

## CAPSULES SURRÉNALES, CORPS THYROÏDE, THYMUS.

BERRUTI et PEROSINO, De l'ablation des capsules surrénales, dans Gazette hebdomadaire de médecine, pages 863 et 924, 1856. — BROWN-SÉQUARD, Recherches expérimentales sur la physiologie et la pathologie des capsules surrénales, dans Gazette hebdomadaire de médecine, pages 634 et 670, 1856. — LE MÊME, Nouvelles recherches sur l'importance des fonctions des capsules surrénales, dans Journal de physiologie, t. I, 1858.

Th. DARBY, Anatomy, physiology and pathology of the spiro-renal capsules, dans Charleston medical Journal and Review, 1859.

A. FRIEDLEBEN, Die Physiologie der Thymusdrüse in Gesundheit und Krankheit (Physiologie du thymus à l'état de santé et de maladie), Frankfurt, 1858.

GRATIOLET, Note sur les effets qui suivent l'ablation des capsules surrénales, dans Comptes rendus de l'Institut, n° 9, 1856.

G. HARLEY, An experimental inquiry into the function of the supra-renal capsules and their supposed connexion with bronzed skin, dans British and foreign medico-chirurgical Review, t. XLI, 1858. — His, Funktion der Thymus, dans Verhandlungen der Naturforsch. Gesellschaft in Basel, 4<sup>e</sup> fascic., 1860.

J. JACKSON, A physiological argument concerning the thyreoid and thymus glands, dans The medical Times, 1845.

O. KOHLRAUSCH, Beiträge zur Kenntniss der Schilddrüse (Contributions à la connaissance du corps thyroïde), dans Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, 1853.

PHILIPPEAUX, De l'extirpation des capsules surrénales sur les rats albinos, dans Comptes rendus de l'Acad. des sciences, 1856 et 1857.

SCHIFF, Sur l'extirpation des capsules surrénales, dans l'Union médicale, 1863. —

M. SELIGSOHN, De pigmentis pathologicis ac morbo Addisoni adjecta chemia glandularum suprarenalium; diss., Berlinis, 1858. — J. SIMON, A physiological essay on thymus gland, London, 1845, extrait dans British and foreign med. Review, juillet 1845.

VULPIAN, Sur les réactions propres à la substance médullaire des capsules surrénales, dans Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1856, et dans Gazette médicale, 1858.

L. WAGNER, Ueber die Addison'sche Nebennierenkrankheit (Sur la maladie des capsules surrénales ou maladie d'Addison); diss., Giessen, 1858. — B. WERNER, De capsulis supra renalibus; diss., Dorpat, 1857. — H. WRIGHT, On the functions and uses of the thymus gland, dans The Lancet, février, 1850. — LE MÊME, The use of the thymus gland, an original theory with explanatory remarks, dans London Journal of medicine, mai 1852.

## CHAPITRE VII

## NUTRITION

## § 193.

**Définition.** — La digestion, l'absorption, la circulation, la respiration ont pour but final de transformer et de fixer dans nos tissus les substances du dehors introduites dans l'organisme, modifiées par les sucs digestifs et par l'oxygène absorbé dans le poumon. Ces substances font partie intégrante des liquides ou des solides de l'organisme pendant un temps variable, jusqu'à ce qu'elles soient expulsées hors de l'économie par la voie des sécrétions et des exhalations. La nutrition, envisagée

d'une manière générale, consiste donc dans la série des transformations qu'éprouvent les substances nutritives, depuis le moment de leur entrée dans l'organisme jusqu'à celui de leur sortie; aussi, les diverses fonctions que nous avons étudiées jusqu'ici sont des fonctions de nutrition.

Nous envisagerons ici la nutrition dans un sens plus restreint. Nous avons vu précédemment comment les aliments introduits dans les voies digestives y subissent divers changements de nature et de composition: comment ils parviennent, par absorption, dans les voies de la circulation, directement par les veines, ou indirectement par les chylifères. Nous avons vu, d'un autre côté, comment l'oxygène de l'air est à chaque instant introduit dans le sang. Il nous reste à étudier les changements qui surviennent dans les matières absorbées, à déterminer la nature des produits définitifs de la nutrition, et aussi (autant que la chose est possible dans l'état actuel de la science) le mode suivant lequel les matériaux qui ont servi à la réparation des tissus ou des liquides de l'économie se modifient à leur tour, pour sortir au dehors par la voie des sécrétions et des exhalations.

Le sang est le milieu de tous les phénomènes de nutrition. C'est lui qui fournit les matériaux de réparation que la digestion renouvelle sans cesse; c'est lui qui reçoit, pour les conduire vers les organes d'expulsion, les matériaux qui ont rempli leur rôle physiologique.

## § 196.

**Du liquide nutritif.** — Le sang circule dans un système de canaux fermés. Les parties du sang qui doivent fournir les matériaux de la nutrition ne peuvent sortir du système circulatoire que par transsudation au travers des parois des vaisseaux. La partie liquide du sang traverse seule les pores invisibles des tuniques vasculaires: les globules ne sortent point au dehors des vaisseaux. La partie liquide du sang ou plasma (Voy. § 145) constitue donc le liquide nutritif lui-même. Ce liquide, qui s'échappe au travers des parois des vaisseaux, et particulièrement des vaisseaux capillaires, dont les parois sont d'une extrême ténuité, humecte tous les tissus. La tension permanente à laquelle est soumis le sang dans les vaisseaux (Voy. § 95) entretient et régularise la sortie du liquide. Le liquide nutritif ou nourricier (*lymphe plastique, lymphe coagulable, suc nourricier*) peut être comparé au liquide qui s'épanche dans les cavités libres, telles que les séreuses, les capsules synoviales ou les membranes de l'œil, à cette différence près que le liquide nutritif contient la plupart des éléments du plasma du sang, et en particulier la *fibrine*, qu'on ne trouve pas ou dont on ne trouve que des traces dans les liquides précédents. Le liquide de la nutrition peut être considéré comme un liquide albumineux et fibrineux, contenant des matières extractives, des sels divers et une petite proportion de matières grasses à l'état de sels. Dans l'état normal, le liquide nourri-

cier est incolore ou faiblement coloré en jaune, comme le sérum du sang lui-même. Dans certains états morbides, les matières colorantes du sang (qui font corps avec les globules dans l'état normal), se dissolvant dans le plasma du sang, peuvent être portées dans le sein des tissus, au travers des parois des vaisseaux, et donner lieu à des épanchements colorés en rose ou en rouge (pétéchies du scorbut, de la fièvre typhoïde, de la peste, etc.).

Le sang, ou mieux la partie liquide du sang (plasma) est donc le liquide nutritif utilisé pour tous les besoins de nutrition et de sécrétion. Le sang est dans un état de métamorphose perpétuelle; d'un côté, il fournit les éléments des tissus et des produits de sécrétion; et, de l'autre, il se régénère sans cesse, tant aux dépens des matières digestives absorbées dans l'intestin et versées dans sa masse par l'absorption, qu'aux dépens des matériaux régressifs puisés par le système lymphatique et par le système veineux dans la trame des tissus. La régénération du sang s'accomplit rapidement. Additionnons par la pensée la quantité d'urine, de salive, de bile, de suc pancréatique, de suc intestinal; la quantité d'eau évaporée par la surface pulmonaire et par la surface cutanée en vingt-quatre heures; ajoutons à cela l'albumine et la fibrine modifiées qui se fixent pendant le même temps dans les tissus, et nous arrivons à ce résultat, que cette quantité représente au moins la masse du sang en circulation. Il est vrai que la majeure partie de ces produits rentrent par résorption dans le sang, mais il n'en résulte pas moins que ce liquide est dans un état perpétuel de transformation.

Parmi les éléments du sang, l'eau, les matières salines et les matières organiques dissoutes proviennent, soit du dehors par l'absorption digestive, soit du dedans par résorption; mais il est d'autres éléments du sang qui, ne se montrant que dans le sang et ne sortant point du système circulatoire, accomplissent dans l'intérieur de ce système leur rôle mystérieux: nous voulons parler des globules. Les globules qui circulent dans les vaisseaux sanguins ne prennent pas une part immédiate à la nutrition, car ils ne font point partie du liquide nutritif. Ils jouent toutefois un rôle des plus importants: leur diminution dans le sang ou leur augmentation retentissent d'une manière directe sur les phénomènes de nutrition. Nous avons vu plus haut que l'oxygène introduit dans le sang par la respiration a une tendance particulière à se fixer sur eux. D'autre part, les globules se forment sans cesse aux dépens des matières organiques du sang, et ils se détruisent sans cesse. Les globules rouges n'existent que dans le sang; mais où et comment ces globules se forment-ils? Est-il vrai qu'ils commencent à apparaître dans le canal thoracique, et qu'ils ne seraient que les globules du chyle transformé? mais les globules *propres* du chyle sont composés de matières grasses; ils ont des dimensions très-diverses, ils sont *sphériques*; les globules du sang, au contraire, ont des dimensions sensiblement les mêmes; ils sont constitués par de petites masses de matière albuminoïde (globuline); ils sont *apla-*

*tis et discoïdes*. Cette transformation, à laquelle on a cru autrefois, ne compte plus aujourd'hui que de rares partisans, et personne n'a pu fournir les preuves directes de cette prétendue métamorphose. Il est vrai que le chyle puisé dans le canal thoracique est parfois rosé, et que le caillot du chyle, exposé au contact de l'air ou de l'oxygène, prend une coloration plus rouge encore; mais cela tient à ce que le chyle recueilli sur l'animal dans les vivisections renferme toujours une certaine proportion de globules du sang, le reflux du sang veineux pouvant s'étendre assez loin dans l'arbre chylifère. Quand le chyle est recueilli suivant le procédé de M. Colin (c'est-à-dire à l'aide de fistules au canal thoracique), au bout de peu de temps le liquide qui s'écoule est semblable à la lymphe (il est lactescent pendant la digestion); il ne renferme point de globules colorés et ne rougit pas quand on l'agite dans l'oxygène. Si les globules colorés du sang prenaient naissance dans le canal thoracique, la ligature de ce conduit devrait amener leur diminution dans le sang. En outre, dans l'ordre de l'évolution organique, la formation des globules rouges du sang précède évidemment celle du chyle et de ses éléments. Les globules rouges du sang se développent donc dans le système sanguin. Quant à spécifier le point précis de leur formation, la chose n'est guère possible dans l'état actuel de la science; et il n'y aurait rien de surprenant d'ailleurs à ce qu'elle s'accomplisse dans des points multiples<sup>1</sup>.

Les globules sont de tous les éléments albuminoïdes du sang le plus important, et celui à la constitution duquel toutes les autres substances azotées sont en quelque sorte subordonnées. Ils ont un commencement,

<sup>1</sup> On a dit que les globules prenaient naissance dans le sang, au moment du passage du sang dans les poumons, en s'appuyant sur ce que le sang artériel renferme un peu plus de globules que le sang veineux. Les expériences suivantes de M. Moleschott (confirmant une vue émise par nous autrefois) tendent à prouver que le foie est le lieu de formation des globules rouges. Cette doctrine s'accorde d'ailleurs parfaitement avec ce fait signalé par tous les observateurs, à savoir, que le sang artériel est plus riche en globules que le sang veineux; le sang qui vient du foie, en effet, s'écoule du côté du cœur droit, par conséquent vers les poumons, et gagne ensuite les cavités gauches du cœur.

Les expériences de M. Moleschott ont consisté à enlever le foie sur des animaux capables de résister longtemps à cette mutilation (les grenouilles, par exemple, peuvent survivre de huit à quinze jours). Plus de cent grenouilles ont été ainsi préparées par M. Moleschott. Il a constaté que, tandis que sur la grenouille saine la proportion des globules blancs du sang aux globules rouges est :: 1 : 8, au contraire, sur les grenouilles privées de foie, ce rapport devient :: 1 : 2.

Remarquons, en passant, que sur la grenouille le rapport *normal* entre les globules blancs et les globules rouges du sang est très-différent de ce qu'il est dans l'espèce humaine. D'après les recherches de M. Moleschott, le rapport du nombre des globules blancs aux globules rouges est en moyenne chez l'homme adulte :: 1 : 400. Il est chez l'homme une affection rare (qui deviendra moins rare sans doute aujourd'hui que l'attention est fixée sur elle), qu'on désigne sous le nom de *leucocythémie*. Dans cette maladie, le rapport entre les globules blancs et les globules rouges peut devenir :: 1 : 3, ou :: 1 : 2, ou même :: 1 : 1. Cette maladie tient vraisemblablement à ce que la rate et les autres glandes vasculaires sanguines hypertrophiées ont une puissance d'action exagérée. Mais ne pourrait-elle pas tenir aussi à une affection du foie?

une période d'état et une fin. Il faut aux globules du sang un certain temps pour réparer leurs pertes ; il leur faut aussi un certain temps pour se détruire ; d'où l'on peut conclure qu'ils vivent un certain temps. Fixer exactement leur durée n'est pas possible dans l'état actuel de la science ; mais on peut présumer, d'après les expériences de M. Holländer, que leur existence ne dépasse pas quelques jours. On sait d'ailleurs parfaitement que, quand, par une ou plusieurs pertes de sang, l'homme ou les animaux ont perdu une certaine proportion de globules, leur réparation ne s'effectue qu'après un temps plus ou moins long, et, tant que cette reconstitution n'a pas eu lieu, la nutrition est languissante ; tandis que la réparation de l'eau, celle de la fibrine, celle de l'albumine et des éléments organiques et salins du sérum se fait promptement. Ce qui prouve encore la destruction continue des globules du sang, c'est que, quand l'absorption digestive est supprimée ou amoindrie (inanition, nourriture insuffisante) (Voy. § 212), le chiffre des globules s'abaisse fatalement.

Parmi les matières dissoutes dans le plasma, il en est donc au moins une partie qui a passé par l'état vésiculaire ou par la phase globulaire, avant de s'échapper au travers des parois vasculaires pour servir à la nutrition. Les globules se développent sans doute aux dépens des matières albuminoïdes introduites dans le sang par le travail de la digestion, et ils se détruisent en abandonnant de nouveau dans les parties liquides du sang et sous un nouvel état les matières qui les ont formés.

## ART. I.

## PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA NUTRITION.

## § 197.

**Métamorphoses des diverses substances introduites dans l'organisme par la digestion.** — La digestion introduit dans l'organisme des éléments minéraux et des éléments organiques. Les éléments minéraux, tels que le soufre, le phosphore, le chlore, le silicium, le fluor, le calcium, le sodium, le magnésium, le fer, le manganèse, pénètrent, la plupart du temps, dans l'économie à l'état de sels. Les sels divers fournis par ces éléments sont dissous par l'eau ou par les liquides digestifs, et pénètrent en nature dans le sang. Quant aux matériaux organiques (d'origine animale ou végétale), ils y arrivent, ainsi que nous l'avons vu, sous forme de peptone ou d'albuminose (matières albuminoïdes), sous forme de matières grasses, ou sous forme de glycose (sucre et féculents).

Ajoutons à ces divers principes une grande quantité d'eau prise soit en nature, soit comme eau de composition de la plupart des matières de l'alimentation <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> L'eau, partout répandue dans l'organisme, constitue à peu près 75 pour 100 du poids du corps. Lorsqu'on dessèche le corps d'un cadavre dans une étuve, il perd environ 75 pour 100 de son poids, en eau qui s'évapore.

Les diverses substances prises comme aliments, et qui entrent dans le sang, sortent-elles nécessairement, après leurs métamorphoses, au travers des parois des capillaires, pour se fixer dans les tissus et en faire partie intégrante ? C'est ce qu'il n'est pas permis d'affirmer. Il est possible, il est même probable, que certains principes de l'aliment remplissent plus ou moins complètement leur rôle dans le sein même du torrent circulatoire.

Les changements chimiques que subissent les matières alimentaires depuis le moment de leur entrée jusqu'au moment de leur sortie par la voie des exhalations et des sécrétions sont incomplètement connus. Ce que nous connaissons surtout, ce sont les deux termes extrêmes du problème : d'une part, la constitution chimique de l'aliment ; de l'autre, la composition des produits de sécrétion et d'exhalation. Quant aux formes intermédiaires, nous les connaissons fort peu. Cependant, ainsi que nous allons le voir, les chimistes sont parvenus par des analyses délicates à mettre en évidence dans le sang et les divers tissus des principes qui représentent quelques-uns des termes intermédiaires <sup>1</sup>.

D'un autre côté, il serait tout à fait inexact d'affirmer que les diverses substances alimentaires se bornent simplement à se métamorphoser dans le sang pour former les divers produits de sécrétion. Pendant la période de *développement*, la fixation dans l'organisme des matières nutritives est démontrée par l'accroissement du corps. Dans l'amaigrissement qui suit l'inanition, le mouvement inverse est également démontré par les résultats. L'hypertrophie ou l'atrophie, qui surviennent partiellement dans certains organes et dans certains tissus, sont aussi des indices non équivoques d'accroissement et de décroissement, c'est-à-dire la conséquence de fixation de matière et de départ de matière. La chose est moins évidente quand l'homme ou l'animal adultes se maintiennent à un état d'équilibre tel, que les substances qui entrent et celles qui sortent sont sensiblement égales en quantité. Mais il est vrai de dire que cet équilibre n'est jamais absolu, et qu'il n'est que l'expression d'une moyenne qui embrasse généralement un certain nombre de périodes d'accroissement et de décroissement successifs.

## § 198.

**Métamorphoses des matières albuminoïdes, ou aliments plastiques.**

— Les matières azotées de l'alimentation (§ 11), quelles que soient les modifications moléculaires qu'elles éprouvent au moment de leur absorption, se reconstituent promptement dans le sang, à l'état d'albumine. L'albumine, dans le sang, prend part à la formation des globules. Les globules s'organisent au sein même de ce liquide, de la même manière que nous voyons les cellules organiques prendre naissance dans les formations embryonnaires <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Voyez pour plus de détails les ouvrages de MM. Robin et Verdeil, Liebig, Dumas, Schützemberger, Gorup-Besanez, Lehmann, Schmidt, etc.

<sup>2</sup> Il est probable que c'est dans les globules, et par l'intervention de l'oxygène absorbé

Le liquide nutritif, qui s'échappe des vaisseaux, contenant de l'albumine et de la fibrine, on peut en inférer déjà que les matières albuminoïdes de l'alimentation n'accomplissent pas toutes leurs métamorphoses dans l'intérieur même du système vasculaire ou au sein du sang lui-même, mais qu'elles prennent part à la nutrition proprement dite. Les matières albuminoïdes justifient ainsi le nom d'*aliments plastiques* que nous leur avons donné <sup>1</sup>.

dans les poumons, que se forme la fibrine du sang. La fibrine n'est, en effet, d'après M. Scherer, qu'un premier degré d'oxydation de l'albumine. Dans l'œuf des ovipares, la fibrine procède évidemment de l'albumine qui existe seule dans l'origine, et sa formation coïncide avec l'établissement de la respiration, c'est-à-dire avec l'absorption de l'oxygène de l'air au travers de la coquille. On conçoit d'ailleurs comment la fibrine, engendrée par les globules du sang, devient libre dans le plasma, par la destruction incessante des globules.

M. Smée a montré qu'un courant d'oxygène qui traverse du sang défibriné à la température de 36° donne naissance à de la fibrine.

<sup>1</sup> La fibrine a une tendance naturelle à la formation solide. C'est elle qui, dans les liquides exhalés hors des vaisseaux, se solidifie et concourt à la réparation des tissus. La fibrine, incessamment formée dans le sang, est incessamment exhalée hors des vaisseaux avec le liquide albumineux qui la contient, et elle se coagule spontanément hors des vaisseaux. Il est probable que, si la coagulation n'envahit pas celle qui circule dans le sang lui-même, c'est que la fibrine est exhalée au fur et à mesure de sa formation. Les 3 millièmes de fibrine qui se coagulent spontanément dans le sang extrait hors des vaisseaux par une saignée, au bout de dix à douze minutes (pour former le caillot), représentent vraisemblablement celle qui se serait exhalée au travers des parois capillaires, et solidifiée dans le même espace de temps dans l'organisme.

La fibrine, en sa qualité de matière coagulable, joue un rôle essentiel dans la nutrition des tissus, et elle peut être envisagée comme le point de départ des phénomènes d'organisation.

Il est probable que les divers composés albuminoïdes qui constituent les tissus procèdent de la fibrine. La plupart des tissus se distinguent, au point de vue chimique, de la fibrine du sang par une oxydation plus avancée. Il n'est pas possible pourtant d'affirmer que tous les tissus passent nécessairement par l'état intermédiaire de fibrine, et que quelques-uns d'entre eux ne procèdent pas directement de l'albumine que le plasma exhalé contient.

Les muscles, qui constituent une grande partie de la masse du corps (environ la moitié en poids), sont essentiellement constitués par la fibrine elle-même. La fibrine du sang est cependant déjà légèrement modifiée dans les muscles, quoiqu'elle ait sensiblement la même constitution élémentaire. On désigne quelquefois la fibrine des muscles sous le nom de *syntonine* (Lehmann), ou sous celui de *musculine* (Robin). C'est en quelque sorte une fibrine plus agrégée que la fibrine du sang. Une dissolution étendue d'azotate de potasse (1 partie de sel et 17 parties d'eau), qui dissout la fibrine du sang, ne dissout point la fibrine musculaire.

La fibrine du sang n'est pas elle-même complètement semblable dans tous les points du trajet circulatoire. Celle du sang de la veine porte se distingue par une grande mollesse et par la facilité avec laquelle elle se liquéfie à l'air, tandis que la fibrine extraite dans le même temps sur le même animal et dans d'autres vaisseaux se dessèche; c'est en quelque sorte une fibrine naissante. (Voyez, pour plus de détails, *Mémoire sur la rate et la veine porte*, dans les *Archives de médecine*, année 1848, J. Béclard.)

La base organique des divers autres tissus procède de la fibrine ou de l'albumine, en vertu de modifications peu connues (soit par une fixation d'oxygène et d'hydrogène dans les proportions de l'eau, soit par une fixation d'hydrogène et d'azote dans les proportions de l'ammoniaque). Ainsi prennent naissance les nombreux *tissus qui donnent*

Les tissus sont eux-mêmes, dans leur épaisseur, le théâtre de transformations chimiques variées, et passent par une succession de produits intermédiaires qui rentrent, sous forme soluble, dans le sang, où ils constituent ce qu'on nomme les *matières extractives*. Ces matières elles-mêmes, qui ne sont vraisemblablement que des degrés plus ou moins avancés d'oxydation des matières albuminoïdes, ne sont pas complètement connues. Cependant, à mesure que la science progresse, on est de plus en plus disposé à les considérer comme les produits d'oxydation successive des tissus d'origine albumineuse, dont les derniers termes sont l'acide urique et l'urée <sup>1</sup>. L'oxydation commence donc dans les vaisseaux (transformation de l'albumine en fibrine), se continue dans l'épaisseur des tissus eux-mêmes, et s'achève ensuite dans le sang, quand les matériaux des tissus y rentrent à l'état de matières extractives. C'est ainsi, par exemple, que l'on trouve dans les muscles divers produits (créatine, créatinine) qui ne sont que des degrés plus ou moins avancés de l'oxydation de la fibrine <sup>2</sup>.

Comme dernier terme des métamorphoses des matières albuminoïdes, nous avons enfin l'urée et l'acide urique. L'acide urique lui-même (Voy. § 176) est un produit d'oxydation moins avancé que l'urée <sup>3</sup>, et il y a dans l'urine d'autres matières extractives (très-variables en quantité) qui

*par la coction de la gélatine* (tissu conjonctif proprement dit, tissu organique des os ou *osséine*, tissus des tendons, des ligaments, des membranes fibreuses, tuniques des vaisseaux, derme cutané, derme muqueux, membranes séreuses et articulaires); ainsi prend naissance la *chondrine*, qui forme la base des cartilages temporaires et des cartilages permanents; l'*élasticine*, qui forme la base des ligaments élastiques; la *neurine*, qui forme la partie centrale (axe central) des tubes nerveux, et qui ressemble beaucoup, par ses propriétés chimiques, à la fibrine musculaire.

<sup>1</sup> A. Béchamp, en soumettant l'albumine à l'action oxydante de l'hypermanganate de potasse, est parvenu à former de l'urée.

<sup>2</sup> La créatine et la créatinine existent non-seulement dans le suc de la viande, mais encore dans le sang, et en très-faible proportion dans l'urine normale. La créatinine est probablement un produit plus avancé d'oxydation que la créatine, dont elle diffère par une diminution d'hydrogène et d'oxygène dans les proportions de l'eau. Ces deux substances peuvent donner naissance à l'urée lorsqu'on les fait bouillir avec des alcalis.

La leucine et la tyrosine sont aussi au nombre des matières extractives azotées qui prennent naissance aux dépens des tissus, et particulièrement des tissus glandulaires. On les a rencontrés dans le sang, dans les poumons, dans le foie, dans la rate, dans le thymus, dans les glandes salivaires, et aussi en petites proportions dans l'urine. On peut préparer artificiellement la leucine en traitant à chaud les matières albuminoïdes et aussi la gélatine, par l'acide sulfurique étendu. Quant à la tyrosine qui existe ordinairement dans les tissus en plus faible proportion que la leucine, on peut aussi l'obtenir directement en traitant les matières albuminoïdes, et en particulier la caséine, par la potasse. La leucine et la tyrosine prennent encore naissance dans la putréfaction de beaucoup d'organes, et notamment de la rate.

D'après M. Staedler, quand on oxyde la tyrosine à l'aide de l'acide azotique, on obtient une matière colorante rouge azotée analogue à la matière colorante du sang.

<sup>3</sup> M. Gorup-Besanez a montré qu'on peut obtenir de l'urée en soumettant l'acide urique à l'action oxydante de l'oxygène ozonisé dans un milieu alcalin. L'urée elle-même se transforme dans les mêmes conditions en acide carbonique et en ammoniaque.

représentent des degrés moins avancés encore d'oxydation <sup>1</sup>. La plus grande partie des matières albuminoïdes traverse donc une série de métamorphoses, en vertu desquelles elles passent de l'état organique à l'état inorganique ou *crystallisable*, et c'est sous cette forme qu'elles sont rejetées au dehors par la voie des reins <sup>2</sup>.

## § 199.

**Métamorphoses des aliments non azotés (ou hydrates de carbone).**

<sup>1</sup> Lorsque les produits d'oxydation imparfaite dépassent dans le sang une certaine proportion, leur présence, généralement en rapport avec une gêne profonde de la respiration, se traduit par des phénomènes nerveux graves.

<sup>2</sup> Nous avons vu que l'urée a été aussi retrouvée en petites proportions dans le sang. Dans l'état pathologique, on la trouve dans le liquide des séreuses, dans le corps vitré, dans la salive, etc. L'acide urique a été rencontré dans la rate, dans les poumons, dans le foie.

Les matières albuminoïdes ou matières azotées neutres ne se transforment pas intégralement en acide urique, en urée et en matières extractives de l'urine. La bile, qui s'écoule dans l'intestin et qui est expulsée avec les matières fécales, renferme des produits de combustion incomplète (acide cholique) acide choléique qu'on peut regarder aussi comme le résultat des métamorphoses des matières albuminoïdes, sous l'influence oxydante de l'oxygène. Les principes biliaires des excréments (acide cholique, acide choléique) contiennent moins d'azote que l'urée et l'acide urique. Est-ce à la formation de ces principes qu'il faut rattacher cette petite proportion d'azote qui devient libre dans le sang et qui s'échappe par les poumons? On en peut dire autant de la très-faible proportion des matériaux azotés de la transpiration cutanée.

Nous avons vu que les animaux exhalent normalement une petite proportion d'azote (voy. § 141). Dans la série des transformations qu'éprouvent l'albumine et ses dérivés, sous l'influence de l'oxygène, toute l'azote de ces substances n'est donc pas utilisée à la formation des produits nouveaux, et une petite proportion s'échappe à l'état de liberté.

Rappelons encore que, chez les animaux carnivores qui font usage d'une nourriture exclusivement azotée, il se forme, comme chez les herbivores, du sucre dans le foie, aux dépens de la matière glycogène. Or, cette matière intermédiaire, si elle ne procède pas des matières grasses, ne peut être engendrée que par les éléments azotés de l'organisation, puisque les matières féculentes et sucrées font défaut dans l'alimentation. La distinction entre les aliments plastiques et les aliments respiratoires, fondée d'une manière générale, ne doit donc pas être considérée comme absolue.

C'est ici le lieu de rappeler que, si les matières hydrocarbonées ou ternaires de l'alimentation sont impropres à se transformer dans l'économie en tissus quaternaires ou azotés, il est très-vraisemblable que les matières azotées neutres ou albuminoïdes peuvent donner naissance, dans leurs métamorphoses régressives, à des composés transitoires non azotés. On sait que la putréfaction de la fibrine donne naissance à des acides gras, l'acide valérianique et l'acide butyrique; que la putréfaction des cadavres, sous l'eau, est accompagnée de la production d'un savon ammoniacal, par dédoublement de la matière des muscles qui se transforme partiellement en une substance grasse dite *gras de cadavre*. Plus récemment M. Berthelot a obtenu du sucre en traitant la chitine (tégument azoté des insectes et des crustacés), par l'acide sulfurique à froid. MM. Bœdeker et Fischer ont obtenu, par l'action de l'acide chlorhydrique sur les cartilages, une matière fermentescible réduisant la liqueur cupro-potassique. M. Tigri, dans des expériences tentées sur des gallinacés, aurait constaté la transformation directe des globules rouges du sang en vésicules adipeuses, au sein des épanchements sanguins. M. Tigri croit même que cette transformation des globules rouges en vésicules adipeuses peut avoir lieu dans les voies de la circulation.

— Les matières féculentes de l'alimentation absorbées à l'état de sucre (glycose) et les matières grasses absorbées en nature circulent pendant quelque temps avec le sang (Voy. § 164), et finissent enfin par disparaître. La disparition du sucre et de la graisse introduits par la digestion dans le sang est un phénomène d'oxydation lié à l'introduction incessante de l'oxygène par la voie des poumons, et la principale source de la chaleur animale. Le dernier terme de l'oxydation du sucre <sup>1</sup> et des matières grasses consiste en eau et en acide carbonique, et ces produits sont éliminés de l'organisme par des voies diverses, c'est-à-dire par le poumon, par les reins et par la peau (Voy. *Respiration* et *Sécrétions*).

Dans l'état normal, lorsque l'homme ou l'animal sont dans un équilibre parfait, c'est-à-dire lorsqu'ils n'augmentent ni ne perdent en poids, il est probable que les aliments dont nous parlons éprouvent leurs transformations successives dans le sang lui-même, et sont expulsés hors de l'organisme à l'état d'eau et d'acide carbonique, sans avoir fait partie intégrante de nos tissus. Lorsque l'animal augmente de poids, les aliments non azotés concourent pour une grande part (pour la plus grande part) à l'augmentation de son poids: on dit alors que l'animal *engraisse*. Les matières grasses s'accumulent dans les tissus, où elles s'entourent de vésicules spéciales. Non-seulement les matières grasses de l'alimentation peuvent former des dépôts adipeux dans l'organisme, mais les féculents eux-mêmes, c'est-à-dire la glycose, peuvent se transformer en graisse.

La réalité de ce dernier phénomène a été mise hors de doute par les expériences de M. Liebig. Voici, entre autres, deux exemples bien concluants. Une oie maigre, pesant 4 livres, est mise au régime exclusif du maïs (riche en fécule). En trente-six jours elle augmente de 5 livres, et, bout au de ce temps, on peut en extraire 3 livres et demie de graisse. Il est évident que la graisse ne s'est pas trouvée toute formée dans la nourriture, car les 24 livres de maïs employé ne contiennent pas leur millième de graisse en poids, et, d'autre part, l'oie maigre, qui pesait 4 livres, n'avait évidemment pas 3 livres et demie de graisse dans ses tissus. Un cochon reçut, pendant 13 semaines, 333 livres de pois et 2,275 livres de pommes de terre, c'est-à-dire en tout 8 livres et demie de matière grasse; avant d'être soumis au régime de l'engraissement, il avait au plus 18 livres de graisse dans ses tissus (résultat d'analyses faites sur plusieurs animaux de même taille et de même poids). Après l'engraissement, cet animal donna 50 livres de graisse. Évidemment une grande partie des matières grasses s'étaient formées dans ses tissus aux dépens des féculents.

<sup>1</sup> Lorsqu'on soumet le sucre à l'action oxydante de l'oxygène ozonisé dans un milieu alcalin, il donne de l'acide carbonique, de l'eau et de l'acide formique. L'acide formique, par une oxydation plus avancée et à l'aide des mêmes agents, se transforme également en acide carbonique.

L'acide butyrique se comporte comme le sucre en présence des alcalis et de l'ozone (Gorup-Besanez).