

de 3 à 4 heures), la viande salée résiste encore plus longtemps au travail de la digestion.

Les substances animales sont plus rapidement digérées que les substances farineuses; mais, comme nous venons de l'indiquer, il n'y a point de règle absolue à cet égard.

Le mélange de plusieurs substances différentes facilite le travail de l'estomac. La viande se digère mieux lorsqu'on y ajoute un peu de graisse.

M. Payen place les aliments au point de vue de leur digestibilité dans l'ordre suivant, en commençant par les plus légers : poissons de mer et de rivière, volaille, gibier, crustacés, agneau, veau, bœuf, mouton, sanglier, porc. On admet généralement comme étant *lourds* ou de digestion difficile : le saumon, l'anguille et les oies, les canards et quelques autres oiseaux d'eau, à chair brune et compacte, ainsi que les viandes fortement fumées et salées.

Il est à peine nécessaire de rappeler que les idiosyncrasies particulières exercent à cet égard une influence capitale. Mais il est une règle qui s'applique à l'homme, sous tous les climats et dans toutes les conditions possibles, c'est qu'il est utile et même nécessaire de varier souvent la nourriture pour entretenir en bon état les fonctions digestives. Des estomacs rustiques peuvent s'accommoder pendant longtemps d'un aliment presque toujours le même : le lait, les laitages dans les montagnes de Suisse; les châtaignes dans certains départements français; les pommes de terre en Irlande; le poisson dans quelques localités. Mais il est certain que les populations qui subsistent de cette manière sont loin de développer toutes les qualités physiques et morales qu'elles seraient susceptibles d'acquérir dans des conditions hygiéniques plus favorables.

En résumé, pour satisfaire à toutes les exigences de l'hygiène, au point de vue des aliments, il faut remplir des conditions aussi nombreuses que variées. Ce n'est pas assez, en effet, d'accorder à l'individu une ration suffisante pour entretenir la vie, ce n'est pas assez de lui fournir, dans des proportions définies, les éléments organiques et minéraux qui font partie de ses tissus, il faut encore ajouter à ses aliments tout ce qui peut en rendre la saveur agréable et faciliter la digestion en stimulant l'appétit. Il faut aussi ne pas se borner au strict nécessaire et savoir faire en quelque sorte la part du superflu. Il faut enfin tenir compte de l'état de santé, du travail et des habitudes de l'individu, car ce qui représente pour les uns une nourriture saine et abondante sera pour les autres le dernier degré de la misère. C'est ce qu'ont bien vu les ouvriers français transportés à Téhéran.

APPENDICE A LA CINQUIÈME PARTIE

NUTRITION. — CHALEUR ANIMALE¹

Jusqu'ici nous avons simplement mentionné les principales substances qui entrent dans l'alimentation humaine, ainsi que leurs caractères essentiels. Ces notions seraient tout à fait stériles si nous négligions d'étudier la façon dont l'économie emploie ces matériaux, comment elle les utilise le mieux, pour atteindre le but final de l'alimentation, qui est le maintien de l'intégrité anatomique et des activités fonctionnelles de l'organisme.

Depuis Cuvier, on compare volontiers la vie à un tourbillon, comparaison heureuse, si l'on envisage la rapidité des mutations dont l'organisme est incessamment le siège; mais il ne faut pas perdre de vue que le but principal de ce mouvement et de ces transformations si actives est précisément d'assurer, autant que possible, le maintien et la conservation de l'être dans son *statu quo* physiologique, en dépit de toutes les causes multiples de déperdition et d'usure auxquelles il est soumis. A cet égard, quand on parle du *budget* ou du *bilan* de l'organisme, la métaphore, pour être moins poétique que celle de Cuvier, est plus juste, selon nous, en ce sens qu'elle indique que l'économie animale, elle aussi, exige pour vivre et fonctionner normalement un équilibre rigoureux entre la dépense et la recette. A cela se borne, en dernière analyse, en hygiène aussi bien qu'en physiologie, le problème si complexe de l'alimentation.

Il serait presque puéril d'insister sur l'importance que mérite, au point de vue de l'hygiène, tout ce qui touche à l'alimentation; cette grande question domine, en quelque sorte, notre science, comme elle se retrouve, plus ou moins déguisée, il est vrai, mais palpitante et impérieuse, derrière la plupart des manifestations de l'activité et des luttes humaines. C'est assez dire la portée pratique et sociale de tout ce qui a trait à l'alimentation; mais celle-ci elle-même ne saurait être étudiée avec fruit, ni comprise sous toutes ses faces, sans la notion rigoureusement scientifique de l'ensemble des actes qui constituent la *nutrition*.

Il y aurait peu d'intérêt, au point de vue de l'historique de la question, de remonter au delà de Lavoisier; il ouvrit une ère nouvelle quand, par

¹ Voyez, pour plus de détails, M. Gavarret, article sur *la Chaleur animale*, dans le *Dict. encyclop.*, et Claude Bernard, *Leçons sur la chaleur animale, les effets de la chaleur et la fièvre*, 1876.

un admirable effort de génie, il appliqua aux phénomènes respiratoires et calorifiques des animaux son immortelle conception de la combustion, et, du même coup, il jeta sur une base inébranlable les fondements de la chimie des corps vivants. Sans doute, en plaçant dans le poumon le siège des combustions organiques, Lavoisier commit une erreur que ses successeurs n'eurent pas de peine à redresser ; mais, l'impulsion était donnée, magistrale et puissante, et désormais non seulement les phénomènes du monde inanimé, mais les actes proprement vitaux, devinrent justiciables de la balance et des lois physico-chimiques.

En assimilant l'économie animale (et cette assimilation, dans son sens général, est toujours demeurée juste) à un foyer qui produit et dégage de la chaleur, on fut amené aussitôt à calculer et à comparer, d'une part, les pertes subies par l'organisme, et, d'autre part, les moyens de réparation qui lui arrivent sous la forme des divers aliments. Les progrès rapides de la chimie organique permirent bientôt d'établir une distinction capitale parmi ces aliments : les uns, dans la composition desquels entrent trois corps simples, le carbone, l'hydrogène et l'oxygène (graisses, sucres, hydrocarbures), ou substances ternaires ; les autres, plus complexes, où intervient un élément nouveau, l'azote, et qui forment la classe des substances quaternaires ou azotées (albumine, caséine, fibrine, gélatine, etc.).

Liebig ne se contenta point de cette division purement chimique et parfaitement légitime ; il voulut aller plus loin et en déduire une dichotomie physiologique pour le rôle et la destinée ultérieure des aliments. Pour lui, les substances azotées étaient des aliments appelés à réparer directement les pertes subies par l'usure des tissus (*aliments plastiques*) ; les matières ternaires, au contraire, étaient destinées à être brûlées dans le sang et à maintenir ainsi la chaleur animale (*aliments respiratoires*).

Telle est, en substance, la célèbre théorie de Liebig, qui a été admise par la généralité des physiologistes et des chimistes, et qui, pendant longtemps, a régné sans conteste. Elle est devenue classique en hygiène, et la plupart des prescriptions de bromatologie scientifique s'appuient sur cette donnée fondamentale ; et cependant, un grand nombre de faits physiologiques de premier ordre, accumulés depuis une vingtaine d'années environ, ont définitivement montré que cette distinction était artificielle et beaucoup trop absolue, et qu'en réalité les échanges organiques sont loin d'obéir à cette dichotomie rigoureuse formulée par Liebig, et que les travaux de Cl. Bernard, de Seyler, de Voit et Pettenkoffer, etc., ont définitivement condamnée ; vu l'importance de la question, on nous permettra de nous y arrêter un instant.

C'est par l'étude du mode de formation de la graisse dans l'économie (Boussingault) qu'il est particulièrement aisé de se convaincre de ce que

la théorie de Liebig présente d'absolu et d'erroné. Les corps gras, en effet, peuvent prendre naissance dans l'économie, non seulement de substances ternaires, mais aussi de principes albuminoïdes. C'est ce que prouve, même en dehors de la vie, la formation d'adipocire ou de gras de cadavre dans les tissus albuminoïdes en macération ; la maturation du fromage constitue un phénomène du même ordre, caractérisé par la transformation d'une certaine quantité de caséine en graisse.

Le foie est l'une des parties du corps qui est le siège des échanges organiques les plus actifs (aussi le sang qui part du foie est-il le plus chaud de toute l'économie, Cl. Bernard) ; c'est aussi, de tous les organes, celui où les différentes conditions qui président à ces échanges ont été étudiées avec le plus de fruit. La fameuse découverte de la fonction glycogénique du foie, fonction indépendante, dans une certaine mesure, de la *qualité* des aliments, et se faisant aux dépens des matières albuminoïdes, aussi bien que des substances amylacées ou grasses, cette découverte porta un premier coup, déjà décisif, à la distinction des aliments en plastiques ou respiratoires. L'absorption, par les voies digestives, de grandes quantités de sucre ou d'hydrocarbures, amène une production excessive de glycogène et de graisse dans le foie : il se passe donc, dans ce cas, dans le parenchyme du foie, non pas un phénomène d'oxydation, mais, au contraire, de réduction, qui transforme les hydrocarbures en graisse.

Liebig pensait que les matériaux de désassimilation azotés, tels que l'urée, l'acide urique, la créatine, etc., étaient produits principalement pendant le travail musculaire et résultaient de l'usure subie par ces organes par le fait de la contraction. Mais il résulte des recherches d'un grand nombre d'expérimentateurs que ce qui augmente, pendant le travail musculaire, c'est surtout la production d'acide carbonique (Ranke, Voit) ; il n'y a pas, à proprement dire, d'augmentation d'urée pendant l'activité musculaire (Voit). Les expériences de Fick et de Wislicénus sont surtout significatives à cet égard. Ces observateurs firent l'ascension du Faulhorn dans les Alpes, pendant laquelle ils eurent soin de ne se nourrir que d'aliments gras et hydrocarbonés (lard, amidon, sucre). En calculant la quantité de substances albuminoïdes usées pendant le travail de l'ascension d'après l'excrétion d'urée et des matières azotées contenues dans l'urine, ces auteurs constatèrent que la chaleur de combustion ainsi produite était loin de correspondre au travail mécanique nécessaire pour l'ascension. Plus des deux tiers de ce travail avait dû s'effectuer aux dépens de substances non azotées. Ce sont donc particulièrement les matières non azotées qui, contrairement à l'opinion de Liebig, sont consommées pendant la contraction musculaire (M. Traube).

Ainsi donc, un premier fait incontestable, c'est que les substances

albuminoïdes ne sont pas particulièrement usées pendant le travail musculaire, et que, par conséquent, ce n'est pas à la réparation de cette prétendue usure que sont surtout employés les aliments quaternaires. Il résulte de longues séries de recherches, exécutées par Voit et Pettenkofer, qu'il existe en circulation dans le sang une notable quantité d'albumine, qui sert non pas à la réparation des tissus, mais à subvenir, en partie du moins, aux combustions organiques et à la production de chaleur (albumine de circulation). C'est ainsi que dans une alimentation exclusive de viande tout l'azote ainsi absorbé reparait dans les excréments, tandis qu'il en est autrement du carbone, qui reste en partie dans l'organisme, probablement sous forme de graisse (Voit et Pettenkofer). Ainsi s'explique la possibilité de l'engraissement par un régime presque exclusivement azoté.

Il importe donc, de par tous ces faits, de renoncer aux vues étroitement dichotomiques de Liebig, et de cesser de vouloir préjuger, d'après la constitution chimique d'un aliment, du rôle ultérieur qui lui sera dévolu dans l'économie. C'est encore à Cl. Bernard que l'on doit d'avoir, dans ces derniers temps, mis en lumière avec le plus de force et de netteté cette manière nouvelle d'envisager les phénomènes intimes de la nutrition. En réalité, ainsi qu'il le fait observer judicieusement, nous ne savons rien sur la nature véritable des transmutations chimiques et des échanges moléculaires qui se passent dans l'intérieur des éléments histologiques; sans doute, l'oxydation y joue un rôle important, mais non pas unique, et, à ce point de vue, il faut renoncer à comparer les phénomènes histochimiques du corps vivant au simple fait de l'oxydation qui se passe dans un foyer. Il s'agit là de dédoublements et de mutations moléculaires bien autrement complexes, dont la glycogénie, par exemple, avec ses phases si diverses et ses étapes successives, nous offre un spécimen relativement des plus simples et des plus faciles à étudier.

Certains physiologistes contemporains, renonçant à comparer, avec Lavoisier, l'organisme animal à une lampe ou à un foyer qui brûle, l'ont assimilé aux machines qu'utilise l'industrie, et, appliquant aux phénomènes des corps vivants les lois de la mécanique, ils ont su en tirer des considérations aussi ingénieuses qu'élevées. Il est certain que ces lois immuables de la matière, connues sous le nom de lois de conservation et de transformation des forces, s'appliquent aux corps vivants aussi rigoureusement que les lois de la pesanteur, par exemple. Envisagée sous cet aspect, l'histoire de la nutrition et de la chaleur animale prend aussitôt une signification et une portée philosophique inattendues. Le corps de l'homme peut, en dernière analyse, être considéré « comme une agglomération de molécules, dont les parties constitutives mettent, par leur

oxydation, des forces en liberté, c'est-à-dire, transforment des *forces de tension en forces vives* » (L. Hermann). Chaleur, électricité, travail mécanique, travail chimique ou sécrétoire, sensations et élaborations nerveuses, toutes ces modalités de la matière vivante ne sont, à tout prendre, que l'expression de ces transformations incessantes de la force. L'activité vitale se manifeste donc surtout par le dégagement de ses forces vives, sous les formes diverses de chaleur, de travail musculaire, cérébral, etc., et le rôle de l'alimentation est précisément de fournir à l'économie, par l'intermédiaire du sang, des matériaux capables de lui restituer, sous la forme de *forces de tension*, les forces vives qu'elle a ainsi dégagées. C'est là une autre manière, la plus scientifique et la plus large de toutes, de formuler l'idée de *bilan* ou de *budget* organique dont nous avons parlé plus haut.

Mais, hâtons-nous de le dire, ces données, si intéressantes qu'elles soient au point de vue de la biologie générale, sont beaucoup trop spéculatives pour trouver leur emploi dans l'application, et surtout il serait prématuré de vouloir y puiser une source directe d'enseignements et de préceptes d'hygiène bromatologique. Cependant, nous devons les mentionner, ne fût-ce que pour donner une idée à la fois plus vraie et plus compréhensive du processus intime de la nutrition, et pour montrer l'erreur, si longtemps accréditée, à laquelle avaient conduit les vues chimiques étroites et trop courtes de Liebig et de ses successeurs.

Il ne faudrait pas cependant être trop exclusif à cet égard, ni surtout en conclure à la suppléance possible de tous les modes d'alimentation. S'il est avéré que, pendant le travail musculaire, les produits de désassimilation non azotés sont augmentés dans une proportion plus considérable que les produits azotés; si, par conséquent, pendant cet acte musculaire, ce sont surtout les graisses et les hydrocarbures qui sont comburés, il est certain aussi qu'une partie des corps albuminoïdes est constamment détruite et éliminée sous forme d'urée; or, cette perte ne peut être réparée que par des aliments quaternaires.

Une nourriture composée exclusivement de graisse ou d'hydrocarbures, sans addition de substance azotée, ne tarde pas à entraîner la mort. Une alimentation exclusivement azotée peut, au contraire, être supportée très longtemps, plus longtemps par les carnassiers que par les herbivores. Voit et Pettenkofer ont pu maintenir un chien dans son équilibre de nutrition pendant quarante-neuf jours, en lui donnant par jour 1500 grammes de viande dégraissée.

Mais on comprend combien une pareille alimentation, même en se plaçant au point de vue strict des dépenses et des recettes, est peu rationnelle et défectueuse. En effet, le sujet ainsi nourri est obligé de puiser

dans les aliments albuminoïdes, non seulement les matériaux nécessaires à la reconstitution de ses tissus, mais encore ceux destinés à fournir à la chaleur animale, au travail musculaire, en un mot, aux phénomènes respiratoires proprement dits, lesquels s'accomplissent bien plus facilement et à moins de frais à l'aide des graisses et des autres substances ternaires. Il en résulte qu'un individu exclusivement nourri de viande est obligé d'en ingérer des quantités bien plus considérables que celles qui sont réellement nécessaires au maintien de la composition du corps, la transformation des matières albuminoïdes en urée étant loin, par exemple, de produire la même quantité de chaleur, et par conséquent le même effet utile, que la transformation d'un poids équivalent de graisse ou de sucre en eau et en acide carbonique. De là, chez les carnassiers, aussi bien que chez les herbivores, la nécessité absolue d'un régime mixte, c'est-à-dire composé d'albuminoïdes et de substances ternaires; les carnassiers trouvent ces dernières, non dans les végétaux, mais dans la graisse et dans le sucre de la viande qu'ils ingèrent.

Voit et Pettenkofer ont surtout déterminé avec précision, dans ces derniers temps, les avantages d'une alimentation mixte comparée à une alimentation exclusive, par les albuminoïdes, par exemple. Si l'on donne à un carnivore (chien) une alimentation exclusivement azotée, il en faut une quantité considérable et jusqu'au vingtième du poids de l'animal pour qu'il maintienne son équilibre de nutrition; il en faut une quantité plus grande encore pour qu'il engraisse. Mais, si l'on ajoute de la graisse ou du sucre aux aliments azotés, on peut obtenir les mêmes résultats avec trois ou quatre fois moins d'albuminoïdes.

Aussi la suppression de la graisse et des hydrocarbures dans l'alimentation, malgré l'usage presque illimité des viandes, est-elle suivie d'un amaigrissement rapide et considérable, que l'on utilise en thérapeutique (cure de Banting)¹.

Il va de soi qu'outre les substances azotées et ternaires l'alimentation doit encore comprendre, en quantité suffisante, de l'eau et des sels minéraux (chlorure de sodium, sels calcaires, phosphates, etc.). Les sels minéraux sont surtout indispensables et doivent être ingérés en plus grande proportion chez l'enfant, pour subvenir aux besoins du travail de l'ossification; l'insuffisance de l'apport de ces sels et surtout du plus important d'entre eux, du phosphate de chaux, est un des agents principaux de la dystrophie connue sous le nom de rachitisme.

¹ On est si souvent porté à attribuer aux étrangers ce qui revient en réalité à des auteurs français, qu'il ne nous semble pas inutile de rappeler que les préceptes de la cure de Banting avaient été formulés, avec autant de précision que d'esprit, par Brillat Savarin, il y a plus d'un demi-siècle.

Il est un certain nombre de substances alimentaires, telles que le thé, le café, la coca, l'alcool, la gélatine, qui paraissent agir moins par leurs qualités proprement nutritives que comme modérateurs et régulateurs de la combustion animale. Leur ingestion permet d'accomplir, avec des doses relativement faibles d'aliments, un travail musculaire ou nerveux bien plus considérable que celui que pourrait effectuer le même sujet, en l'absence de ces précieux adjuvants. Le mode d'action de cette classe spéciale d'aliments est encore moins connu; on a supposé qu'ils ralentissaient le mouvement de dénutrition: de là le nom d'*aliments d'épargne* qui leur a été donné. Mais, en réalité, c'est là une manière ingénieuse de formuler leurs effets, et non une interprétation de leur action sur la nutrition.

Pour nous résumer, il est permis de considérer la vie en général, quant à ses manifestations immédiates, comme s'exprimant par une transformation continue de forces de tension en forces vives (Helmholz). Les forces de tension sont représentées, d'une part, par les aliments ingérés, d'autre part, par l'oxygène apporté par la respiration. Les forces vives résultent de la combinaison de ces matières, et dérivent par conséquent surtout, selon la conception impérissable de Lavoisier, d'un acte d'oxydation. Cependant, d'autres procédés chimiques, des dédoublements, des réductions mêmes, peuvent s'effectuer dans l'économie et s'accompagner également de dégagement de forces vives (Berthelot, Cl. Bernard). Ces forces vives s'accusent par toutes les activités vitales, par le développement de chaleur, de travail mécanique, par l'action nerveuse (idéation, pensée, volonté), par les sécrétions, etc. En même temps, les produits qui résultent de la combinaison de ces matières mises en conflit, et dont l'affinité est satisfaite, constituent de véritables déchets et sont rejetés constamment sous forme d'urée, d'acide urique, d'acide carbonique, d'eau, etc. Le but de l'alimentation est précisément de remplacer ces matières usées et désormais inutiles, d'introduire dans l'économie des forces de tension nouvelles, capables à leur tour de passer par les mêmes transformations, et d'entretenir cette dépense continuelle de forces vives qui est, nous le répétons, non pas la cause ni l'essence, mais l'expression à la fois la plus vraie et la plus compréhensive des activités vitales.

C'est à l'hygiène qu'il appartient d'étudier et de formuler quelles sont les conditions que doit remplir, chez les divers individus, l'alimentation, pour subvenir, le plus complètement et le plus facilement, aux frais de ce renouvellement incessant de la matière, et pour assurer le maintien de l'individu dans la plénitude de toutes ses activités.