

dier : l'alimentation (source de l'énergie absorbée), les troubles de l'assimilation, et enfin de la désassimilation.

Comme le dit M. BOUCHARD, l'assimilation proprement dite échappe à l'heure actuelle à nos moyens d'investigation. Ce que nous pouvons surtout étudier en médecine, ce sont les produits de la désassimilation.

Les *déchets* qui résultent de celle-ci sont éliminés au dehors ; à l'état normal ces déchets doivent, pour un organisme donné, se maintenir dans certaines proportions de quantité et qualité ; leurs variations à l'état pathologique sont les meilleurs moyens que nous ayons de déterminer la *qualité de la nutrition* et de remonter à la connaissance des troubles de la nutrition qui ont provoqué ces variations.

Enfin ces déchets sont non seulement inutiles, mais toxiques, même lorsqu'ils sont normaux ; aussi les troubles de leur élimination ou encore les imperfections de leur élaboration conduisent aux *auto-intoxications*. Aussi l'étude des auto-intoxications suivra-t-elle naturellement celle des troubles de la nutrition.

Quant à ceux-ci, leur connaissance dépendra de celle du bilan nutritif, c'est-à-dire des *matériaux assimilés et désassimilés*.

Nous étudierons donc successivement :

a. Les troubles généraux de la nutrition :

- 1° *Alimentation, ration d'entretien.*
- 2° *Inanition, alimentation surabondante.*
- 3° *Mesure de la nutrition.*
- 4° *Maladies de la nutrition en général.*

b. Les troubles de la nutrition et des échanges par rapport aux principales substances de l'organisme :

- 1° *Troubles d'utilisation de l'albumine, azoturie, goutte;*
- 2° *Troubles d'utilisation du glycogène. Glycogénose, glycosuries, diabète. ;*
- 3° *Troubles d'utilisation des graisses, les graisses dans les maladies, obésité;*
- 4° *Troubles d'utilisation du phosphore, phosphaturies ;*
- 5° *Troubles dans les échanges du chlorure de sodium.*

## CHAPITRE PREMIER

### TROUBLES GÉNÉRAUX DE LA NUTRITION

Nous étudierons d'abord comment se fait l'*assimilation* des divers *aliments*, puis les troubles causés par le défaut ou l'excès d'alimentation : *inanition* et *alimentation surabondante* ; enfin la *mesure* des qualités de la nutrition et ses principales déviations : *ralentissement de la nutrition, diathèses, dyscrasies acides.*

#### ARTICLE PREMIER

##### ALIMENTS, RATION D'ENTRETIEN

La vie s'entretient chez les êtres vivants par un double courant d'*assimilation* et de *désassimilation*. Les aliments sont les substances destinées à l'assimilation. Il est indispensable pour la pathologie de la nutrition de rappeler certaines notions de physiologie générale souvent trop oubliées des médecins et dont quelques-unes sont d'ailleurs récentes.

#### § 1. — ALIMENTS

**1° Définition et rôle des aliments.** — Les aliments sont des substances susceptibles de s'absorber, avec ou sans transformation chimique, pour servir d'une part à la constitution des tissus et pour fournir d'autre part l'énergie nécessaire à la vie et au mouvement.

L'aliment a donc un double rôle :

- 1° *Apporter les matières destinées à édifier ou à reconstituer les tissus ;*

2° Fournir l'énergie qu'ils vont dépenser pour vivre et travailler.

La source de cette énergie vient de la dislocation des molécules complexes fournies par les aliments. La formation de ces molécules complexes a accumulé une certaine somme d'énergie et emmagasiné de la chaleur : leur formation est *endothermique* ; au contraire la décomposition de ces matériaux est *exothermique* et rend disponible l'énergie préalablement accumulée.

Cette accumulation de substances renfermant l'énergie à l'état potentiel, et la destruction de ces matériaux avec production d'énergie et de chaleur, c'est-à-dire l'assimilation et la désassimilation, constituent l'essence même de la nutrition.

Par exemple, le sucre (aliment) s'assimile sous forme de glycogène ; celui-ci est brûlé en donnant comme résidus de l'eau et de l'acide carbonique avec dégagement de chaleur et d'énergie. De même encore, l'albumine fixée dans les tissus se désorganise et aboutit à la formation de l'urée, corps beaucoup plus simple que la molécule albumine fort complexe. Nous voyons ainsi la destruction des substances assimilées aboutir à des substances plus simples, à des déchets.

Pour le pathologiste, l'intérêt est dans la plus ou moins grande perfection des phénomènes suivants : assimilation, production maxima d'énergie corrélative de la désassimilation avec production minimum de déchets.

Il est très difficile au pathologiste de se rendre compte de la perfection de l'assimilation (BOUCHARD). Mais il lui est actuellement possible par la chimie urinaire, respiratoire, etc., de se rendre compte de la qualité des déchets, et, par conséquent, du plus ou moins bon rendement d'énergie. Pour lui, l'étude de la nutrition se base surtout sur l'étude des produits de désassimilation ; c'est par l'analyse des cendres qu'il juge de la plus ou moins bonne qualité de la nutrition.

On a voulu établir une distinction au point de vue de la nutrition entre la cellule végétale et la cellule animale. La cellule végétale ferait surtout des synthèses (par exemple la production de la chlorophylle) assimilant le carbone de l'air sous l'influence

des rayons solaires ; la cellule animale opérerait surtout des phénomènes de destruction. Cela est vrai d'une façon générale et l'on peut dire que le végétal emmagasine de l'énergie et surtout l'énergie solaire pour fournir à l'animal les matériaux dont la destruction par celui-ci fournira les manifestations d'énergie résultants de sa vie. Mais les cellules animales peuvent aussi opérer des synthèses, par exemple la formation du glycogène.

2° Classification des aliments. — On les classe, actuellement de la façon suivante :

#### A. — ALIMENTS ORGANIQUES

1° QUATERNAIRES.	{ Albumines . . . .	{ Blanc d'œuf, caseine, chair musculaire, gluten, etc.
	{ Corps gras . . . .	{ Huile, graisse, beurre....
2° TERNAIRES . . .	{ Hydrocarbonés . . .	{ Amidon, sucre de canne, sucre de lait, glucose....

#### B. — ALIMENTS INORGANIQUES

Eau, oxygène, chlore, acides phosphorique et sulfurique, silice, potasse, soude, chaux, magnésie, fer, iode, etc.

On peut aussi envisager les aliments au point de vue de leur utilisation ; BUNGE distingue :

1° Aliments qui servent à la fois à la réparation des tissus et à la production de l'énergie : *albumines, graisses*.

2° Aliments qui sont uniquement une source d'énergie, mais ne servent pas à la réparation des tissus : (*hydrocarbonés, matières gélatineuses et oxygène*).

3° Aliments qui ne sont point une source d'énergie mais qui servent à la réparation des tissus : *eau, sels minéraux*.

Cette catégorisation est trop absolue, car le rôle des aliments varie suivant les circonstances ; mais elle donne une bonne idée de leur utilisation.

**3° Composition, utilisation et destruction des divers aliments simples de nature organique.** — Un essai de classification avait été tenté par MAGENDIE en aliments azotés et non azotés. Le même auteur vit le premier que des aliments privés d'azote ne peuvent à eux seuls entretenir la vie.

La doctrine de LIEBIG en arriva à donner toute l'importance dans l'alimentation aux albuminoïdes. Les albuminoïdes constituent pour LIEBIG toute la charpente de la matière organisée ; c'est l'albumine, ce substratum morphologique qui se désorganise pour fournir l'énergie nécessaire au travail ; cette perte en albumine devant être remplacée, les aliments albuminoïdes représentent l'aliment par excellence, *plastique* et dispensateur d'énergie ; les graisses et les hydrocarbonés auraient un rôle très secondaire : brûlés par l'oxygène ils seraient seulement des aliments *respiratoires* ou *thermogènes*.

Actuellement la théorie de LIEBIG est renversée ; il n'en persiste que le fait établi par MAGENDIE que l'aliment azoté est indispensable dans une certaine mesure. Nous savons que les trois catégories d'aliments concourent aux phénomènes essentiels de la nutrition, et même que ce sont les hydrocarbonés négligés par LIEBIG qui sont la source directe du travail musculaire (CHAUVEAU, voir plus loin).

La composition des trois principaux aliments organiques se résume ainsi :

	ALBUMINES	HYDROCARBONÉS	GRAISSES
Carbone . . . . .	52,2 p. 100	44,4 p. 100	76,5 p. 100
Hydrogène . . . . .	6,9 —	6,2 —	11,9 —
Oxygène . . . . .	23,7 —	49,4 —	11,6 —
Azote . . . . .	15,3 —	— —	— —
Soufre . . . . .	1,9 —	— —	— —

Le cycle de destruction de ces matériaux aboutit aux produits suivants.

Les hydrates de carbone et les graisses ne contenant que carbone, hydrogène et oxygène se brûlent dans l'organisme d'une façon complète en donnant de l'eau et de l'acide carbonique ; celui-ci s'éliminant par le poumon, le mouvement nutritif des

hydrocarbonés et des graisses ne peut être suivi que par l'étude de la respiration.

La destruction de l'albumine peut aboutir à deux ordres de produits d'une part l'urée, terme de l'utilisation de l'azote, d'autre part le glycogène et la graisse ; ces deux derniers corps se brûlant avec formation d'acide carbonique et d'eau, l'évolution de l'albumine aboutit finalement à la production d'urée, d'eau et d'acide carbonique, ces deux derniers corps par intermédiaire des graisses et de l'albumine.

Pour CHAUVEAU l'albumine ou la graisse ne peut servir au dégagement d'énergie qu'en passant à l'état de glycogène.

Le glycogène peut provenir des hydrates de carbone, des graisses et de l'albumine.

Les graisses peuvent provenir soit des aliments gras eux-mêmes, soit de l'albumine.

Tel est le résumé succinct de la transformation des aliments organiques entre eux.

Les albuminoïdes donnant, outre l'eau et l'acide carbonique, des produits de désassimilation azotée (urée, acide urique, etc.) et ces déchets azotés s'éliminant par les urines, c'est l'étude de celles-ci, qui permettra d'étudier la plus ou moins grande perfection de la destruction des albuminoïdes.

D'après ces données on peut calculer la quantité d'énergie (ou de chaleur) fournie par la décomposition de ces différents aliments.

Pour les aliments ternaires (graisses, hydrocarbonés), il suffit de connaître la chaleur de combustion, puisqu'ils se brûlent complètement. BERTHELOT a calculé le nombre de calories fournies par 1 gramme des principales substances.

Pour les substances quaternaires (albuminoïdes) la combustion n'étant pas totale, le calcul est plus compliqué. On considère, pour plus de simplicité, la décomposition de l'albumine comme ne fournissant que de l'urée ; il ne reste qu'à retrancher de la chaleur totale de combustion de l'albumine celle de la combustion de l'urée correspondante.

En comparant ces diverses données, les graisses surtout produiraient de l'énergie : 1 gramme de graisse dégagerait en brû-

lant autant de chaleur que 2<sup>es</sup>,25 d'albumine ou de substances hydrocarbonées.

Dans la théorie de CHEAUVEAU les chiffres ne sont plus les mêmes; les valeurs isoglycosiques des albumines, hydrates de carbone et graisses, sont entre eux comme 3, 4 et 6.

**4° Aliments inorganiques.** — Ceux-ci ou aliments minéraux comprennent l'eau, l'oxygène et les sels.

a) *L'eau* représente 63 p. 100 de nos tissus, elle sert à la constitution du milieu intérieur, où se tiennent en dissolution, en suspension, un grand nombre d'aliments; elle sert à l'élimination (reins, peau, poumons), des déchets, et à la régulation de la chaleur. Elle sert à l'hydratation de l'albumine, des corps gras, des hydrocarbonés, etc.

β) *L'oxygène* est le facteur primordial des réactions chimiques de la nutrition; les oxydations étant au premier rang de ces réactions. L'homme consomme 489 litres d'oxygène par vingt-quatre heures.

γ) *L'acide phosphorique* s'assimile à la dose de 3 à 4 grammes par jour, en partie à l'état de phosphate de chaux, en partie à l'état organique (lécithines). La *chaux* et la *magnésie* à l'état de phosphates paraissent pénétrer dans l'organisme sous forme de combinaisons avec les albuminoïdes.

δ) *Le fer* n'existe qu'à la dose de 3 grammes dans toute l'économie, sa présence et pourtant de toute importance pour former le pigment ferrugineux du sang (hémoglobine). Le fer se trouve dans presque tous les aliments presque toujours à l'état de combinaison organique. Le type de ces combinaisons est l'hématogène du jaune d'œuf découvert par BUNGE, récemment étudié par M. HUGOUNENQ.

ε) *La potasse et la soude* sont surtout combinées à l'état de chlorures, phosphates, sulfates et encore de carbonates ou de sels organiques. Les carbonates paraissent indispensables pour saturer l'acide sulfurique provenant de l'oxydation du soufre des albumines.

θ) *Le chlorure de sodium* joue un rôle que l'on découvre de plus en plus important dans les mutations organiques et l'éli-

mination des déchets (voir page 611 la question complète du NaCl).

**5° Aliments de jouissance et d'épargne, alcool.** — Les aliments de jouissance sont les *condiments* dont le rôle est d'exciter la digestion, et les *aliments d'épargne*.

a. *Théorie des aliments d'épargne.* — Ce nom peut être entendu de deux façons. Lorsqu'on adoptait la théorie de LIEBIG sur le rôle exclusif de l'albumine dans la nutrition, on pensait que certaines substances telles que l'alcool, le thé, le café, la kola, pouvaient remplacer l'albumine et par conséquent l'épargner. Dans une autre acception, on a pensé aussi que ces substances étaient des stimulants de l'organisme, qui amenaient un meilleur rendement de la machine humaine et qui par conséquent produisaient plus de travail avec moins de dépense.

Ces deux significations sont également fausses, si on les prend au pied de la lettre. On ne peut concevoir en effet un travail produit sans combustion proportionnée d'une certaine somme d'aliments; les substances énumérées sont des stimulants de la machine humaine; mais, à ce titre, si elles font produire plus de travail, c'est aussi en faisant consommer davantage d'aliments ou de substances de l'organisme même; ce serait donc en quelque sorte des *aliments d'usure et non d'épargne*. En fait, l'alcool, le café, pris d'une façon immodérée, peuvent amener en effet une excitation et des combustions exagérées. Il n'y a guère qu'un cas dans lequel ces aliments sont réellement d'épargne, c'est lorsqu'ils suppriment la sensation de faim, qui est elle-même une cause très grande de dénutrition; c'est ainsi que certains peuples mâchent des feuilles de kola en guise de nourriture, lorsqu'ils sont soumis à un jeûne forcé ou font de grandes marches.

Quant à la théorie de LIEBIG elle n'est plus admise; les aliments dits d'épargne ne le sont donc pas à ce point de vue. Ils ne le seraient que s'ils remplaçaient une quantité correspondante de substances nutritives vraies: graisses, albumines ou féculents correspondants eux-mêmes dans la théorie de CHEAUVEAU à une certaine quantité de glycogène.

A ce point de vue on peut diviser les substances en question en deux groupes : l'un est constitué par celles qui ne sont certainement que des excitants de la circulation et de la nutrition, tels que le café, le thé, la kola ; l'autre serait constitué uniquement par l'alcool.

b. *Valeur alimentaire de l'alcool.* — C'est une question des plus importantes au point de vue physiologique et au point de vue social. Après avoir considéré l'alcool comme un véritable aliment, on arriva à admettre à la suite des travaux de LALLEMAND et DUROY et de M. PERRIN qu'il traverse simplement l'économie, est éliminé pour la plus grande part, et qu'une petite partie seulement est oxydée pour fournir de l'eau, de l'acide carbonique et de la chaleur ou du travail mécanique. Connaissant d'ailleurs la toxicité de l'alcool et ses effets sur le système nerveux on en était arrivé à cette formule peu encourageante : *l'alcool est un excitant de courte durée et un déprimeur de longue durée* ; on ne le considérerait plus que comme en excitant d'utilité tout à fait accessoire et peu à conseiller, même à faible dose.

Les travaux de deux Américains, ATWATER et BÉNÉDICT ont remis tout en question il y a quelques années. Ces auteurs, reproduisant des expériences d'ailleurs connues, purent étudier d'une façon mathématique les effets de l'alcool sur l'homme. Ils enfermaient un homme dans une grande chambre calorimétrique pendant plusieurs jours, et, par un dispositif ingénieux, calculaient le travail produit par ce sujet avec un motorcycle, la quantité de calories ingérées avec les repas, celle des calories dégagées en dehors du travail mécanique, et calculaient ainsi le rendement des aliments. Puis ils substituèrent de l'alcool à une certaine quantité d'hydrates de carbone. Ils constatèrent que l'alcool est brûlé, employé à faire du travail mécanique mieux qu'on ne l'avait cru jusqu'alors, et pouvait pendant la courte durée de l'expérience remplacer une certaine quantité d'aliments.

En France, M. DUCLAUX, de l'Institut Pasteur, eut le grand tort de vulgariser cette expérience, de la sortir du domaine du Laboratoire, de conclure à la grande valeur alimentaire et pratique de l'alcool ; ces éloges eurent un grand retentissement chez les physiologistes et... les fabricants d'alcools.

Les conclusions de DUCLAUX ont été réfutées partout et notamment par LAPICQUE, ROGER, etc.

Tout d'abord, dans les expériences en question, il y a une légère augmentation de l'excrétion azotée sous l'influence de l'alcool administré à la place d'aliments ; il y a donc dénutrition. De plus, ROGER fait remarquer que si au point de vue expérimental l'alcool a théoriquement une valeur alimentaire, c'est-à-dire peut fournir un certain nombre de calories, cela n'a aucun avantage mais encore beaucoup d'inconvénients et de dangers au point de vue pratique. Les deux avantages que peut présenter l'alcool sont le petit volume sous lequel sont enfermées les calories nécessaires, et son prix de revient. Or, au point de vue du volume, l'alcool ne peut se prendre pur ; il ne peut guère s'absorber que sous forme de boisson alcoolique telle que le vin, qui renferme environ 10 p. 100 d'alcool, ou bien sous forme d'eau de vie diluée ; il faudrait donc absorber une grande quantité de ces boissons alcooliques pour parfaire le besoin de calories ; il n'y a donc aucun avantage au point de vue de la commodité. Il n'y en a pas davantage au point de vue du prix de revient. Les statistiques de LANGOUZY, sur le mode d'utilisation en aliments de son salaire par l'ouvrier parisien, montrent qu'une grande partie de ce salaire passe précisément en boissons alcooliques, qui ne le nourrissent pas suffisamment et lui coûtent plus cher que des aliments plus nutritifs.

Enfin CHAUVEAU a démontré par des expériences indiscutables, bien avant celles des Américains, que, si l'alcool peut fournir des calories, son pouvoir énergétique est bien inférieur à celui du sucre, lequel précisément offre tous les avantages de la commodité, de l'économie et de l'innocuité.

D'ailleurs, quand bien même l'alcool serait un véritable aliment, les expériences de laboratoire ne peuvent prévaloir contre l'observation médicale qui prouve que c'est surtout un *poison*. Il importe peu que la machine marche aussi vite avec de l'alcool si ses rouages sont rapidement détériorés (Voir toxicité des alcools page 197). Par conséquent *l'alcool est un aliment médiocre et un poison dangereux*.

Tout ceci montre combien est grande l'erreur de ceux qui veu-

lent transporter dans la pratique sociale et médicale des notions de physiologie pure mal interprétées.

## § 2. — RATION D'ENTRETIEN

**1° La ration d'entretien chez l'homme.** — Lorsque dans les processus d'assimilation et de désassimilation l'organisme équilibre exactement ses recettes (oxygène et aliments) et ses dépenses (réparation des tissus, chaleur animale, travail mécanique), il est en état d'entretien. La ration alimentaire qui le maintient dans cet état s'appelle ration d'entretien.

**A. BESOIN D'ALBUMINE.** — Un fait curieux et capital connu depuis MAGENDIE, est que la vie ne peut s'entretenir qu'avec un *minimum d'albumine*. Un animal peut vivre uniquement d'albumine, tandis qu'il meurt si on ne le nourrit que de graisse ou d'hydrocarbonés. On n'est pas fixé sur ce minimum indispensable. VOIT et PETENKOFFER admettaient qu'il faut 1<sup>er</sup>, 7 d'albumine par kilogramme de poids vif, soit 118 grammes pour un poids moyen de 70 kilogrammes. Les travaux les plus récents de Tsuboi et MURATO KUMAGAWA, LAPICQUE ont abaissé ce chiffre à 1 gramme par kilogramme de poids vif. Le minimum rigoureusement physiologique n'est pas exactement connu mais certainement inférieur encore. Chez les peuples d'Extrême-Orient 35 grammes d'albumine paraissent suffire. Dans nos pays, l'organisme semble avoir besoin d'au moins 80 grammes par jour (MUNK et ROSENHEIM).

Quant à la cause de ce besoin d'un minimum d'albumine, elle reste absolument mystérieuse (LAMBLING).

**B. BESOIN D'UN TOTAL DE CALORIES.** — Étant donné le fonctionnement vital et le travail dépensé par un organisme, on peut calculer la quantité de calories nécessaires pour tout ce développement d'énergie. Pour atteindre ce but, on peut mesurer la valeur calorifique des ingesta et des excréta, et déduire ainsi le nombre de calories utilisées par l'organisme. C'est la *méthode du bilan nutritif total*; on l'étudie à l'état de repos ou pour différents travaux.

Une autre méthode consiste à étudier les *échanges gazeux respiratoires* et les variations de ces échanges pour un travail donné.

La ration alimentaire doit comprendre un minimum d'albumine, mais à part cela, l'albumine ne joue qu'un rôle secondaire dans le bilan total des recettes et des dépenses en énergie de l'organisme. C'est surtout un aliment plastique.

Les hydrates de carbone constituent au contraire un appoint considérable dans l'apport total des calories (50 à 70 p. 100).

La valeur nutritive du sucre découle de ces faits et de son utilisation directe. Il ne faut pas oublier que 15 grammes de sucre représentent 60 calories tandis qu'un blanc d'œuf n'en fournit que 1,25 (LAMBLING).

Les graisses ont une valeur calorifique considérable. Chez un convalescent pesant 50 kilogrammes et qui doit satisfaire à un besoin total de  $50 \times 35 = 1750$  calories, 100 grammes de beurre valant environ 800 calories couvrent à eux seuls près de la moitié du besoin total (LAMBLING).

En somme une alimentation rationnelle n'exigerait que très peu d'albumine et demanderait aux hydrocarbonés et aux graisses les calories nécessaires.

L'excès d'albumine paraît inutile et peut être nuisible en augmentant les déchets azotés et le travail du rein, tandis que les autres substances ne donnent que de l'eau et de l'acide carbonique.

**2° Théorie de l'isodynamie et théorie de Chauveau.** — Ces deux théories contraires dominent la question capitale suivante : *dans quelles proportions les trois catégories d'aliments concurrent-ils à la dépense d'énergie organique pour un poids donné ; ou encore : dans quelles proportions les aliments peuvent-ils être substitués les uns aux autres pour obtenir le même travail ?*

Dans la *théorie de l'isodynamie*, établie par RUBNER, les quantités d'aliments équivalentes entre elles et pouvant se remplacer les unes les autres sont proportionnelles au chiffre de calories que peut produire la combustion de ces aliments. La quantité d'énergie pourrait être empruntée indifféremment à l'une ou à l'autre

catégorie d'aliments, pourvu que l'énergie totale fournie par la ration puisse couvrir la totalité des dépenses. Par exemple pour un organisme dépensant en vingt-quatre heures 2.500 calories, cette quantité d'énergie pourrait être fournie indifféremment par 269 grammes de graisse, 610 grammes d'albumine ou 610 grammes d'amidon, car d'après la valeur calorifique de chacun de ces aliments les poids ci-dessus représentent exactement les 2.500 calories. En d'autres termes 100 grammes d'albumine, 100 grammes d'hydrocarbonés et 44,1 de graisse seraient isodynames, c'est-à-dire capables de fournir à l'organisme la même quantité d'énergie, à savoir 410 calories, et par conséquent pourraient être substitués les uns aux autres. Il va sans dire que la notion du minimum d'albumine nécessaire persiste même dans cette théorie.

La *théorie de Chauveau* conteste que le pouvoir nutritif des aliments se confonde avec le pouvoir thermogène ou dynamogène. La graisse ne participe jamais au travail musculaire qu'après s'être transformée en glycogène. Comme *cette transformation nécessite la dépense d'une partie de l'énergie de la substance transformée*, il y a perte de la valeur énergétique des graisses sur ce qu'indique la théorie précédente. La graisse ne serait donc productrice d'énergie utile que dans la proportion où elle peut se transformer en glycogène : 1 gramme de graisse peut fournir environ 1<sup>er</sup>,61 de glucose équivalant thermiquement à 1<sup>er</sup>,52 de saccharose. Le glycogène serait ainsi la forme sous laquelle doit passer tout aliment pour donner de l'énergie. « Le corps qui dans l'organisme remplit la fonction énergétique, c'est le carbone ; la forme chimique autour de laquelle il évolue dans cette fonction, c'est le sucre ; le corps qui par son conflit avec lui manifeste cette fonction, c'est l'oxygène. L'évolution énergétique se trouve comme condensée dans ces trois termes correspondant à des fonctions qui sont : l'alimentation, la glycogénèse, la thermogénèse » (MORAT). L'expérience entre les mains de CHAUVEAU a confirmé la théorie, montrant que 1 gramme de graisse et 1<sup>er</sup>,52 de sucre de canne, sont capables de fournir, la première par oxydation, la seconde par hydratation, la même quantité de glucose et par conséquent de glycogène ; les chiffres donnés par l'expérimentation sont exactement

ceux donnés par l'équation hypothétique de la transformation de la graisse en glucose.

Ainsi, d'après la théorie et l'expérience, la graisse et le sucre concourent à la nutrition au même degré *non pas quand on les administre en quantités thermiquement équivalentes* (comme dans la théorie de RUBNER) mais en *quantités propres à donner la même proportion de glycogène*. Les poids isotrophiques de ces deux substances se confondent avec leurs poids isoglycogénétiques et non avec leurs poids isodynamiques.

Les expériences de CHAUVEAU ont confirmé la même théorie en ce qui concerne l'*albumine*. Les aliments albuminoïdes ne peuvent être substitués aux autres (graisses ou hydrocarbonés) que dans la proportion où ils peuvent fournir la même quantité de glycogène. M. CHAUVEAU a d'ailleurs montré récemment (Acad. des sciences, 1907) que, pour un même travail, l'alimentation exclusive par la viande est celle qui réclame le plus d'énergie employée à son assimilation et à sa transformation en glycogène. (Voir page 521.)

Cette façon de concevoir la nutrition, est d'une importance capitale soit en théorie pour suivre la marche des combustions intra-organiques ; soit en pratique, pour juger de la valeur nutritive exacte des aliments et pour instituer les régimes.

**3° Causes et grandeur du besoin total de calories à l'état de repos.** — Il s'agit ici du problème réduit à sa plus simple expression de savoir quel est le *besoin minimum* de calories, c'est-à-dire de substances alimentaires pour l'organisme.

a. *Causes de ce besoin.* — Ces causes sont : 1° le travail du cœur et de la circulation (pour ZUNTZ : 3 à 10 p. 100 de la dépense totale en calories) ; 2° le travail des mouvements respiratoires (VON NOORDEN : 10 à 20 centièmes de la dépense totale) ; 3° le travail constant des glandes et des tissus qu'il est impossible d'évaluer et qui ne serait pas considérable (LAMBLING) ; 4° les pertes de chaleur de l'organisme.

En déduisant les 10 à 20 centièmes de l'énergie fournie qui sont utilisés sous forme de travail, il reste la plus grande partie de cette énergie qui se manifeste sous forme de chaleur.

L'émission de chaleur animale serait donc à peu près égale aux 8 ou 9 dixièmes de la quantité de chaleur que représente la valeur thermique de la ration consommée.

LAVOISIER et LAPLACE avaient abordé le problème, mais ils calculaient la chaleur produite d'après les seuls produits de la combustion respiratoire ; aussi laissaient-ils échapper une grande partie de la chaleur animale mesurée dans les procédés modernes par le calorimètre. RUBNER a repris la question avec une technique judicieuse, comparant la chaleur obtenue au calorimètre à la valeur calorifique des éléments dépensés. La conséquence est que : *la demande totale de calories de chaque organisme est presque uniquement commandée par les besoins de sa calorification générale.* Ce n'est point l'intensité des combustions intra-organiques qui règle la chaleur, mais au contraire les pertes de chaleur qui règlent la valeur de la désassimilation des aliments.

Comme REGNAULT et REISET, puis CHARLES RICHEL l'ont démontré ; le refroidissement des organismes est en raison directe de la surface. Les petits animaux ont une surface plus grande par rapport à leur poids ; aussi perdent-ils plus de chaleur et présentent-ils des combustions beaucoup plus intenses.

D'après cette *loi des surfaces*, la grandeur des surfaces de refroidissement est donc la plus importante des causes du besoin total des calories.

b. *Grandeur du besoin total de calories.* — Pour calculer cette grandeur pour un organisme et une surface donnée, bien des formules ont été proposées.

Pour des évaluations précises on se servira des formules établies par M. BOUCHARD, pour déterminer la surface et la composition du corps de l'homme (voir page 529), la *notion du segment anthropométrique et de sa composition chimique.*

« On peut évaluer en chiffres ronds, et par kilogrammes, la dépense pour l'état de repos absolu à 24,25 calories nettes, et pour le repos ordinaire à 30 calories nettes environ » (LAMBING).

4° *Variations physiologiques de la ration.* — Elles sont

naturellement nombreuses. D'après les notions précédentes, il faut, pour une ration alimentaire minima, une quantité d'albumine indispensable (environ 80 grammes) ; quant aux hydrocarbonés et aux graisses ils peuvent se substituer les uns aux autres non d'après l'isodynamie mais d'après l'isoglycogénèse (CHAUVEAU).

a. *Age.* — Les combustions sont plus intenses chez l'enfant que chez l'adulte, car ce dernier a une surface relative moindre. Le nourrisson se nourrit de graisse, pour plus de 50 p. 100 des calories totales, tandis que l'adulte n'en consomme que 35 p. 100. Cette prédominance de la graisse dans l'alimentation des nourrissons est nécessaire au maintien de la température.

b. *Travail.* — Le travail musculaire peut élever la dépense de calories à plus du double de la consommation normale.

c. *État du corps.* — Nous avons vu plus haut que d'après la loi des surfaces, la consommation des aliments est proportionnellement en raison inverse de la surface.

d. *Température extérieure.* — Le refroidissement du corps augmente la nécessité des combustions. L'alimentation est plus abondante en hiver et dans les pays froids. La même ration juste suffisante en hiver peut engraisser en été.

e. *Influence de l'alimentation.* — On croit généralement que dans l'organisme la chaleur produite augmente avec la quantité des aliments c'est-à-dire du combustible, comme cela se passerait dans un foyer ordinaire. Il est vrai que l'on constate après l'ingestion des aliments une augmentation de la calorification et des décompositions chimiques. Mais cela est dû principalement aux mouvements du tube digestif et au travail des glandes. Ce sont donc les besoins de l'organisme et non l'apport des aliments qui règlent la calorification et par conséquent la désassimilation. M. BOUCHARD montre cependant, qu'un excès d'ingestion d'albumine nécessite la transformation d'une partie de celle-ci en glycogène comme matériel de réserve. Cette transformation et la calorification qui en résulte sont dans ce cas la conséquence de l'apport des aliments et non du besoin d'énergie primordiale de l'organisme.

M. CHAUVEAU a insisté récemment (Acad. des sciences 1907).

sur le fait que l'alimentation purement carnée (chez le chien) nécessite de la part de l'organisme une dépense d'énergie supérieure à celle que nécessite une ration mixte à prédominance d'aliments ternaires (graisses et hydrocarbonés). Ce serait le régime viande (nécessaire pour couvrir le besoin d'albumine) et sucre (pour couvrir les dépenses de l'organisme) qui entraînerait le moins d'énergie perdue.

En d'autres termes, pour un même travail, ou au repos, l'organisme dépense moins d'énergie, pour se nourrir avec du sucre qu'avec de la viande. C'est que l'albumine a besoin de se transformer elle-même en sucre pour fournir chaleur et travail, d'où une perte d'énergie pour suffire d'abord à cette seule transformation.

#### ARTICLE II

### INANITION ET SURALIMENTATION

L'inanition (insuffisance alimentaire) ou l'alimentation exagérée sont la cause ou la conséquence de beaucoup d'états pathologiques : leur physiologie présente donc le plus grand intérêt pour le médecin.

#### § 1. — INANITION

La ration d'entretien doit fournir un minimum d'albumine et une certaine quantité totale de calories. L'inanition est l'état de l'organisme ne recevant qu'une alimentation nulle ou insuffisante à ces deux points de vue.

**1° Inanition totale.** — L'inanition totale est supportée par les animaux hibernants grâce à une réduction des échanges nutritifs à un minimum, avec abaissement de la température et repos musculaire complet. Chez les autres animaux elle ne diminue pas le besoin d'énergie qui est employé en général à la recherche de l'alimentation. Le travail n'ayant pas diminué dans ce dernier

cas, l'organisme emprunte à ses propres tissus les calories nécessaires au travail du cœur, du tube digestif, des muscles et à la température constante du corps. Les observations célèbres faites à Berlin sur le jeuneur CETTI ont montré que les combustions organiques calculées d'après les excréta et les échanges respiratoires persistent pendant le jeûne avec la même intensité qu'à l'ordinaire. Comme les réserves de glycogène de l'organisme sont vite épuisées, ce sont la graisse et l'albumine qui sont consommées.

a. *Consommation de l'albumine.* — Il s'établit rapidement un régime d'économie de l'albumine qui maintient pendant longtemps la dépense azotée à un taux fixe minimum, puis survient une augmentation soudaine de l'azote comme signe précurseur de la mort. VON NOORDEN fixe la dépense à 10 à 11 grammes d'azote par jour (soit 0<sup>sr</sup>,93 à 1<sup>sr</sup>,43 d'albumine par kilogramme de poids vif) chez l'homme bien portant inanité.

b. *Consommation des graisses.* — Elle est beaucoup plus variable. L'organisme brûle toute la graisse nécessaire pour diminuer ses dépenses en albumine et fournir cependant le total de calories nécessaire au travail dépensé. Un sujet gras dépensera donc beaucoup moins d'albumine qu'un sujet maigre ; un sujet de RANKÉ, très gras, dépensait par jour 50 grammes d'albumine seulement pour 206 grammes de graisse, tandis que CETTI qui était maigre consommait en albumine une quantité égale à près de la moitié des graisses détruites.

**2° Inanition relative ou alimentation insuffisante.** — Ce cas, plus fréquent (observé dans les états pathologiques et chez les classes pauvres) est d'une étude fort importante. Il faut connaître en effet les troubles nutritifs causés par la restriction alimentaire, pour ne point les confondre avec les résultats des maladies.

Le fait capital est le suivant : alors que dans l'inanition, la dépense en calories reste la même qu'auparavant, dans l'état de l'alimentation insuffisante progressive et prolongée la dépense totale de calories s'abaisse pour constituer un régime plus économique par une adaptation progressive de l'organisme.