, de l'acide acétique et de l'acide butyrique (M. Wurtz).

La plupart des acides agissent sur la fibrine et produisent avec elle une masse blanche et gélatineuse.

L'acide azotique s'unit à la fibrine et la colore en jaune ; si l'on fait chauffer légèrement un mélange de fibrine et d'acide azotique, il se dégage de l'azote et il se produit de l'*acide xanthoprotéique*.

L'acide sulfurique se comporte d'une manière différente, suivant qu'on le met en contact avec la fibrine des muscles ou la

fibrine du sang. La fibrine musculaire, traitée par l'acide sulfurique, devient gélatineuse et se dissout ensuite complètement ; lorsqu'on étend cette dissolution et qu'on la fait bouillir pendant quelque temps, il se produit du sulfate d'ammoniaque, de la leucine et une substance soluble dans l'alcool.

La fibrine du sang, traitée par l'acide sulfurique concentré, donne une gelée transparente et légèrement jaunâtre, insoluble dans un excès d'acide. La fibrine du sang, soumise à l'action de l'acide sulfurique étendu, semble se dédoubler en produisant une substance gélatineuse, insoluble, et un composé soluble dans l'eau ; la partie gélatineuse se dissout dans l'eau lorsqu'on a enlevé par des lavages l'excès d'acide.

L'acide chlorhydrique gazeux est absorbé par la fibrine. L'acide chlorhydrique liquide la dissout et se colore en violet. La liqueur étendue d'eau forme un précipité blanc que l'on considère comme un chlorhydrate de fibrine, qui est insoluble dans l'eau acidulée, mais qui se dissout complètement dans l'eau pure. Cette dissolution est précipitée par les acides et par le cyanoferrure de potassium.

L'acide chlorhydrique très-affaibli, et ne contenant que 0^{gr},694 d'acide pour 1 litre d'eau, transforme à froid, après quelques heures de contact, la fibrine en une gelée transparente qui se dissout dans l'eau pure. Cette dissolution se coagule par la chaleur ; elle est précipitée par le tannin, par le cyanoferrure de potassium et par les acides. L'acide chlorhydrique étendu dissout encore avec plus de facilité la fibrine lorsqu'on la mélange avec quelques gouttes de suc gastrique. Ces propriétés permettent d'expliquer la rapidité avec laquelle la fibrine se dissout dans l'estomac (MM. Bouchardat et Sandras).

La fibrine, mise en contact avec l'acide acétique, produit une gelée incolore et transparente qui est soluble dans l'eau bouillante ; cette dissolution, soumise à une douce évaporation, se recouvre d'une pellicule blanche qui est considérée comme de l'*acétate de fibrine*. L'acétate de fibrine est précipité par les acides et par les alcalis, mais un excès d'alcali redissout le précipité.

La fibrine entre en dissolution dans la potasse, même étendue ; les acides peuvent la précipiter, mais elle a éprouvé dans ce cas une altération. Lorsqu'on traite, en effet, cette dissolution par un acide, elle dégage toujours une certaine quantité d'hydrogène sulfuré.

Certains sels, tels que l'azotate de potasse, le chlorure de baryum, le sulfate de potasse, etc., peuvent opérer la dissolution de la fibrine (M. Denis). Cette dissolution avait été considérée

par quelques chimistes comme présentant les propriétés de l'albumine, mais il est facile de reconnaître qu'une dissolution de fibrine dans le nitre ne possède pas les caractères de l'albumine; elle peut bien se coaguler par la chaleur comme l'albumine, mais elle est précipitable par l'acide acétique, ce qui la distingue complètement de l'albumine (Magendie et Fremy).

La fibrine absorbe un certain nombre de sels et produit des composés qui sont insolubles et imputrescibles.

MM. Mulder et Liebig admettent que la fibrine présente exactement la même composition que la caséine et l'albumine. D'après MM. Dumas et Cahours, la fibrine contiendrait un peu plus d'azote et moins de carbone.

ALBUMINE.

L'albumine est répandue en abondance dans les êtres organisés. Elle existe dans l'organisation animale et végétale.

L'albumine est considérée par M. Mulder comme de la protéine unie à quelques traces de soufre et de phosphore. Elle se trouve à l'état de dissolution dans quelques liquides de l'organisation animale, tels que le sang et le blanc d'œuf.

Lorsqu'on soumet une dissolution d'albumine à une température de 65 degrés, elle devient opaline, et si l'on porte la température à 75 degrés, l'albumine se coagule alors complètement. La coagulation de l'albumine est due à une véritable modification isomérique; elle se produit sans perte d'eau (M. Chevreul). L'albumine, en se coagulant par l'action de la chaleur, rassemble dans une sorte de réseau tous les corps qui sont en suspension dans un liquide; aussi l'emploie-t-on pour clarifier différentes liqueurs. Lorsqu'on chauffe l'albumine à une température de 150 degrés dans un tube de verre fermé aux deux bouts, l'albumine, qui s'est d'abord coagulée, se redissout ensuite par l'action de la chaleur et de la pression.

La coagulation de l'albumine sous l'influence de la chaleur est incomplète lorsque la dissolution est très-étendue. Ainsi une liqueur qui est formée de 1 partie d'albumine et de 10 parties d'eau ne se coagule plus par la chaleur et devient simplement opaline. Lorsqu'on évapore de l'albumine à une température qui reste au-dessous de son point de coagulation, on obtient une masse gommeuse et transparente qui peut se redissoudre entièrement dans l'eau.

L'alcool détermine la précipitation complète de l'albumine. L'albumine coagulée par l'alcool se trouve dans le même état que l'albumine coagulée par la chaleur.

L'éther et l'essence de térébenthine produisent aussi la coagulation de l'albumine du blanc d'œuf. L'albumine est coagulée immédiatement par la créosote (M. Chevreul).

Le chlore et le brome déterminent la précipitation de l'albumine. Il se forme, sous l'influence du chlore, une combinaison d'acide chloreux et de protéine représentée par la formule $\text{ClO}^3, \text{C}^{40}\text{H}^{31}\text{Az}^5\text{O}^{12}$ (M. Mulder).

Presque tous les acides précipitent en blanc l'albumine, à l'exception de l'acide phosphorique trihydraté et de l'acide acétique. Ce dernier acide fait prendre en gelée les dissolutions concentrées d'albumine.

L'acide azotique est de tous les acides celui qui coagule le plus facilement l'albumine; ce qui permet de reconnaître la présence de cette substance dans les liquides de l'organisation animale.

L'acide chlorhydrique concentré dissout l'albumine en produisant par le contact de l'air une liqueur d'un beau bleu.

L'albumine se combine avec les bases alcalines et forme avec elles des combinaisons solubles.

La baryte, la chaux et la strontiane précipitent l'albumine; les combinaisons ainsi obtenues sont insolubles dans l'eau. Quelques sels exercent sur l'albumine des réactions dignes d'intérêt; ainsi la présence de l'albumine dans des dissolutions de fer et de cuivre empêche les oxydes métalliques d'être précipités par la potasse.

Presque tous les sels métalliques sont précipités par l'albumine; nous citerons principalement le bichlorure de mercure, qui forme dans les dissolutions d'albumine un précipité blanc insoluble dans l'eau. Aussi l'albumine est-elle considérée comme le meilleur antidote du sublimé corrosif (Orfila). Ce précipité doit être regardé comme une véritable combinaison d'albumine et de bichlorure de mercure. L'albumine peut aussi se combiner avec d'autres sels, principalement avec le sulfate de cuivre (M. Lassaigne).

La dissolution de noix de galle précipite complètement l'albumine.

Lorsqu'on fait bouillir, pendant soixante heures au moins, de l'eau qui tient en suspension de l'albumine coagulée, le précipité disparaît peu à peu et se transforme en une substance soluble dans l'eau, nommée *tritoxyde de protéine*, qui a pour formule $\text{C}^{40}\text{H}^{31}\text{Az}^5\text{O}^{15}, \text{HO}$, la protéine étant représentée par la formule $\text{C}^{40}\text{H}^{31}\text{Az}^5\text{O}^{12}$ (M. Mulder).

Si l'on abandonne à elle-même une dissolution albumineuse, elle ne tarde pas à présenter tous les phénomènes de la putré-

faction ; elle éprouve dans ce cas une décomposition complète, et se transforme en un ferment qui peut produire la fermentation alcoolique du sucre (Thenard).

La dissolution d'albumine est naturellement alcaline ; mais si l'on y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique ou acétique, on voit la liqueur devenir opaque au bout d'un jour et se remplir de corpuscules arrondis qui engendrent un mycoderme particulier, appelé *penicillum glaucum* (MM. Dutrochet, Andral et Gavarret).

Nous venons de décrire les propriétés chimiques de l'albumine en dissolution ; mais on connaît l'albumine à l'état insoluble, telle qu'on l'obtient en soumettant à une température de 70 degrés la dissolution aqueuse d'albumine. On considère généralement ces deux espèces d'albumine comme isomériques. A l'état insoluble, l'albumine ne pourrait être confondue avec la fibrine, car elle n'exerce aucune action sur l'eau oxygénée.

On trouve dans un grand nombre de plantes une substance particulière, l'*albumine végétale*, qu'on avait depuis longtemps comparée à l'albumine animale, qui présente en effet les mêmes propriétés et qui se coagule à la même température ; l'identité des albumines végétale et animale a été démontrée analytiquement (M. Mulder). Ce fait est d'une grande importance pour la physiologie ; il prouve, en effet, que les végétaux contiennent tout formés quelques-uns des principes que l'on retrouve dans l'organisation animale et que les animaux peuvent s'assimiler l'albumine qui existe dans leurs aliments.

CASÉINE.

La caséine est une substance albumineuse qui existe dans le lait. Pour l'obtenir à l'état de pureté, on peut traiter d'abord le lait par une certaine quantité d'acide sulfurique : il se forme un précipité qui est lavé à grande eau, et soumis ensuite, à froid, à l'action du carbonate de soude qui dissout la caséine ; la dissolution est abandonnée à une température de 20 degrés, afin que le beurre se sépare complètement. On précipite ensuite la dissolution par l'acide sulfurique : le précipité est lavé jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus acides.

La caséine retient encore des traces d'acide sulfurique qu'on lui enlève par du carbonate de soude ; enfin, on traite la caséine par l'alcool et l'éther, qui dissolvent les matières grasses qu'elle peut retenir.

La caséine ainsi obtenue est blanche, à peine soluble dans

l'eau, insoluble dans l'alcool ; elle est soluble dans les alcalis ; les acides déterminent la précipitation et tendent ensuite à se combiner avec elle : elle rougit faiblement le papier de tournesol.

L'acide phosphorique est le seul acide qui ne détermine pas la coagulation de la caséine. Les acides acétique, tartrique et oxalique forment dans les dissolutions de caséine un précipité qui se dissout dans un excès d'acide.

Les dissolutions de caséine dans les acides ou les alcalis, soumises à l'évaporation, se recouvrent d'une pellicule blanche semblable à celle qui se forme lorsqu'on fait évaporer du lait.

La caséine est précipitée de sa dissolution par la présure.

Sa composition centésimale paraît être la même que celle de l'albumine.

En faisant agir la potasse sur la caséine, on a obtenu une substance cristalline, la *tyrosine*, insoluble dans l'alcool et dans l'éther, très-peu soluble dans l'eau (M. Liebig). On a constaté la présence de la caséine dans le sang des nourrices (MM. Natalis Guillot et F. Leblanc).

(*) LEUCINE. $C^{12}H^{13}AzO^4$.

La caséine, abandonnée à elle-même, éprouve une décomposition putride pendant laquelle il se forme une substance particulière que Proust a décrite sous le nom d'*oxyde caséique*, et que Braconnot a plus tard désignée sous le nom d'*apospépine*. Cette matière est identique à la *leucine*, produite par l'action de l'acide sulfurique étendu et bouillant sur la viande, ou par celle de la potasse caustique sur tous les principes protéiques (albumine, fibrine et caséine) (M. Mulder).

La leucine est soluble dans l'eau et dans l'alcool : elle se présente en paillettes blanches, semblables à la cholestérine. Elle est insoluble dans l'éther ; elle se dissout, sans la moindre trace de vapeurs rutilantes, dans l'acide azotique, et la dissolution laisse déposer, par la concentration et le refroidissement, de belles aiguilles incolores. Ce composé, identique à l'*acide nitro-leucique* de Braconnot, doit être considéré comme de l'azotate de leucine $AzO^3, C^{12}H^{13}AzO^4, HO$. Cet azotate s'unit à la chaux et à la magnésie et forme avec l'azotate d'argent une combinaison cristallisable. La leucine produit encore un sel cristallisé avec l'acide chlorhydrique, $ClH, C^{12}H^{13}AzO^4$. Elle se comporte donc, relativement aux acides, comme une base animale, semblable à l'urée et au sucre de gélatine (Laurent et Gerhardt).

La leucine maintenue en fusion avec son poids de potasse caustique, jusqu'à ce que l'ammoniaque qu'elle dégage soit mêlée d'hydrogène libre, donne successivement naissance à de l'acide valérique et à de l'acide butyrique qui restent unis à la potasse (M. Liebig).

On prépare la leucine en laissant putréfier pendant plusieurs mois du caséum ou du gluten que l'on a soin d'entretenir constamment humides. Lorsque le dégagement des gaz a cessé, on étend la masse d'eau, on la filtre et on l'évapore en consistance de sirop qu'on traite par l'alcool bouillant. Ce liquide laisse déposer par le refroidissement la leucine, qu'on purifie à l'aide de plusieurs cristallisations successives dans l'alcool.

La putréfaction du fromage donne naissance, indépendamment de la leucine, à une huile acide, jaune, plus lourde que l'eau, et à un corps soluble dans l'alcool, de composition et de propriétés d'ailleurs mal connues, désigné sous le nom d'*acide caséique* (Braconnot).

MATIÈRES GÉLATINEUSES.

La peau, le tissu des os, les cartilages, etc., abandonnent à l'eau bouillante une substance qui a reçu le nom de *gélatine*.

On a cru pendant longtemps que cette substance était toujours la même; mais M. Muler a démontré que les cartilages donnent naissance à un corps particulier qu'il a nommé *chondrine* et qui est différent de la gélatine.

CHONDRINE. $C^{32}H^{26}Az^4O^{14}$.

Cette substance s'obtient en faisant bouillir avec de l'eau pendant quarante-huit heures environ des cartilages costaux d'homme ou de veau: on évapore la liqueur à consistance gélatineuse, et on la traite par l'éther, qui enlève les corps gras.

La chondrine est précipitée de sa dissolution par presque tous les acides; mais ce précipité est soluble dans un excès de réactif. L'acide carbonique précipite également la chondrine.

Les dissolutions de sulfate d'alumine, d'alun, d'acétate de plomb, de sulfate de fer, forment dans les dissolutions de chondrine des précipités volumineux; ces caractères établissent une distinction entre la chondrine et la gélatine. Cette dernière substance n'est pas précipitée par les réactifs que nous venons d'indiquer.

Le chlore précipite la dissolution de chondrine, et donne un précipité qui a pour formule $Cl, C^{32}H^{26}Az^4O^{14}$ (M. Scheerer).

GÉLATINE. $C^{18}H^{10}Az^2O^5$.

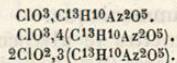
La gélatine, qui porté souvent dans les arts le nom de *colle forte*, est incolore et transparente lorsqu'elle est pure; elle est remarquable par sa grande cohérence; elle est inodore, insipide, neutre aux réactifs colorés. Lorsqu'on la soumet à l'action de la chaleur, elle entre d'abord en fusion et se décompose ensuite, en répandant une odeur désagréable de corne brûlée.

La gélatine ne se dissout pas dans l'eau froide et ne fait que s'y ramollir; dans ce cas, elle s'hydrate et peut prendre jusqu'à 6 fois son poids d'eau.

Sous l'influence de l'eau bouillante, la gélatine entre en dissolution et fait prendre par le refroidissement l'eau en gelée; un liquide qui ne contient qu'un centième de gélatine peut former une gelée en se refroidissant. Cette gelée s'altère assez rapidement sous l'influence de la chaleur et devient acide.

La gélatine n'est pas sensiblement soluble dans l'alcool. Les dissolutions de gélatine sont précipitées par le chlore et donnent naissance à un précipité blanc, élastique, imputrescible, qui contient du chlore (Thenard).

L'action du chlore sur la gélatine a donné les composés suivants qu'on peut regarder comme des combinaisons d'acide chlorureux et de gélatine:



(M. MULDER.)

Si l'on fait bouillir pendant plusieurs heures une dissolution de gélatine, cette substance perd la propriété de se prendre en gelée; lorsqu'on traite par le chlore la gélatine ainsi modifiée, on obtient un précipité qui a pour formule $3ClO^3, 5C^{18}H^{10}Az^2O^5$ (M. Gondœver). Les alcalis peuvent aussi faire éprouver à la gélatine une modification qui lui fait perdre la propriété de se prendre en gelée.

La gélatine peut se combiner avec quelques sels insolubles, et principalement avec le phosphate de chaux récemment précipité.

Le sublimé corrosif s'unit également avec la gélatine.

La dissolution de tannin précipite complètement la gélatine: c'est sur l'affinité du tannin pour les substances gélatineuses qu'est fondé le tannage des cuirs.