

HUITIÈME PARTIE

NUTRITION EN GÉNÉRAL

Les progrès de la *physiologie générale* permettent aujourd'hui de tracer, sous le titre d'*étude de la nutrition en général*, une esquisse des rapports les plus essentiels entre les phénomènes que nous venons d'étudier dans les chapitres précédents (digestion, circulation, respiration) et ceux qui seront l'objet des chapitres suivants (sécrétions et excréctions en particulier). — La présente étude sera de plus un complément de celle que nous avons faite sur la *sécrétion en général* (ci-dessus, p. 292).

D'une manière générale, on désigne sous le nom de *nutrition*, l'ensemble des échanges qui se font entre l'organisme vivant et le milieu qui l'entoure.

La *nutrition*, chez les animaux, comprend à la fois des actes préparatoires et des actes intimes qui se passent au niveau des tissus, des éléments anatomiques. Mais ces actes préparatoires sont tellement distincts, qu'ils sont aujourd'hui classés en physiologie comme des fonctions particulières : *digestion*, ou actes de transformation des substances alimentaires; *absorption*, ou pénétration des substances transformées dans le sang; *circulation*, ou transport du sang et de ces substances jusqu'au niveau de tous les tissus, de tous les éléments anatomiques. Au niveau des éléments anatomiques se produisent, au contact du sang, les phénomènes auxquels on réserve spécialement aujourd'hui le nom de *nutrition*: ce sont les échanges qui s'établissent plus ou moins directement entre le sang et les tissus, les actes par lesquels certaines glandes modifient la composition du sang, etc.

Du sang dans la nutrition. Distinction des actes successifs de la nutrition. — Le sang est le milieu intérieur dans lequel vivent les éléments anatomiques; il leur apporte les matériaux à

assimiler, il entraîne loin d'eux les substances résultant de la désassimilation.

Pour que cette nutrition des éléments anatomiques s'effectue normalement, la composition de ce milieu intérieur ne doit pas subir des oscillations trop considérables; si les substances qui y sont normalement contenues s'y trouvent dans des proportions exagérées, les éléments de tissus subissent des modifications fonctionnelles qui se traduisent souvent par des altérations matérielles faciles à constater. Ainsi, par exemple, il est un tissu, celui du cristallin, qui nous donne une mesure de l'influence que peut exercer l'état de plus ou moins grande richesse du sang en eau, c'est-à-dire la concentration du milieu intérieur (par perte d'eau ou bien par excès de substances salines ou autres en dissolution dans le plasma). On sait que lorsque, sur une grenouille, on introduit dans le tube digestif une forte dose de sel marin ou de sucre, telle que son absorption amène le sang à un haut degré de concentration, on voit bientôt le cristallin devenir opaque, parce qu'il cède une partie de son eau au sérum sanguin. Dès que l'on remet l'animal dans les conditions nécessaires pour que le sang reprenne son eau normale de constitution et rende au cristallin celle qu'il lui avait empruntée, l'opacité de la lentille disparaît aussi rapidement qu'elle s'était montrée. Un phénomène analogue se produit en clinique; chez les malades diabétiques, c'est-à-dire hyperglycémiques, il est connu sous le nom de *cataracte diabétique*. Du reste, il est bien d'autres symptômes du diabète qui s'expliquent par le fait de la concentration du sang, c'est-à-dire par le fait des échanges endosmo-exosmotiques qui se font alors entre lui et les tissus; on sait, par exemple, que, chez le diabétique, l'eau ingérée pour satisfaire sa soif intense n'est pas éliminée de la même manière que chez l'individu sain; elle passe beaucoup plus lentement dans les urines; c'est que, lorsque le diabétique boit, l'eau absorbée vient diluer le sang; mais, comme les tissus ont cédé au milieu intérieur, concentré par son état hyperglycémique, une partie de leur eau, ils enlèvent alors par extraction exosmotique au sérum du sang la quantité d'eau qu'ils avaient précédemment perdue. C'est pour cela que la diurèse, c'est-à-dire l'évacuation abondante d'urine, ne se fait pas, après l'ingestion d'eau, aussi rapidement chez le diabétique que chez l'individu sain.

Mais de pareilles ruptures d'équilibre ne sauraient constituer l'état normal: cependant les ingestions sont intermittentes, et si la composition du milieu intérieur (sang artériel général) reste relativement constante, c'est que la masse sanguine établit des rapports complexes entre les différents départements de l'organisme; en tel lieu, certaines substances sont emmagasinées, mises comme en

réserve, et ne reparassent dans le sang qu'au fur et à mesure des besoins des autres tissus ; ce sont là des phénomènes intermédiaires à l'absorption d'une part, d'autre part à la nutrition proprement dite. De plus, quand les tissus ont rejeté dans le sang leurs produits de désassimilation, ce milieu intérieur peut servir semblablement à établir des rapports divers entre ces tissus et des organes où s'achèvent les métamorphoses chimiques des produits de désassimilation ; ce sont là des phénomènes intermédiaires entre la désassimilation au niveau des tissus d'une part, et d'autre part les actes de sécrétion excrémentitielle ou de rejet au dehors de l'organisme.

On voit donc que l'étude de la *nutrition*, en ne comprenant sous ce nom que les métamorphoses que subissent les substances nutritives depuis leur arrivée dans le sang jusqu'à leur départ, sous forme de produits excrémentitiels, dans les sécrétions, doit passer en revue une série d'actes très complexes et dont, il faut bien le reconnaître, quelques-uns sont peu connus dans leur nature, à peine soupçonnés dans leur mécanisme. Dans l'état actuel de la science, aborder l'analyse de ces phénomènes de nutrition, c'est tracer un cadre, indiquer un programme selon lequel il nous est permis d'entrevoir que les progrès de la physiologie expliqueront ultérieurement ces phénomènes ; c'est chercher à localiser les diverses phases de ces actes intimes ; s'il est peu de points de ce sujet sur lesquels nous soyons en possession de connaissances complètes, permettant une théorie achevée, nous sommes du moins en mesure de démontrer combien les théories anciennes sont exclusives, peu en rapport avec les faits, insoutenables en un mot.

Les considérations qui précèdent indiquent assez l'ordre que nous suivrons dans cet exposé. Nous étudierons : 1° les fonctions par lesquelles des substances introduites dans le milieu inférieur sont mises en réserve dans des organes plus ou moins nettement déterminés : ce sont là des actes que nous pouvons considérer comme *préparatoires* de la nutrition proprement dite ; 2° les actes de nutrition proprement dite, c'est-à-dire d'assimilation et de désassimilation au niveau des éléments anatomiques en général ; 3° les actes complémentaires ou d'achèvement de la désassimilation.

Cette triple série de phénomènes renferme le cycle complet de l'évolution assimilatrice et désassimilatrice des matériaux nutritifs au sein de l'organisme.

Mais nous ne devons pas perdre de vue ce fait que, des trois phases sus-indiquées, c'est la phase moyenne, celle qui se passe au niveau des éléments anatomiques, qui est la plus importante. La nutrition proprement dite ne commence, nous le répétons, qu'au moment où les éléments anatomi-

miques divers interviennent par leur activité propre, puisent dans le sang qui les baigne, pour emprunter à ce milieu intérieur les substances dont ils ont besoin (*assimilation*), et pour rejeter dans ce même milieu les matériaux qui ne leur sont plus utiles (*désassimilation*). Mais c'est à tort que, même en réduisant le mot *nutrition* à son sens propre, quelques auteurs paraissent regarder le sang comme étant essentiellement le siège de ce phénomène, les éléments anatomiques n'ayant pour ainsi dire qu'à saisir au passage les matériaux tout prêts que charrie le liquide sanguin. Les phénomènes sont plus complexes ; entre le sang et les éléments du tissu, les échanges sont plus compliqués ; il est probable qu'ils se font par l'intermédiaire du plasma, de la lymphe, qui, issue des vaisseaux sanguins, baigne seule les tissus dont elle constitue le liquide interstitiel. Il en est ainsi et pour les phénomènes d'assimilation et pour ceux de désassimilation. Il se produit donc entre le moment où le nutriment passe du sang dans l'élément anatomique et celui où il retourne dans le sang sous forme de déchets organiques, il se produit des actes complexes d'élaboration, qui, joints aux phénomènes antérieurs d'emmagasinement, font qu'il est à peu près impossible de faire le bilan immédiat de la nutrition d'un animal. Sans doute, dit Cl. Bernard, il y a entre les phénomènes de la nutrition et l'emploi de certains aliments des relations qui ont été bien mises en lumière par les beaux travaux de Dumas et de Boussingault, mais la rigueur de ces usages n'est pas absolue. L'organisme jouit d'une certaine élasticité, d'une laxité dans les mécanismes qui lui permet les compensations ; il peut remplacer une substance par une autre, faire servir une même matière à bien des usages divers.

Ce n'est pas à dire cependant qu'il faille négliger ces recherches sur ce qu'on a appelé le *bilan nutritif de l'organisme* : Carl Vogt, pour montrer ce qu'aurait d'exagéré toute opinion exclusive dans un sens ou dans l'autre, se sert d'une ingénieuse comparaison : « On a fait remarquer, dit-il, qu'on ne pourrait déterminer les travaux faits dans un laboratoire de chimie, si l'on se borne à examiner combien d'eau, d'acide sulfurique, de potasse et de chaux y ont été introduits, et combien d'acide carbonique et d'eau s'en vont par la cheminée ou sont emmenés par les canaux. Cela est parfaitement vrai, mais il est vrai aussi que des observations de ce genre ont cependant une certaine valeur quand elles se rapportent à un laboratoire qui, comme le corps animal, ne produit et n'absorbe que certaines substances. Un chimiste qui serait préposé à une fabrique d'acide sulfurique peut parfaitement se rendre compte de sa fabrication quand il sait combien on a employé de soufre, de salpêtre et de combustible. » On appelle donc *bilan de l'organisme* l'équilibre entre les recettes (aliments) et les dépenses (produits excrétés). Si l'on tient compte de tous les produits excrétés par les glandes, par les reins, par le poumon, etc., on trouve qu'en moyenne un homme adulte perd en vingt-quatre heures 310 grammes de carbone, 21 grammes d'azote et 2000 grammes d'eau. Il faut donc, pour que ces pertes soient exactement compensées par ce qu'on appelle la *ration d'entretien*, que chaque jour les aliments rendent à l'organisme ces mêmes quantités de carbone, d'azote et d'eau (mais cette dernière est trop variable selon la température extérieure pour qu'il y ait à la faire entrer en ligne

de compte). Le calcul montre que cette ration d'entretien est réalisée par 1000 grammes de pain et 286 grammes de viande. Mais quand la machine animale travaille, la ration d'entretien n'est pas suffisante, puisque alors les aliments doivent être la source des forces produites. C'est pourquoi, d'après les calculs de Moleschott, la ration d'un ouvrier doit renfermer : 130 grammes de substances albuminoïdes, 488 grammes d'hydrocarbures (dont 84 de graisse). On comprend, du reste, que ces proportions doivent varier selon les conditions, et notamment selon la nécessité de produire beaucoup de chaleur; ainsi les Esquimaux et les Lapons se gorgent de graisses et d'huiles de mammifères marins; ils chauffent leur organisme avec un combustible d'éélite.

I. Matières de réserve. — Le sang reçoit du milieu extérieur et apporte aux tissus, d'une part, les substances que ceux-ci s'assimileront, et, d'autre part, le gaz oxygène, dont la combinaison avec ces substances sera la source de toutes les activités nutritives et fonctionnelles; il apporte, en un mot, les combustibles et le gaz comburant, puisque nous savons que, d'une manière générale, les phénomènes d'oxydation ou de combustion sont l'origine des différentes forces dégagées par les éléments anatomiques (contraction musculaire; courant nerveux; décharge des organes électriques, etc.). Or, le fait d'emmagasinement, d'état de réserve, s'observe aussi bien pour les matériaux combustibles que pour le gaz comburant (l'oxygène).

Rôle du foie; emmagasinement du glycogène. — C'est à Cl. Bernard que nous devons la connaissance générale de cet état de réserve auquel les matériaux nutritifs peuvent être conservés dans l'organisme; c'est lui qui a démontré, en particulier, l'état d'emmagasinement d'une matière dont il a poursuivi l'évolution dans l'organisme (glycogène, sucre); c'est lui qui a localisé cet emmagasinement dans un viscère important (le foie). Nous prendrons donc, comme type des fonctions et des matériaux de réserve, la fonction du foie et l'évolution organique de la matière glycogène.

Les aliments digérés et absorbés n'arrivent dans le milieu interstitiel, dans les capillaires généraux, qu'après avoir traversé le foie; cela est vrai surtout pour les albuminoïdes et les hydrocarbures, dont la principale voie d'absorption est la veine porte, sur le trajet de laquelle est interposée la masse hépatique. Or, pour ces aliments, il ne suffit pas qu'ils aient pénétré dans le torrent circulatoire: l'absorption une fois faite, leur évolution n'est pas terminée, et il peut s'écouler bien du temps, se produire bien des modifications entre le moment où une matière alibile est absorbée et celui où elle sert à la nutrition de l'élément anatomique. En découvrant la matière glycogène du foie et les phénomènes de la digestion des matières

sucrées, Cl. Bernard a jeté les premières clartés sur ces phases préliminaires de la nutrition. Il a démontré que les matières sucrées pénètrent dans le sang de la veine porte à l'état de glycose, qu'une faible partie de cette glycose traverse directement le foie pour aller immédiatement servir aux combustions organiques, tandis que la plus grande partie s'arrête au niveau du foie, s'y déshydrate et s'y entrepose à l'état de matière glycogène, pour être ensuite distribuée, après une nouvelle transformation en glycose, au fur et à mesure des besoins de l'organisme. Le foie, dit-il, est donc une sorte de grenier d'abondance où vient s'accumuler l'excès de la matière sucrée fournie par l'alimentation.

Aussi qu'arrive-t-il lorsqu'on supprime cette action du foie, c'est-à-dire lorsque, par des procédés expérimentaux dans le détail desquels nous ne saurions entrer ici, on empêche le sang veineux intestinal de traverser le parenchyme hépatique? Dans ce cas, la glycose, n'étant plus retenue, se trouve en excès dans le milieu intérieur à la suite de chaque digestion; il y a une *glycémie anormale*, et par suite *glycosurie*, c'est-à-dire présence du sucre dans les urines, puisque nous savons que le sucre passe dans ce produit excrémental dès que sa quantité dans le sang dépasse la proportion normale.

Ces faits expérimentaux sont pleinement confirmés (ainsi que nous l'avons déjà brièvement indiqué ci-dessus, p. 378) par les faits cliniques. Il était, en effet, à prévoir que chez l'homme une altération profonde, une destruction du parenchyme hépatique, ou une simple suppression du passage du sang intestinal (veine-porte) dans ce parenchyme, en supprimant le rôle du foie comme lieu d'emmagasinement des substances glycogènes, devrait amener un débordement dans les urines du sucre contenu en trop grande abondance dans le sang par suite d'une absorption considérable de matière sucrée. Il devait se produire dans ces cas un *diabète alimentaire*. Ces prévisions de la physiologie expérimentale ont eu leur réalisation dans le domaine des faits cliniques. Colrat (de Lyon) a observé trois cas de cirrhose hépatique dans lesquels le sucre, en proportion notable, apparaissait régulièrement dans les urines après la digestion d'aliments féculents, reproduisant ainsi les conditions de ce que Cl. Bernard a appelé la *glycosurie alimentaire*, par opposition à la glycosurie qui résulte de la transformation exagérée de la matière glycogène en sucre (*glycosurie hépatique*). Lépine (*Gazette médicale*, mars 1876) s'est attaché à provoquer en quelque sorte expérimentalement ce diabète alimentaire, chez des sujets qu'on soupçonnait affectés d'une lésion grave du parenchyme hépatique; il faisait absorber à ces malades du sucre de raisin. Or, dans trois cas de cirrhose confirmée, le résultat de cette ingestion a été de produire une glycosurie passagère. On conçoit qu'il y ait là une donnée à utiliser pour le diagnostic: les maladies abdominales qui n'intéressent pas le foie, ou les altérations

du foie qui n'affectent pas gravement le parenchyme hépatique, ne produiront pas le diabète alimentaire.

Nous avons dit que la glycose provenant de la digestion intestinale se déshydrate pour se fixer dans le foie à l'état de matière glycogène. Dans le fait de cet emmagasinement il y a donc non seulement acte de dépôt, mais encore acte chimique, acte de réduction. Bien plus, Cl. Bernard a démontré qu'il peut y avoir acte de réduction chimique plus complexe, c'est-à-dire formation de sucre aux dépens des aliments albuminoïdes, si l'organisme ne peut puiser à l'extérieur les quantités de sucre nécessaires à son fonctionnement, et surtout à son développement. C'est, en effet, pendant le développement des jeunes organismes que la glycose paraît le plus indispensable à la nutrition, à l'évolution des tissus, et on voit alors que la fonction, qui chez l'adulte se localise dans le foie, se trouve alors, chez les embryons de mammifères, répartie d'une manière plus ou moins diffuse dans divers tissus, et plus particulièrement dans les formations placentaire et amniotique. Mais c'est chez les oiseaux que cette fonction glycogénique de l'embryon présente son plus grand intérêt, puisqu'ici son étude démontre que l'organisme peut former de la matière sucrée. Ces résultats sont dus aux expériences de Cl. Bernard. Ce physiologiste analysait à cet effet les œufs à chaque jour de l'incubation; il a constaté que le sucre, contenu dans l'œuf dans la proportion de 3,70 pour 1000 au début de l'incubation, va en diminuant jusqu'au dixième jour (0,88 pour 1000), puis augmente de nouveau jusqu'à la fin de l'incubation (2,05 pour 1000). Il y a donc *destruction* de la matière sucrée par suite de la nutrition, puis reformation de cette matière. Cette formation est le fait le plus intéressant; c'est un exemple de *synthèse d'un principe immédiat*; c'est le début de la *fonction glycogénique*, de telle sorte que nous pouvons dire que, dans la fonction des organes glycogéniques, il y a non seulement emmagasinement de sucre transformé en glycogène et de nouveau transformable en sucre, mais il peut y avoir encore, dans certaines circonstances, formation de la matière sucrée aux dépens des autres matériaux de nutrition: il s'agit donc alors non plus d'une provision, mais d'une formation de réserve. Nous insistons sur ces faits, car ils démontrent la réalité de ce que nous avons indiqué déjà à plusieurs reprises, à savoir qu'il n'est plus permis aujourd'hui de considérer la nutrition comme *directe*, c'est-à-dire comme n'utilisant que des principes fournis par l'absorption intestinale, et les utilisant sous la forme où ils ont été fournis par cette absorption. Ce rôle formateur, que peuvent présenter les organes qui sont le siège des dépôts de réserve, jette un grand jour

sur la pathologie de certains troubles complexes. Voici, par exemple, comment Cl. Bernard est amené aujourd'hui à concevoir la physiologie pathologique du diabète: « Par suite d'un travail de désassimilation excessif, l'organisme use incessamment et d'une manière exagérée le dépôt de réserve dont le foie est le siège; le sucre est versé dans le sang en quantité anormale, d'où hyperglycémie et glycosurie; mais la source hépatique n'est pas épuisée pour cela; elle continue à assimiler les matériaux propres à fournir le glycogène et, par suite, le sucre; elle redouble, pour ainsi dire, d'activité pour remplacer le sucre éliminé; elle épuise l'organisme pour suffire à cette production, à cette dépense désordonnée en matière sucrée. » (Cl. Bernard, *Le Diabète*, p. 437, Paris, 1877.)

Réserves de sels calcaires. — C'est encore pendant la vie embryonnaire que se forment des amas de réserve de certains sels calcaires. Dastre a découvert¹, dans les enveloppes de l'œuf des ruminants, des plaques chorales que l'analyse chimique montre formées de sels calcaires identiques à ceux des os, sauf le carbonate de chaux, qui n'y existe qu'en faible proportion; ces plaques chorales, comme le montre l'auteur, s'atrophient et disparaissent à mesure que se fait l'ossification des pièces du squelette; elles constituent donc une véritable réserve où s'accumulent les substances phosphatées, en attendant le moment de leur utilisation dans l'organisme fœtal. Le fait de la faible proportion de carbonate de chaux ne vient pas à l'encontre de cette manière de voir, si l'on a égard à ce que Milne Edwards a fait observer à propos de la constitution des os. « Le carbonate de chaux, dit-il, ne paraît remplir qu'un rôle très secondaire dans la constitution des os. Il est en faible proportion chez les jeunes individus, ainsi que dans les parties osseuses de nouvelle formation, et il devient plus abondant avec les progrès de l'âge. » Ce phénomène de réserve des sels calcaires chez l'embryon peut être rapproché de celui qui s'observe chez les écrevisses au moment de la mue. On trouve, à cette époque, d'abord dans les parois, puis dans la cavité de l'estomac de ces animaux, des masses dures improprement appelées *yeux d'écrevisse*; ces masses sont de nature calcaire (carbonate et phosphate); elles disparaissent rapidement à mesure que la nouvelle carapace se consolide et se calcifie.

Réserves et fabrication des graisses. — Il en est de même pour la graisse, qui s'accumule dans les cellules adipeuses du tissu conjonctif interstitiel et sous-cutané, et y reste comme une réserve

¹ A. Dastre, *L'Allantoïde et le Chorion chez les mammifères*, thèse de doctorat ès sciences, Paris, 1876.

pour fournir aux besoins de la combustion respiratoire. Ici encore ce dépôt de réserve ne représente pas uniquement un simple emmagasinement des substances grasses, telles qu'elles ont été fournies par l'absorption intestinale, un dépôt pur et simple dans les cellules adipeuses de la graisse toute formée que fournissent les aliments. Il y a, au niveau des cellules qui ont pour fonction de fixer et de retenir les graisses, un travail d'assimilation et de constitution chimique en tout semblable à celui qu'accomplissent les cellules hépatiques relativement aux matières glycogènes et sucrées; ce qui prouve ce rôle spécial des cellules adipeuses, c'est que la composition de la graisse varie avec les diverses parties du corps d'un même animal; c'est que, pour une même espèce nourrie très différemment, les corps gras d'un même tissu paraissent à peine varier. Il est établi aujourd'hui que l'on peut engraisser un animal en le nourrissant exclusivement de viande exempte de corps gras. Dans ce cas, l'organisme forme les graisses aux dépens des matières albuminoïdes; mais par quel mécanisme, par quel dédoublement? C'est ce qu'il est encore difficile de préciser d'une manière certaine. D'après Pettenkofer et Voit, chez un animal nourri avec des matières albuminoïdes en excès, une grande partie de carbone n'est pas éliminée, n'est pas comburée, et sert à former des graisses ou des corps analogues. D'autre part, l'observation la plus vulgaire montre que les féculents sont de toutes les substances alimentaires les plus aptes à l'engraissement, ce qui indique que les hydrates de carbone sont très propres à fournir les matériaux avec lesquels l'organisme peut former de la graisse; mais l'ingestion directe de ces hydrates de carbone n'est pas indispensable à la formation des graisses des cellules adipeuses; il suffit, pour cela, que des hydrates de carbone soient formés dans l'organisme, et nous avons vu qu'ils pouvaient, en effet, y prendre naissance aux dépens des aliments albuminoïdes, puisque Cl. Bernard a montré que du glycogène se produit dans le foie avec une alimentation entièrement exempte de graisses et d'hydrates de carbone¹.

¹ Ce fait que l'organisme animal peut fabriquer, peut produire par synthèse certains principes immédiats, qui ne figurent pas dans son alimentation, mais dont il tire de son alimentation les matériaux constituants, ce fait a été longtemps controversé. Il y a cependant longtemps que Milne Edwards et Dumas en ont donné une démonstration ingénieuse et élégante, tirée de l'étude des insectes. Il s'agit de la production de la cire, corps gras que les abeilles fabriquent en si grande abondance. En déterminant, par comparaison, la dose de corps gras préexistante dans le corps des abeilles, dose relativement minime, et en nourrissant une ruche exclusivement avec du sucre, nécessaire à la fabrication de leurs gâteaux, ces deux expérimentateurs établirent que la cire peut être fabriquée aux dépens des éléments du sucre, c'est-à-dire sans le concours d'un corps gras fourni par l'alimentation.

Réserves d'oxygène. — Des phénomènes semblables paraissent se passer pour ce qu'on peut appeler les principes constituants de l'organisme. Ainsi, d'après Picard, la rate serait un lieu d'emmagasinement pour le fer (destiné à la formation des hématies), et peut-être pour le potassium; quelques auteurs regardent les organes lymphoïdes comme un lieu de réserve albuminoïde.

En tout cas, parallèlement aux réserves des matériaux combustibles, il y a lieu de signaler la production de réserves pour le gaz comburant, pour l'oxygène. L'acide carbonique exhalé pendant une certaine période ne correspond pas toujours à l'oxygène absorbé dans cette même période ou dans celle qui l'a immédiatement précédée; il y a, dans certains états de l'organisme, absorption en excès d'oxygène et emmagasinement de ce gaz, et ce dépôt est ultérieurement employé lorsque l'acide carbonique est exhalé relativement en excès. Regnault et Reiset avaient déjà très nettement indiqué ces faits lorsque, étudiant les animaux en hibernation, ils avaient observé que ces animaux augmentent de poids pendant leur engourdissement, et que cette augmentation de poids provient d'une accumulation d'oxygène sans exhalation proportionnellement d'acide carbonique. Depuis lors, on a observé des phénomènes semblables chez l'homme lui-même, en comparant les absorptions et les exhalations gazeuses qu'il produit pendant la période de sommeil et pendant celle de veille et d'activité. En général, chez l'animal soumis à un violent travail musculaire, il y a excès d'acide carbonique expiré. Les observations de Pettenkofer et Voit sont parfaitement démonstratives à ce sujet. « En calculant pour 100, dit Gautier, d'acide carbonique et d'oxygène les quantités exhalées ou absorbées pendant la veille et le sommeil, on a pour les jours de repos et de travail les nombres suivants :

	Pour 100 CO ² exhalé		Pour 100 O absorbé.	
	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.
Repos.	58	42	33	67
Travail.	69	31	31	69

« Ainsi, par le travail musculaire et pendant le jour, il y a non seulement exhalation plus abondante d'acide carbonique, mais l'oxygène paraît être emprunté aux matières animales elles-mêmes, et n'être ensuite activement absorbé que pendant la nuit suivante. »

Est-il nécessaire d'insister, en présence de ces faits, sur ce que nous avons dit précédemment, à savoir que la nutrition n'est pas directe (p. 492), c'est-à-dire qu'on ne peut établir, pour un moment donné, un bilan exact de l'organisme, avec parallélisme parfait des recettes et des dépenses.

II. **Assimilation et désassimilation.** — La faculté que possède tout élément anatomique vivant d'être en relation d'échange continu avec le milieu qui le baigne, d'attirer les principes qu'il renferme, de se les incorporer pour un temps, puis de les rejeter après leur avoir fait subir certaines modifications, cette faculté est la propriété commune, la plus générale, la plus essentielle de toute partie vivante. Grâce à ce double mouvement continu de combinaison et de décombinaison, que présentent les éléments anatomiques sans se détruire, ces éléments, et, par suite, l'édifice organique tout entier, sont le siège d'une perpétuelle circulation de matière; c'est ce mouvement d'assimilation et de désassimilation que Cuvier désignait par le nom de *tourbillon vital*.

Cette succession incessante d'assimilation et de désassimilation, ce mouvement nutritif, en un mot, est, disons-nous, la propriété la plus générale des éléments anatomiques vivants; elle est, en effet, la condition indispensable de la manifestation de toutes les autres propriétés, sensibilité, contractilité, etc.

Les deux actes d'entrée et de sortie des matières qui prennent part, pour un temps plus ou moins long, à la composition des éléments anatomiques vivants, ces deux actes sont entièrement mêlés l'un à l'autre et s'accomplissent le plus souvent simultanément; cependant il est certaines périodes où les phénomènes d'entrée prédominent, d'autres où les phénomènes de sortie sont plus accentués. Il est donc permis, pour la commodité de l'analyse physiologique, d'étudier séparément les premiers actes sous le nom d'*assimilation*, parce que, par ces actes, des substances plus ou moins différentes de celles de l'élément vivant deviennent semblables à elles ou tout au moins leur sont incorporées; et les seconds actes sous le nom de *désassimilation*, parce qu'alors les principes qui faisaient partie de la substance des éléments cessent d'être semblables à celle-ci, et s'en séparent en prenant un état qui, sans être absolument celui des corps d'origine minérale, s'en rapproche par la propriété de cristalliser (acide urique, urée, etc.).

Assimilation. — L'acte d'assimilation est un de ces phénomènes élémentaires que la physiologie n'a pu encore analyser, et dont elle ne saurait espérer découvrir de sitôt le mécanisme intime; c'est ce qu'on peut, à ce point de vue, appeler un acte *vital*. Il est, en effet, évident que les simples lois de la physique sont impuissantes à expliquer comment la cellule vivante, l'élément anatomique, attire à lui telle substance du milieu ambiant: ici les lois de l'endosmose ne sauraient être invoquées, car le plus souvent les choses se passent à l'inverse de ce que pourrait faire supposer *a priori* la réalisation d'un simple phénomène d'endosmose. Ainsi,

le globule sanguin nage dans un liquide, le sérum sanguin, riche en sels de soude et relativement pauvre en sels de potasse; cependant ce sont surtout les sels de potasse que le globule sanguin attire à lui et qu'il s'assimile. Chaque élément anatomique choisit pour ainsi dire dans le milieu intérieur les substances qu'il s'incorpore; c'est ainsi que les sels du tissu musculaire ne sont pas les mêmes que ceux du cartilage. Le peu que nous enseigne la chimie sur l'assimilation des substances azotées et des hydrocarbures nous montre que pour ces substances, comme pour les sels, il ne saurait être question d'expliquer leur entrée dans les éléments anatomiques par le fait d'un simple acte d'endosmose; il y a, en effet, au moment de l'assimilation de ces substances, des actes qui les modifient en combinant des éléments empruntés aux unes et aux autres; c'est pourquoi l'assimilation des matières protéiques est aidée par la présence des substances hydrocarbonées; c'est pourquoi on a reconnu depuis longtemps la nécessité d'une alimentation mixte.

Ce n'est pas non plus simplement par un acte d'endosmose ou de diffusion gazeuse que l'oxygène du sang vient dans les éléments anatomiques pour y donner lieu à la combustion des substances ternaires et quaternaires. L'oxygène est, dans le sang, combiné avec l'hémoglobine des globules sanguins; il faut donc une action particulière des éléments anatomiques pour s'emparer du gaz vital qui leur est nécessaire, en désoxydant l'hémoglobine; il est impossible de définir entièrement cette action, mais la réalité de son existence est rendue bien évidente par l'étude des actes semblables ou même beaucoup plus énergiques que nous voyons accomplis par des organismes élémentaires, monocellulaires. Ainsi, certains ferments, qui ont besoin d'oxygène pour se développer et vivre, s'ils ne trouvent pas dans le milieu ambiant ce gaz libre ou en solution, mais seulement à l'état de combinaisons, sont capables de défaire ces combinaisons pour se procurer le gaz comburant; c'est le cas de ces vibrioniens qu'a étudiés Pasteur, qui décomposent le tartrate de chaux ou qui transforment l'acide lactique en acide butyrique: « Chez l'homme et chez les animaux supérieurs, dit Cl. Bernard, les éléments anatomiques se comportent comme ces animalcules vibrioniens: ils désoxydent l'hématine. »

Désassimilation. — L'acte complexe de désassimilation représente, dans son ensemble le plus général, un phénomène chimique d'oxydation par lequel les substances faisant partie de l'élément anatomique sont transformées en produits qui doivent être rejetés; le but de ces oxydations, pour ne parler ici que de la forme la plus générale du phénomène, est de produire, par la chaleur déve-