

Passablement dans le sang (*glycémie*); un peu dans l'urine ;
Beaucoup dans le sang ; beaucoup dans l'urine.

Il y a une oscillation physiologique dans la teneur du sang en glycose, et dans les cas où il y a glycémie normale prononcée, la *glycosurie*¹ survient aisément sous l'influence d'une alimentation fournissant des hydrates de carbone (hyperglycémie alimentaire). Le sucre du sang est renfermé dans le sérum.

En dehors du cas où le sucre passe dans l'urine, il disparaît entièrement dans les tissus, brûlé sans doute dans les capillaires ; il ne se dépose et s'accumule dans différents tissus, en attendant d'être utilisé, que du glycogène, non du glycose. Celui-ci est fort oxydable, mais il ne s'oxyde réellement que dans les tissus, non dans les poumons, comme l'a cru Pavy. C'est le tissu musculaire qui est le siège principal de cette oxydation, car le glycose disparaît plus vite dans des muscles actifs que dans des muscles au repos (Chauveau) et le diabète curarique a été expliqué par l'impossibilité où se trouvent les muscles d'oxyder le glycose du sang.

Troisième fait. Ce fait, c'est que certaines lésions du système nerveux produisent la glycosurie, due à une hyperproduction de sucre. Cl. Bernard a montré ce fait, par sa célèbre expérience de la piqûre du plancher du quatrième ventricule.

¹ Quand la glycosurie, qui résulte de l'exagération de la glycémie, devient permanente, on dit qu'il y a *Diabète sucré* ou diabète vrai, distinct du *Diabète insipide*, où il y a polyurie, mais qui n'a aucun rapport avec le diabète vrai. La glycosurie est le plus souvent un phénomène passager : quand elle persiste et s'accompagne d'un ensemble bien connu de symptômes (polydipsie, polyurie, polyphagie, troubles de la nutrition, etc.), il y a diabète vrai ; bien qu'il ne reçoive que des aliments azotés, l'organisme fabrique et excrète du sucre en abondance. Cl. Bernard explique le diabète par une production exagérée de sucre, due à une exagération du travail de désassimilation, et selon toute probabilité placé sous la dépendance du système nerveux. Mais y a-t-il exagération de production de sucre, ou bien (Lépine, Minkowski) diminution de la *glycolyse* ou destruction du sucre qui serait, elle, due à un *ferment glycolytique* lequel, capable de détruire 25 p. 100 chez l'homme sain, ne détruirait plus que 1,6 p. 100 chez le diabétique ? (M. Arthus considère, il est vrai, la glycolyse comme un phénomène cadavérique.)

Cette piqûre produit de la glycosurie et de la polyurie temporaires. Cependant la glycosurie ne se produit pas si le foie a été extirpé (Winogradoff), si le foie est dépourvu de glycogène, et si l'ingestion de sucre a lieu après la piqûre (Dock) ; la section préalable des splanchniques empêcherait l'action de la piqûre de se produire. Il est très malaisé d'interpréter les résultats de l'expérience de Cl. Bernard. Non seulement le mécanisme de la glycosurie échappe, mais on ne voit guère par quelles voies s'opère l'influence du système nerveux sur le foie. Cl. Bernard a cru expliquer la glycosurie par une congestion, une vaso-dilatation du foie ; mais celle-ci se rencontre sans qu'il y ait glycosurie. On a encore invoqué un réflexe du poumon sur le foie par les pneumogastriques, réflexe que l'excitation par piqûre près des origines du pneumogastrique, augmenterait. Mais la section des pneumogastriques n'empêche pas la glycosurie. Que les excitations périphériques aient une influence sur la glycogénèse, cela n'est point douteux : on produit sous leur influence un diabète temporaire, dû à une vaso-dilatation du foie, mais non la glycosurie expérimentale. La voie par laquelle l'encéphale agit sur la glycogénèse semble être plutôt le sympathique (Schiff, Moos, etc.) et non le pneumogastrique. La section des sympathiques du foie empêche la production de la glycosurie.

La nature de l'influence exercée par la piqûre du quatrième ventricule sur la production du sucre a été fort discutée. Il faut pour la glycosurie expérimentale, une *congestion* du foie, et l'on a discuté la question de savoir si celle-ci est directe ou indirecte. Laffont, qui a récemment étudié la question, croit à une vaso-dilatation directe, active, et non à une hypérémie passive due à une lésion de l'innervation vaso-constrictive. Cette dernière cause existe dans certains cas ; il peut y avoir des congestions hépatiques ayant pour origine une lésion, une paralysie des vaso-constricteurs, mais le plus souvent la lésion porte sur les vaso-dilatateurs, c'est-à-dire qu'il y a

excitation des vaso-dilatateurs hépatiques. La piqûre du quatrième ventricule produit une vaso-dilatation directe ; celle-ci est réflexe quand elle résulte d'une excitation médullaire ou d'une excitation de nerfs sensitifs. Les dilatateurs passent par les deux ou trois premières paires dorsales, d'où ils rejoignent le sympathique et les splanchniques. La glycosurie par influence nerveuse peut donc reconnaître deux causes : une action réflexe, et alors les nerfs sensitifs agissent indirectement par la moelle sur les centres dilatateurs du quatrième ventricule ; et une action directe, expérimentale ou traumatique, sur ces centres, ou sur les nerfs qui en transmettent les impulsions. En tout cas pour qu'il y ait glycosurie, il faut qu'il y ait glycémie, et cette dernière reconnaît pour cause une vaso-dilatation du foie. Notons qu'à l'exemple de la presque totalité des lésions de l'appareil nerveux, le surcroît d'activité produit dans le quatrième ventricule par la piqûre est bientôt suivi d'une paralysie due à la lésion même, paralysie telle que ni les excitations directes, ni les excitations réflexes ne peuvent faire réparer la vaso-dilatation.

Il convient de remarquer que la théorie classique de Cl. Bernard, qui vient d'être exposée, a récemment été attaquée par des expérimentateurs de grand mérite. Seegen et Kratschmer concluent en effet de leurs expériences qu'il n'y a pas destruction de glycogène parallèle à la formation de glycose (sauf chez le lapin). Toutefois, ce n'est point assez pour faire abandonner la doctrine de Cl. Bernard.

En somme le glycose introduit dans l'organisme se transforme dans le foie en glycogène (isomère de l'amidon), et ce glycogène se dépose en partie dans le sang, en partie dans les tissus. Pour être utilisé, il est retransformé en glycose par un ferment hépatique spécial. Ce glycogène ne provient pas seulement du sucre des aliments : il provient aussi des transformations des albuminoïdes (peptones) et des graisses, peut-être. On se demande pourquoi s'opère cette transforma-

tion du glycose en glycogène et ensuite la transformation inverse. L'accumulation de glycogène serait-elle exempte d'inconvénients qu'offrirait l'accumulation de glycose ? Cela est vraisemblable. Quoi qu'il en soit, le rôle du glycose dans l'organisme est très important.

D'une part, il sert à constituer les forces, et surtout à fournir du travail et de la chaleur par sa combustion : à lui seul il produit les trois quarts de la chaleur dégagée dans l'organisme, et on ne peut, avec Rouget et d'autres encore, le regarder comme un produit de désassimilation ; c'est au contraire un aliment essentiel. D'un autre côté, il permet d'épargner l'albumine qui, n'ayant pas à être comburée pour les besoins de l'organisme, n'est pas soustraite aux tissus qu'elle concourt à former, et, si elle est en excès, peut se déposer en réserve sous forme de graisse, selon toute probabilité. Il concourt donc doublement à l'adipogénie et à l'entretien de la vie.

Eau et matières minérales. — Ces substances, nous l'avons vu, sont absorbées en nature, et n'ont point besoin, semble-t-il, de subir une élaboration digestive pour pouvoir pénétrer dans l'organisme ; une réserve paraît nécessaire, car, en réalité, il n'a point été fait de recherches approfondies permettant de trancher la question. Elle ne s'applique point à l'eau, toutefois, cette substance pénètre directement, et sans modifications, dans l'organisme ; elle est absorbée par les veines de l'intestin, elle circule par tout le corps d'où elle est éliminée, plus ou moins chargée de produits de désassimilation solubles, par le rein, par la peau, par les poumons, par la muqueuse nasale, etc. Elle est le véhicule indispensable, c'est par elle que se font les transports de matériaux à l'intérieur du corps, les échanges, etc. Il s'en fait une déperdition incessante et dans l'inanition absolue, dans les cas où il y a privation de liquides aussi bien que de solides, cette déperdition hâte notablement l'échéance fatale (expérience de Laborde).

Certains sels subissent probablement des modifications plus ou moins importantes au cours de la digestion, et à l'intérieur de l'organisme. Nous savons par exemple qu'une poule pondeuse, privée de calcaire de façon à peu près absolue, continue néanmoins à pondre des œufs pourvus de leurs coquilles, à condition qu'une certaine quantité de sulfate de chaux soit ajoutée à sa ration alimentaire, comme l'ont montré Irvine et Woodhead¹. Or, la coquille des œufs ainsi produits étant composée de carbonate et non de sulfate de chaux, il faut bien que le sulfate se soit transformé en carbonate dans l'organisme, et peut-être y a-t-il d'abord transformation en phosphate, puis enfin en carbonate? Quoi qu'il en soit de ce point délicat et encore peu connu, il était nécessaire de signaler la possibilité de certaines métamorphoses.

Il est certain que les sels inorganiques de l'alimentation sont nécessaires à l'organisme, pour remplacer ceux qui s'éliminent sans cesse sous une forme ou une autre. Michael Foster² a nourri des animaux avec des aliments artificiellement privés — ou à peu près privés — de leurs sels, et a constaté un dépérissement rapide, si rapide même que ses animaux mouraient plus tôt qu'ils ne l'eussent fait s'ils avaient été soumis à l'inanition pure et simple. C'est qu'en effet, non seulement il ne les nourrissait guère, mais par surcroît, il les empoisonnait. Les albuminoïdes contiennent du soufre (de 0, 5 à 1, 5 p. 100) qui forme de l'acide sulfurique, lequel, s'il ne peut être neutralisé par les sels basiques, s'attaque aux bases des éléments cellulaires et des tissus, et détruit ceux-ci (Bunge). Et ce qui le démontre, c'est qu'en ajoutant à l'alimentation privée de sels, la quantité de sels nécessaire pour cette neutralisation, la survie est beaucoup plus considérable, et celle-ci n'existe que si les sels ajoutés permettent cette

¹ Voir le résumé de ces expériences par H. de Varigny, *Rev. Scientifique*, 20 février 1892, p. 251.

² Voir son excellent *Text-Book of Physiology*.

neutralisation. Néanmoins les animaux meurent, et leur mort semble être due à l'absence d'éléments minéraux. Ces éléments sont très variés; laissant de côté le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote qui sont fournis par l'eau et les aliments organiques, ce sont: le soufre, qui forme partie de l'albumine, et qui se montre aussi sous forme de sulfates; le phosphore qui se rencontre surtout à l'état de phosphates (de chaux, soude, potasse et magnésie) et qui contribue à former certaines substances organiques comme la lecthine, la nucléine, etc.; il se trouve dans tous les tissus vivants, et c'est une indication suffisante de son importance; le chlore, introduit sous forme de chlorure de sodium surtout, qui fournit l'acide chlorhydrique du suc gastrique, et qui se trouve dans tous les tissus sous forme de chlorure de potassium ou de sodium; le fluor (traces dans les os, dents, sang, etc.), dont le rôle échappe ainsi que celui du silicium; le sodium abondant à l'état de chlorure (200 grammes pour un corps d'adulte moyen) dans le sang, et les autres liquides, et qui est introduit sous cette forme avec les aliments; il joue un rôle considérable dans la diffusion et la nutrition; le potassium, abondant à l'état de chlorure, dans les parties solides du corps — alors que le chlorure de sodium domine dans les parties liquides — indispensable à l'alimentation comme l'a montré Kemmerich en privant un chien de sels de potasse, mais peut-être plus stimulant que nutritif, en tous cas aisément toxique; le calcium, dans de nombreuses combinaisons dont les principales sont le phosphate (dans tous les liquides de tous les tissus: 80 p. 100 dans les os et dents) et le carbonate, qui provient des aliments et de l'eau surtout sous forme de carbonate et se transforme sans doute en phosphate dans le tube digestif, pour aller former le squelette, d'où la nécessité de beaucoup de calcium dans les aliments de l'enfant. « La chaux, dit Bunge, est la seule substance inorganique qui doive nous préoccuper dans le choix des aliments de l'enfant. » Mais il considère comme absolument

irrationnelle l'habitude d'administrer cet élément sous forme inorganique, il le faut donner incorporé naturellement aux aliments, et un litre de lait renferme plus de chaux (1 gr. 7) qu'un litre d'eau de chaux artificielle (1 gr. 3). Citons encore le magnésium qui se trouve sous forme de phosphate surtout, dans la plupart des tissus; le fer enfin, indispensable à l'hémoglobine, et sur le mode de pénétration duquel on n'est guère fixé. Cet élément ne se résorbe guère, en effet, et Bunge pense qu'en réalité il ne pénètre dans l'organisme que sous forme de combinaisons encore obscures avec des substances organiques. Citons aussi — pour mémoire — le manganèse, le brome, l'iode, l'aluminium, le cuivre, peu abondants d'ailleurs, et dont le rôle physiologique échappe.

Nous avons dit plus haut que l'oxygène est fourni par les aliments, mais chacun sait que cela n'est vrai que d'une partie de ce gaz; c'est la respiration qui en fournit le plus, et la majeure partie de cet *aliment*, véritable aliment au même titre que les hydrates de carbone par exemple, aliment d'entretien ou de combustion, est fournie non par le tube digestif, mais par le poumon. Et tandis que la plupart des substances minérales traversent l'organisme sans s'y modifier considérablement, ou bien en modifiant, sans servir à la production d'énergie, mais en servant un peu à la réparation des tissus, et surtout au remplacement de substances éliminées, l'oxygène, lui, se modifie dans sa presque totalité; il va former des combinaisons nombreuses, avec dégagement d'énergie, de chaleur plus ou moins marquée, il va permettre l'oxydation des aliments dans les tissus, comme nous le verrons plus loin.

Il nous reste à considérer maintenant le rôle, dans l'anabolisme, des substances connues sous le nom d'aliments d'épargne: thé, café, alcool, coca, etc., peut-être le bouillon même, d'après Bunge.

Ces substances ont un rôle nutritif qui semble nul. Elles nous plaisent par leur odeur ou leur saveur, ou par leur

fumet, par la sensation mixte d'odorat et de gustation qu'elles nous procurent; elles nous stimulent encore. Voici l'alcool, par exemple: son goût, et son odeur nous attirent. D'autre part, il est comburé dans l'organisme, et on en conclura qu'il *épargnera* la combustion d'aliments véritables, d'où une économie sur ceux-ci, un avantage réel dans le cas où ces derniers manquent. Mais l'alcool ne peut remplacer les aliments dans la réparation des tissus, et d'autre part, s'il est brûlé, a-t-il produit un dégagement de chaleur, il accroît la perte de calorique par la vaso-dilatation: la température baisse en définitive et l'épargne est donc peu de chose, et, en somme, prendre de l'alcool pour accroître ses forces, c'est augmenter le tirage d'un foyer sans ajouter de charbon. Le thé et le café sont des excitants cérébraux, simplement; le cacao est excitant aussi, mais il renferme encore quelques principes nutritifs. La coca est un excitant de la nutrition (d'après Rabuteau): elle augmente les dépenses, en même temps qu'elle les masque; elle produit en effet une sorte d'anesthésie (Gazeau). En somme, les prétendus aliments d'épargne excitent le système nerveux et accroissent la désassimilation, et traversent l'organisme sans se modifier. Ils ont d'ailleurs une composition chimique qui les rapproche bien plus des matières de désassimilation que des aliments, et ce sont bien plutôt des moyens de dépense organique que d'épargne.

Processus cataboliques. — Parvenues dans l'intimité des tissus, qu'elles aient ou non subi des modifications pour devenir assimilables, les substances alimentaires organiques ou inorganiques font partie de ces tissus pour un temps, ou servent à leur entretien. Quelle que soit leur fonction, il vient un moment où celle-ci est remplie, où ces substances, par cela même transformées en des combinaisons nouvelles, ont cessé de pouvoir être utiles à l'organisme, et où leur élimination est devenue nécessaire. Il nous faut considérer

quelles sont ces combinaisons nouvelles, quels sont ces produits de désassimilation résultant de la vie même des tissus et de leur mode d'utilisation des substances alimentaires, et de quelle façon ils s'éliminent, étant devenus non seulement inutiles, mais même dangereux, comme l'air qui a passé par un foyer est non seulement devenu impropre à entretenir celui-ci, mais l'éteindrait sans faute si l'on s'avisait de l'y faire passer de nouveau.

Produits de désassimilation des hydrocarbonés. — Les hydrocarbonés présents dans l'organisme sont assez nombreux. Voici d'abord le glycogène. Une partie s'en transforme en glucose, et nous verrons plus loin quel est le sort de celui-ci. Mais le glycogène qui ne se transforme pas, que devient-il? Sous quelle forme est-il éliminé, après utilisation? Il s'oxyde, il se combine avec l'oxygène, en formant tantôt de l'*acide lactique* seul, ainsi que cela s'observe dans les muscles soumis à un travail excessif, ou tétanisés, mais l'acide lactique se produit aussi au cours de la destruction des albuminoïdes; tantôt de l'alcool et de l'acide carbonique, l'alcool se transformant à son tour en d'autres produits; tantôt enfin, en acides carbonique, acétique, et formique, etc., et en eau. Le glucose, quelle que soit son origine, et nous avons vu qu'elle est multiple, se détruit dans tous les tissus, et surtout durant l'activité de ceux-ci, comme l'ont montré les expériences de Chauveau et Kaufmann sur le muscle masséter du cheval et sur les glandes. Comme le glycogène, il est oxydé; il fournit de l'acide lactique, de l'acide carbonique, peut-être de l'alcool et de l'acide oxalique, ainsi que les acides acétique, formique, butyrique, etc. Mais, à la vérité, il n'y a peut-être pas toujours oxydation; il peut y avoir aussi fermentation. Toutefois ce point est encore obscur. Cl. Bernard croyait surtout à la destruction par fermentation. L'inosite, sucre assez abondant dans le tissu musculaire (dans le cœur surtout), se transforme en acide

carbonique et eau, probablement en donnant d'abord de l'acide lactique. Il n'y a pas à s'occuper spécialement de la dextrine, elle se transforme en glucose, et il en va de même du sucre de canne, et sans doute aussi du lactose ou sucre de lait, qui n'est du reste qu'une combinaison de glucose et de galactose, et du maltose.

En résumé, les sucres, dont il existe d'ailleurs une grande variété, dans les plantes principalement, se brûlent dans l'intimité des tissus, se combinent à l'oxygène, et forment de l'*acide carbonique*, qui est exhalé par les poumons (et la peau) et de l'*eau*, qui est expulsée par les mêmes voies. Ce sont là les termes ultimes du processus: la transformation peut être moins directe; il peut se former de l'acide lactique ou plutôt des acides lactiques qui se décomposent directement en eau et acide carbonique, ou forment d'abord des acides divers (butyrique, acétique, etc.), en s'oxydant. Ces acides lactiques peuvent aussi se détruire par fermentation; de toute façon ils concourent à la production de la chaleur animale.

Produits de désassimilation des matières grasses. — Ces substances peuvent bien s'éliminer en nature, dans une certaine proportion, par la matière sébacée, le lait, les épithéliums, etc., mais la plus grande partie s'élimine sous forme d'*acide carbonique* et d'*eau*, par les poumons et la peau: c'est-à-dire qu'ici aussi, il y a des transformations importantes. Comme la désassimilation et l'élimination des corps gras est proportionnelle à la consommation d'oxygène, on conclut que les graisses s'oxydent, se combinent avec l'oxygène, comme les hydrocarbonés. On sait d'ailleurs que les corps gras sont calorigènes par excellence: 100 grammes de graisse produisent autant de chaleur que 211 grammes d'albuminoïdes et que 240 grammes de fécule; de là l'emploi abondant des corps gras dans l'alimentation sous les climats froids. Mais comment s'opère la désassimilation? On ne sait

trop. Il semble que ces corps se dédoublent en acides gras et en glycérine — sous l'influence de quelque ferment — qui, en s'oxydant ensuite, fournissent de l'acide carbonique et de l'eau.

Produits de désassimilation des albuminoïdes. — Acide carbonique et eau, tels sont les termes ultimes de la désassimilation des graisses et des sucres, qui sont des agents de calorification, des substances de combustion. Avec les albuminoïdes, la nature de ces termes est changée : ou plutôt leur nombre est accru : à l'acide carbonique et l'eau se joignent les *uréides*, ou en définitive, l'urée. Il y a toute une série de formes intermédiaires. Certaines d'entre elles sont si voisines des premiers que l'on n'ose encore les considérer comme des substances de désassimilation : tel est le cas pour la *lécithine* et le *protagon* qui se trouvent surtout dans le tissu nerveux, et qui servent peut-être à le nourrir, ou mieux à le protéger (A. Gautier). Mais l'hésitation n'est pas permise pour les autres corps, tels que l'*allantoïne*, l'*alloxane*, la *xanthine* qui se trouve dans presque tous les organes et liquides du corps; la *sarcine* qui accompagne généralement la xanthine; le *glycocolle*, qui contribue à la formation de l'acide glycocholique; l'acide *hippurique*, abondant chez les herbivores et rare chez les carnivores, dont l'origine et la formation sont encore peu claires, bien qu'il provienne incontestablement des aliments végétaux; la *leucine*, qui se rencontre surtout dans le tissu des glandes, et qui s'élimine non pas directement, mais après transformation en produits divers (acides gras, ammoniac, urée?); la *tyrosine* qui accompagne la leucine et s'élimine principalement sous forme de phénol après avoir passé par une série complexe de transformations chimiques; le *phénol*; l'*indol* qui est éliminé sous forme d'indol et d'indican; la *créatine* qu'on trouve surtout dans les muscles, les nerfs, le sang (pas dans les glandes) et qui s'élimine par l'urine sous forme de *créatinine*

en laquelle elle se transforme très facilement (lors de la contraction musculaire? dans le rein? etc.). La discussion des classifications proposées à l'égard de ces substances sort des cadres de cet ouvrage, mais nous tenons à signaler la classification établie par A. Gautier qui distingue :

a. Les *uréides* (alloxanes, alloxantine, murexide, acide oxalurique, allantoïne, urée, acide urique, urates), qui donnent toutes de l'urée, ou les éléments de l'urée, au nombre de leurs dérivés.

b. Les *leucomaines*, qui renferment l'azote sous forme d'amidogène (AzH²) ou d'imidogène (AzH).

c. Les *acides amidés*, qui donnent des sels ammoniacaux : parmi ces acides, nous signalerons le glycocolle, la leucine, la sarcosine, la cystine, l'acide hippurique, la tyrosine, etc., dont il a été dit un mot. Mais nous n'avons guère parlé des leucomaines, ou bases animales qui proviennent, elles aussi, du dédoublement des albuminoïdes, et s'éliminent, normalement, par les urines. M. A. Gautier les divise en deux catégories : *leucomaines xanthiques*, voisines de la série urique, comprenant la sarcine, la xanthine et ses nombreux alliés (hydroxanthine, pseudoxanthine, paraxanthine, etc.), la guanine et son dérivé la guanidine, la carnine, la caféine et la théobromine; *leucomaines créatiniques* dont la créatine est le type, et à laquelle il faut ajouter la créatinine et quelques corps voisins; et enfin quelques *bases animales* qui ne rentrent pas dans les deux familles précédentes, comme la choline, la nervine, la lécithine, la protamine, la spermine, les venins (de la salamandre, du crapaud, du triton, du cobra, divers alcaloïdes de l'urine normale ou pathologique); enfin les ptomaines produites par la putréfaction des tissus : cadavérine, méthylamine, etc.

De ces nombreuses matières, l'urée est la plus importante; beaucoup d'entre elles finissent en effet par former ce composé qui, avec l'acide carbonique et l'eau, représente le terme ultime de la désassimilation de la plupart des albuminoïdes,

et qui renferme la presque totalité de l'azote provenant de ceux-ci. C'est dire qu'on ne peut plus admettre la transformation *directe* des albuminoïdes en urée, comme on l'a fait : l'urée se forme en grande partie aux dépens des substances sus-énoncées qui représentent déjà des phases de désintégration. L'urée se forme probablement dans le foie : c'est dans le foie que la créatine, la sarcine, etc., formée dans les tissus, se transforment en urée ; le sang qui en sort en renferme deux fois plus que le sang qui y entre (de Cyon) ; peut-être la rate sert-elle aussi à former de l'urée ; et ce qui tend à faire attribuer au foie un rôle important dans la production de l'urée, c'est le fait que dans le cas d'atrophie aiguë de cet organe, l'urée disparaît ou diminue dans les urines, tandis que la leucine, la tyrosine, etc., s'y trouvent en quantité exagérée. Comme l'urée, l'*acide urique* est un des termes ultimes de la désassimilation des albuminoïdes. Il existe presque seul dans l'urine des oiseaux et reptiles, et dérive probablement de la guanine, de la sarcine, etc. ; à la différence de l'urée, il semble se former dans tous les tissus et non dans le foie. Une partie au moins de l'acide urique semble pouvoir se transformer en urée. Chez les herbivores l'acide urique est remplacé par l'*acide hippurique* formé d'acide benzoïque (fourni par les aliments végétaux) et de glycolle.

Les processus cataboliques dont les produits viennent d'être énumérés sont de nature variée : il convient de les passer en revue.

Oxydations. — On a cru pendant un temps que les oxydations constituaient le processus chimique essentiel, unique, de la vie, et que la respiration et la digestion n'avaient d'autre but que de permettre à l'oxygène d'aller comburer les aliments qui, une fois oxydés, s'éliminaient au dehors. Assurément les oxydations jouent un rôle important, mais il y a d'autres processus. Ces oxydations mêmes, il n'est pas toujours aisé de se représenter leur production. L'oxygène ne peut, à la température du corps, se fixer sur nombre de substances, et ceci a fait penser que ce gaz doit subir quelque

modification pour arriver à les oxyder, et se présenter ou bien à l'état naissant (Hoppe-Seyler), ou bien sous forme d'ozone (Gorup-Bésanez). L'oxydation doit s'en faire lentement, par degrés, et non avec la vivacité des combustions, et c'est dans les tissus et non dans les poumons, comme on l'a cru, qu'elle s'opère.

Réductions. — Elles s'accompagnent, le plus souvent, d'oxydations qui leur sont nécessaires ; mais on ne sait encore que peu de chose sur cet ordre de processus.

Hydratations. — L'hydratation des albuminoïdes est sans doute la cause de la production de nombreux produits de désassimilation qui sont ensuite oxydés : par exemple, l'urée, la leucine, la tyrosine, etc. Aussi A. Gautier pense-t-il que beaucoup d'albuminoïdes sont détruits par hydratation, qui en fait des graisses et des hydrates de carbone, lesquels sont ensuite oxydés, et le tout se fait avec production de chaleur.

Déshydratation et synthèse. — C'est par déshydratation que les peptones se transformeraient en albumine dans les chylifères : et dans les actions de ce genre il y a synthèse véritable ; mais ici il y a *absorption* et non *dégagement* de chaleur.

Ajoutons que les *fermentations* jouent certainement un rôle considérable dans la production de différentes substances de désassimilation.

Métabolisme général et bilan de la nutrition. — L'organisme a besoin d'aliments et se les assimile par la digestion, se les incorpore ; ils vont servir à la réparation des tissus et à l'entretien de la chaleur et de la vie, et par cela même, à des degrés divers, et avec une rapidité variable, les substances dérivées de ces aliments se désagrègent, se décomposent en une série de produits — l'eau, l'acide carbonique, l'urée, et quelques autres substances, principalement — qui sont éliminés par les poumons, les reins, la peau et les excréments, parce qu'ils n'ont plus de valeur alimentaire et ne peuvent que nuire à l'organisme qu'ils empoisonneraient.

Il y a donc là, entrée et sortie, recette et dépense.

Recette sous forme d'aliments et d'oxygène ; dépenses sous forme de frais de réparation et d'entretien des tissus,

et aussi sous forme de travail produit. Ce dernier point est essentiel. Dans un budget bien organisé, il est nécessaire que ces deux termes soient équivalents. Mais, en physiologie, le cas est différent. Au début de la vie — durant la croissance — il faut qu'il y ait excès de recettes, pour permettre le développement; par la suite, il suffit qu'il y ait équilibre. Mais pour obtenir cet équilibre, il est indispensable de connaître le chiffre exact de la dépense nécessaire, inévitable, et cette dépense varie selon les conditions. Nous reviendrons plus loin sur ce point. D'autre part, pour fixer le bilan des recettes à opérer — qui est basé sur le chiffre des dépenses que l'on veut faire — il faut savoir quels sont les aliments les plus aptes à fournir ces recettes. Tous ne possèdent pas une valeur égale, et pour bien faire, il est indispensable de donner à l'organisme une *quantité* suffisante d'aliments de *qualité* différente.

Si la quantité est insuffisante, l'organisme perd sans cesse; il se consume, il se brûle, et l'inanition survient; le corps perd de son poids, et la mort survient plus ou moins vite, selon les espèces, et peut-être aussi selon l'état du système nerveux et du moral, car la nutrition semble être soumise en partie à une régulation nerveuse, et il y a des cas d'*auto-suggestion* (Debove, Bernheim) où l'abstinence est loin de produire les effets matériels tangibles que détermine l'abstinence involontaire ou forcée et accidentelle.

D'autre part, si la quantité est exagérée, il y a gaspillage (consommation de luxe), il y a encore emmagasinement de réserves adipeuses exagérées, d'où obésité et vices de nutrition avec leurs conséquences.

Et maintenant si nous considérons la qualité, nous savons qu'aucun régime exclusif ne peut suffire à entretenir la vie (sauf celui de la viande dégraissée pour les carnivores : et encore y suffirait-elle bien longtemps...); il faut un mélange d'albuminoïdes, de graisse et de sucre (pour l'homme), parce que ses tissus et l'entretien de la vie

consommement de ces trois catégories d'aliments, comme nous l'avons vu.

Mais quelle quantité faut-il de ces différentes sortes d'aliments? Cela dépend de la somme de travail à fournir, avon-nous dit, des conditions d'âge et de croissance, etc. Il faut de quoi réparer les pertes dues à l'usure normale des tissus qui se produit à chaque moment, dans l'immobilité la plus complète, et dans l'inactivité mentale et physique la plus parfaite; il faut un excédent, s'il y a croissance; il faut même un excédent proportionné à la quantité de travail à fournir.

A la vérité, on peut bien discuter un peu sur la valeur absolue des chiffres qui ont été donnés comme mesure de la ration alimentaire : ils peuvent varier légèrement, selon les races, les climats, etc. ; mais pour l'Européen des climats tempérés, on peut admettre que la ration alimentaire doit renfermer de 100 à 150 grammes d'albuminoïdes secs, 50 ou 60 grammes de graisses, et 400 grammes environ d'hydrates de carbone.

A. Gautier, faisant la moyenne des chiffres indiqués pour la ration alimentaire de l'homme au repos par des physiologistes de plusieurs pays européens trouve :

108 albuminoïdes ; 49 graisses et 403 hydrates de carbone.

D'autre part, calculant la ration alimentaire des Parisiens par jour et par tête, d'après les entrées aux octrois, A. Gautier arrive aux chiffres que voici :

115 albuminoïdes ; 48 graisses ; 333 hydrates de carbone, à supposer que tous les aliments fussent également répartis parmi la population.

Acceptons pour le moment les chiffres 108, 49 et 403 pour l'homme au repos. Que faut-il en cas de travail? Par une moyenne du même genre que celle qui vient d'être rappelée, M. A. Gautier arrive aux chiffres :

150 albuminoïdes ; 60 graisses ; 563 hydrates de carbone.

L'observation pure montre donc que l'homme qui travaille a besoin d'une ration supérieure de moitié environ à celle de l'homme qui ne travaille pas.

Traduisant les poids d'aliments en leur équivalent thermique, en le nombre de calories produit par la combustion de ceux-ci — on sait en effet combien de calories dégage la combustion d'un gramme de telle ou telle substance (voir surtout les travaux de Berthelot : 4 et une fraction pour les albuminoïdes, et un peu moins pour les hydrates de carbone, alors qu'un gramme de graisse produit plus de 9 calories par son oxydation) — on voit que le total de calories produites par vingt-quatre heures par l'homme au repos nourri comme il a été dit est de :

$$\begin{array}{r} 108 \times 4,6 = 497 \text{ calories par les albuminoïdes.} \\ 49 \times 9,3 = 455 \quad \text{— graisses.} \\ 403 \times 4,1 = 1,652 \quad \text{— hydrates de carbone.} \\ \hline 2,604 \end{array}$$

Ce total, pour l'homme qui travaille, est de 3,556 calories, comme on s'en assure aisément en faisant les calculs avec les chiffres 150, 60 et 563.

Cela paraît énorme, mais il faut tenir compte des déperditions de chaleur qui sont considérables :

1,700	calories environ pour le rayonnement du corps ;
370	— — la perspiration ;
190	— — l'évaporation pulmonaire ;
80	— — l'échauffement de l'air inspiré ;
45	— — l'échauffement des aliments et boissons.
<u>2,385</u>	

Et alors il ne reste que 215 calories environ (ou leur équivalent) pour le travail de l'organisme qui, même dans le repos, continue toujours à s'effectuer : l'énergie répendant à 100 ou 120 de ces calories est absorbée par le cœur qui

effectue quelques 35,000 kilogrammètres, le reste est absorbé par les petits mouvements des membres, les mouvements respiratoires, etc., etc.

Chez l'homme qui travaille, on conclura donc que les 956 calories supplémentaires dont il dispose, en raison de sa ration plus abondante (3556 — 2600) se transforment en travail?... Il n'en est rien. Elles pourraient en théorie fournir 400,000 kilogrammètres : elles n'en fournissent que 60 ou 70,000, le sixième ou le cinquième. Cela prouve que ces calories, ou leur équivalent pour mieux dire, se transforment en chaleur plus qu'en travail, et A. Gautier montre qu'en somme pour 100 d'énergie latente dans les aliments, 74 passe à l'état de chaleur, et 26 seulement à l'état de travail, tandis que chez l'homme au repos nous avons :

$$\begin{array}{l} 91,5 \text{ chaleur} \\ 8,5 \text{ travail.} \end{array}$$

Nous ne pouvons insister plus longtemps ici sur cette intéressante question des sources de dépenses de l'énergie, mais nous ne saurions, en terminant ce chapitre, trop insister sur la nécessité physiologique absolue de la ration alimentaire mixte.

Aux chiffres que nous avons donnés plus haut, joignons-en quelques autres plus complets, résumant la ration alimentaire que les auteurs ont reconnu nécessaires et suffisantes pour eux-mêmes :

	Vierordt.	Zanke.	Moleschott.	C. Richet.
Albuminoïdes.	120	100	130	140
Graisses	90	100	84	80
Hydrates de carbone.	330	240	404	350
Eau	2,800	2,600	2,800	3,000
Sels	32	25	30	15-20

Et maintenant, pour obtenir la quantité de ces différents aliments — en supposant qu'on adopte la ration proposée

par Vierordt, — voici un tableau qui indique la quantité qu'il faut ingérer de quelques substances alimentaires pour avoir la ration :

POUR 120 GRAMMES d'albuminoïdes.	GRAMMES	POUR 420 GRAMMES d'hydrocarbonés et graisses.	GRAMMES
Fromage	350	Riz	492
Lentilles	453	Mais	532
Haricots	531	Pain de froment . .	543
Pois	537	Lentilles	693
Fèves	544	Pois	704
Viande de bœuf . .	566	Fèves	708
Œuf de poule . . .	893	Haricots	753
Pain de froment . .	1 332	Œuf de poule . . .	776
Mais	1 515	Pain de seigle . . .	800
Riz	2 364	Fromage	1 730
Pain de seigle . . .	2 653	Pommes de terre . .	1 751
Pommes de terre . .	9 230	Viande de bœuf . .	1 945

On voit par ce tableau qu'il serait parfaitement absurde de demander le *quantum* d'albuminoïdes à la pomme de terre, ou celui des principes non azotés à la viande. Par contre, des pois, des fèves seuls suffiraient à nourrir l'organisme ; mais nous savons que tous les principes qu'ils renferment ne sont pas également digestibles, et une association d'aliments animaux et végétaux est de beaucoup préférable.

Par exemple on peut, pour se procurer les 18 ou 20 grammes d'azote et les 300 grammes environ de carbone nécessaires, prendre :

		Azote.	Carbone.
Viande	300 gr.	contenant 10	44
Pain	600 gr.	—	6,48
Beurre et graisse .	60 gr.	—	0,35
Haricots	50 gr.	—	2,00
Sel	16 gr.	—	—
Eau	3,000 gr.	—	—

Et pourtant c'est là une ration d'entretien exagérée : des millions d'hommes — et qui travaillent — vivent de beaucoup moins : de 12 grammes d'azote et de 265 grammes de carbone, par exemple : Klemperer et Kumagawa ont récemment insisté sur ce fait. En réalité, l'homme mange beaucoup plus que cela ne lui est nécessaire, et cela est surtout vrai des classes chez qui le travail physique est le moindre¹.

Nous rappellerons simplement que la dénutrition ou désassimilation est accrue par la fièvre — d'où excrétion plus abondante d'urée et amaigrissement — et qu'elle est altérée dans l'obésité, la lithiase biliaire, la glycémie, la goutte, d'où accumulation dans l'organisme de produits de désassimilation qui ne s'oxydent et s'éliminent qu'avec lenteur.

¹ Voir entre autres : Tolstoï : *Notre alimentation* (*Rev. Scientifique*, 20 août 1892). L'article n'est pas strictement physiologique, mais il renferme beaucoup de vérité.