

(légèreté dans les actions, *imprudence*, caractère sans consistance).

§ III. — De la fermeté.

Gall a donné à cette qualité d'autres noms tels que *constance*, *fermeté*, *persévérance*, *opiniâtreté*. C'est cette manière d'être qui donne à l'homme une empreinte particulière que l'on appelle le *caractère*; celui qui en manque est le jouet des circonstances extérieures et des impressions qu'il reçoit : c'est une girouette qui tourne au gré de tout vent. L'homme qui a une grande fermeté est immuable dans sa manière de voir ; on pourra calculer d'avance quelle sera sa ligne de conduite, si tel événement a lieu ; c'est un homme en qui l'on peut avoir confiance ; les choses difficiles sont celles qu'il entreprend de préférence : les difficultés, les obstacles, qui rebutteraient les âmes faibles, ne sont que des encouragements qui doublent son ardeur. *Tu ne cede malis sed contra audacior ito*, est sa devise. Il fait ce qu'il croit devoir faire, les exemples ne sont rien pour lui ; il est aussi difficile de le séduire que de le corriger ; les menaces et les dangers, d'inébranlable qu'il était, le rendent audacieux.

La fermeté et l'opiniâtreté découlent de la même source. L'homme borné dans le développement des facultés de l'esprit, l'enfant, sont entêtés ; l'homme raisonnable et intelligent est constant, inébranlable, persévérant, ferme (*Tenax propositi vir*), mais recourt à la prudence et aux autres facultés dès qu'il est besoin. (Voir Gall, *ibid.*, t. V, p. 399 à 406).

SIXIÈME PARTIE.

PHYSIOLOGIE DE L'ORGANISME CONSIDÉRÉ DANS SON ENSEMBLE OU DES RÉSULTATS.

Définition. — On donne en physiologie le nom de *résultats* à des phénomènes ou actes que manifestent les êtres organisés, qui ne sont accomplis ni par des espèces d'éléments anatomiques, de tissus ou d'appareils en particulier, mais qui sont l'attribut physiologique de l'organisme considéré dans son ensemble, comme un tout.

Ces actes ne sont pas inhérents à telle ou telle partie du corps spécialement, comme la contractilité aux fibres musculaires, la reproduction à l'appareil générateur ; mais ils sont le *résultat* de l'activité dont jouissent les éléments, tissus, organes, etc. Ils sont le résultat commun de la mise en jeu de leurs propriétés, usages, etc. Les résultats peuvent être spéciaux ou généraux. Les résultats spéciaux, dit M. Robin (*Tableaux d'anatomie*, 1850), sont : la *production de chaleur* en rapport spécialement avec la propriété élémentaire de nutrition ou actes de combinaison et de décombinaison que présente dans certaines conditions toute substance organisée, et qui est dite alors vivante ; l'*hérédité*, qui se rattache aux fonctions de reproduction, et en particulier à ce fait, que les éléments organiques les plus simples ont généralement la propriété d'en reproduire un semblable à eux par segmentation, et la *production de l'électricité* en rapport surtout avec les fonctions animales. Les résultats généraux sont la *vitalité*, qui diffère dans chaque individu plus ou moins selon l'état de l'ensemble des actes simples dont celui-ci représente l'expression commune ; puis la *mort* ou la *mortalité*. Nous allons commencer l'étude de ces résultats par les plus généraux. Les premiers, comme on peut le voir facilement, se rattachent à ceux-ci comme cas particuliers ou phénomènes placés sous leur dépendance.

Or, le résultat commun de l'activité de l'économie entière, ou résumé de toutes les parties (éléments, tissus et humeurs, systèmes, organes et appareils) formées de substance organisée, est appelé *vitalité*.

De la vitalité.

Définition. — On donne le nom de *vitalité* à l'ensemble des modes d'activité propres aux corps organisés ; comme on a appelé *mouvement en masse ou mécanique*, et *mouvement moléculaire ou chimique*, les modes principaux d'activité des corps bruts.

Ainsi les corps organisés sont soumis aux lois qui régissent les corps inorganisés, mais ils possèdent de plus qu'eux une activité spéciale qui doit toujours établir entre eux une grande différence. Le nom de vitalité donné aux modes d'activité spéciale des corps organisés fait dire d'eux qu'ils sont *vivants* quand ils la manifestent. D'où les expressions de *corps organisés vivants* ou simplement *corps vivants*. On donne le nom de *vital* à tout ce qui se rattache à l'étude de la vitalité. On appelle *phénomène vital* et *phénomènes vitaux* chacun de ceux que présentent les corps vivants.

Le plus général des actes manifestés par les corps organisés est celui qui a reçu le nom de *nutrition* quand il est envisagé dans les éléments anatomiques et les tissus. Quand il est envisagé dans l'ensemble de l'organisme, il est appelé *vie*, parce qu'il est la condition d'existence de tous les autres actes, même élémentaires. En effet, sans *nutrition* pas de développement, ni reproduction, ni contraction, ni sensibilité, et leur ensemble porte le nom de *vitalité*.

C'est pour avoir considéré la vie indépendamment de la *substance organisée*, qui en est le siège, qu'on a posé la question de savoir si la vie est un *principe* ou un *résultat* ; question mal posée, puisque la vie n'est ni l'un ni l'autre.

Définition de la vie. — La vie est la manifestation de l'une ou de l'ensemble des propriétés inhérentes à la *substance organisée*, et que ne possède pas la matière brute.

Ces propriétés pouvant du reste être réduites à une : la nutrition, il en est résulté qu'on a donné quelquefois la définition de la nutrition pour celle de la vie. Elle est inhérente à la substance organisée placée dans certaines conditions de milieu, comme l'acidité ou l'alcalinité sont inhérentes à l'acide sulfurique ou à certains oxydes ; mais elle n'est pas plus un principe que l'acidité et l'alcalinité, autrefois admises comme principes distincts de la matière brute, ne sont des principes. Elle n'est pas plus un résultat que l'alcalinité, etc., n'est dans l'ammoniaque, les oxydes, les alcaloïdes, etc., un résultat susceptible d'être déduit de leur composition. Il y a coexistence de la propriété de nutrition et de cette composition, comme coexistent la vie et la substance organisée placée dans certaines conditions de milieu. Seulement il y a autant de différence

entre la vie et les propriétés des corps bruts, qu'entre la substance organisée et les corps inorganiques. La liaison minutieuse et intime qui existe entre la constitution des parties liquides et solides de l'économie, qui naissent et se développent d'une manière simultanée et corrélatrice, est la seule cause qui fait que les propriétés vitales ou la vie cesse de se manifester dès que les liquides ont subi des modifications, même légères, sans que les solides soient détruits ; tandis que les corps inorganiques, plus indépendants des conditions extérieures, ne perdent leurs propriétés qu'autant qu'ils sont décomposés. C'est là ce qui a fait croire à une indépendance et à une séparation qui n'existent pas entre la substance organisée et ses propriétés. C'est enfin l'ignorance de la nature de cette liaison intime qui a fait se demander si les propriétés n'étaient pas une cause, un principe séparable, ou le produit, le résultat de l'action d'un principe subtil susceptible de s'échapper.

La notion de *vie* est donc représentée par le phénomène le plus général qui se passe dans la matière organisée en action, par le phénomène que manifeste toujours et sans interruption tout être organisé agissant. C'est là tout ce que nous pouvons savoir de réel à cet égard ; toute idée métaphysique sur la nature intime, sur les causes premières, sur l'essence du phénomène, toute idée d'entité se trouve et doit être tout à fait éloignée. La vie peut être bornée à la nutrition. Tel est le cas de l'œuf et de la graine pendant un temps plus ou moins long. Ce sont des corps organisés, ordinairement très simples, chez lesquels tout se borne à un échange avec les parties gazeuses seulement du milieu ambiant. Il peut même se faire que tout phénomène de nutrition, et par suite que toute vitalité soit suspendue, pendant un temps plus ou moins long, soit dans les graines, soit chez les larves de quelques animaux placées dans certaines conditions de température, de sécheresse ou d'humidité. Mais si ces conditions n'ont pas amené de lésion dans l'organisation, la nutrition, et par suite le développement, pourront reparaitre et continuer jusqu'à la période de reproduction. Ainsi, dans ces cas-là, l'organisme est conservé à l'état statique, c'est-à-dire apte à agir, mais sans manifester les actes propres à la substance organisée ; c'est un état de *mort apparente*, mais non réelle, puisque l'organisme n'est point lésé, et manque seulement des conditions extérieures physico-chimiques nécessaires à l'accomplissement des actions qui caractérisent la vie, et qui reprennent dès que celles-ci lui sont rendues. Ce fait s'observe sur beaucoup de graines, sur beaucoup de larves d'insectes, libres ou contenues dans des graines, comme le montrent beaucoup de légumineuses, etc. ; il s'observe même sur des animaux parfaits (Rotifères). Ce sont des

êtres à organisation très simple seulement qui offrent des exemples de ce genre. Les animaux ou les larves d'un grand volume, ou qui ont un appareil respirateur développé, ne peuvent être placés dans cet état que pendant un temps très court, même dans les animaux à température variable. Mais quelles que soient les précautions prises, on ne peut réussir à suspendre la vie sans amener la mort sur les animaux à température fixe. Ce qui s'y oppose surtout, c'est la facile altérabilité des substances organiques qui composent la partie fondamentale de leurs éléments anatomiques.

Ainsi le mot *vitalité* est employé, tantôt pour désigner l'ensemble des propriétés inhérentes à la substance organisée, il est alors synonyme de *vie* : c'est dans ce sens qu'on dit la *vitalité d'un tissu* pour désigner l'ensemble de ses propriétés végétales ou animales. Tantôt il est pris dans un sens plus élevé, plus large et désigne l'ensemble des actions accomplies par un être vivant, et c'est dans ce sens qu'on dit d'un être qu'il est doué d'une *grande vitalité*, d'une *vie active, énergique*, etc.; ou bien même il désigne l'ensemble des actions accomplies par un grand nombre ou par tous les êtres vivants, les *résultats* de leur activité commune : c'est en ce sens qu'on dit la *vitalité des végétaux*, *vitalité des animaux*, la *vie de la société*.

Ainsi qu'on le voit, le résultat commun de l'activité des corps organisés, la *vie* ou *vitalité*, présente trois modes ou résultats généraux et fondamentaux ; elle est végétale, animale ou sociale.

J'ai emprunté à un manuscrit de M. Robin la presque totalité de la *troisième section* de la *V^e PARTIE* de cet ouvrage ; j'ai eu recours à ce même manuscrit jusque-là inédit pour la rédaction de toute la *VI^e PARTIE*, à peu de chose près, y compris le tableau suivant qui résume les lois de la vitalité :

TABLEAU SYNOPTIQUE RÉSUMANT LA COORDINATION DES LOIS FONDAMENTALES DE LA BIOLOGIE DYNAMIQUE, OU PHYSIOLOGIE.

VITALITÉ PRÉSENTANT TROIS DEGRÉS. ASSUJET. CHACUN A TROIS LOIS.	I. VÉGÉTALITÉ.	1 ^{re} LOI. <i>Loi de rénovation moléculaire ou matérielle</i> , résultant de la nutrition de chacun des tissus en particulier, d'où chaleur et peut-être électricité.	
		2 ^e LOI. <i>Loi d'accroissement</i> reposant sur la propriété de développement, d'où les âges et la mort.	
		3 ^e LOI. <i>Loi de propagation</i> ou de multiplication reposant sur la propriété élémentaire de reproduction, d'où hérédité.	
	II. ANIMALITÉ.	1 ^{re} LOI. <i>Loi d'intermittence d'action</i> (l'observation montre que par cela seul qu'un appareil animal existe, il a besoin d'exercice et de repos alternatifs), d'où influence sur les êtres extérieurs.	
		2 ^e LOI. <i>Loi d'habitude et d'imitation</i> .	
		3 ^e LOI. <i>Loi de perfectionnement</i> , résultat des deux autres, d'où progrès.	
	III. SOCIABILITÉ.	1 ^{re} LOI. <i>Lois des trois états</i> : théologique ou fictif, métaphysique ou oisieux, positif ou réel.	
		2 ^e LOI. <i>Loi de classement</i> ou de coordination et de filiation des faits.	
		3 ^e LOI. <i>Loi d'activité pratique</i> , résultat complémentaire des deux autres lois.	
	<p><i>L'être végétal</i> est caractérisé physiologiquement par la <i>végétalité seule</i>, ou 1^{er} degré de vitalité ; il n'a que ses trois lois.</p> <p><i>L'être animal</i> est caractérisé par la <i>végétalité</i>, plus <i>l'animalité</i>, ou 2^e degré de la vitalité reposant sur le précédent ; il en a les trois lois, plus les trois qui lui sont propres.</p> <p><i>L'être social</i> est caractérisé par la <i>sociabilité</i>, ou 3^e degré de vitalité, qui repose immédiatement sur le précédent, comme celui-ci sur le premier ; il est doué des trois degrés de vitalité et assujéti aux trois lois de chacun d'eux.</p>		

Ces trois *résultats* généraux de l'organisation en action ou de la vitalité seront chacun ici le sujet d'un chapitre distinct.

CHAPITRE PREMIER.

DE LA VÉGÉTALITÉ.

On donne ce nom à l'ensemble des phénomènes physiologiques qui sont communs aux plantes et aux animaux, et qui existent seuls chez les végétaux. Tels sont : 1^o la *renovation matérielle* de

l'organisme considéré dans son ensemble, qui est un résultat de la propriété et des fonctions de nutrition ; 2° l'accroissement total du corps qui se rattache à la propriété de développement ; et 3° la multiplication et propagation de l'espèce, qui se rattache aux propriétés et fonctions de naissance. Par la réunion d'un grand nombre de principes appartenant à trois groupes de composés très distincts est formée la *substance organisée*, et il n'y a pas de substance organisée qui soit constituée par des principes appartenant à un seul, ni à deux groupes ; mais il y en a toujours des trois classes, même dans l'urine. Maintenant cette substance, outre qu'elle jouit de l'activité générale propre à tous les corps, nous avons vu qu'elle jouit d'une activité particulière qui prend le nom de *vie*. De même que l'activité générale des corps bruts peut présenter un mode mécanique, un mode physique et un mode chimique, l'activité spéciale des corps organisés peut présenter plusieurs modes d'activité qui sont la vie végétative ou végétalité, la vie animale ou animalité, la vie sociale ou sociabilité. Le mode de la vie appelé *végétalité* embrasse l'étude des trois lois, qui sont un résultat des seules propriétés vitales dont jouissent les végétaux (d'où le nom de ce mode de vitalité). Ce sont les lois de la rénovation matérielle ou nutritive, celles du développement du corps des plantes et des animaux, celles de la reproduction. Sans vie nutritive ou nutrition, pas de développement ; sans développement, pas de reproduction ; sans végétalité, pas d'animalité.

On voit d'après ce qui précède que ce premier chapitre se divise en trois sections, embrassant l'étude d'autant de résultats spéciaux, indiqués dans le tableau précédent comme autant de lois de la végétalité, d'où en découlent d'autres qui le sont davantage encore.

SECTION I.

De la loi de rénovation matérielle ou rénovation moléculaire organique. (Renouvellement de la substance du corps.)

Cette loi est caractérisée par le double mouvement de combinaison et de décombinaison que présente, d'une manière continue et sans se détruire, toute substance organisée, placée dans des conditions ou milieux convenables. Il n'y a rénovation moléculaire ou nutritive que là où il y a organisation, mais il n'y a pas nécessairement vie partout où il y a organisation : il faut pour cela un ensemble de conditions extérieures à l'être organisé.

Tout être qui présente une organisation, quelque simple qu'elle soit, est doué d'une au moins des propriétés vitales, la plus simple

d'abord, la nutrition. Partout où il y a *nutrition*, il y a *vie*, c'est-à-dire manifestation d'une au moins, ou d'un certain nombre de propriétés que ne présentent pas les corps bruts, savoir : nutrition, développement, reproduction, et même chez certains êtres, contractilité et sensibilité.

« Un double mouvement, dit Bichat, s'exerce dans la vie organique ; l'un compose sans cesse, l'autre décompose l'animal. Son organisation reste toujours la même, mais ses éléments varient à chaque instant. Les molécules nutritives, tour à tour absorbées et rejetées, passent de l'animal à la plante, de celle-ci au corps brut, reviennent à l'animal et en ressortent ensuite. La vie organique est accommodée à cette circulation continuelle de la matière. Un ordre de fonctions assimile à l'animal les substances qui doivent le nourrir ; un autre lui enlève ses substances devenues hétérogènes à son organisation, après en avoir fait quelque temps partie. »

Puisque tous les tissus sont sans cesse détruits et reformés, il doit arriver un moment que les éléments qui constituent un tissu ont complètement disparu pour céder la place à d'autres. Ce qui a lieu pour le tissu, doit se produire aussi pour l'organe et au bout d'un certain temps pour l'organisme tout entier. Aussi l'organisme est réellement comparable au vaisseau des Argonautes, dont les avaries continuelles étaient réparées à mesure.

Peut-on savoir au bout de combien de temps s'achève la rénovation complète de tout le corps ? On a voulu donner des évaluations, on a dit qu'au bout de 7 ans le corps était changé. Tout ce qu'on a dit à cet égard ne repose que sur des conjectures, et il est probable qu'ici l'expérimentation fera défaut longtemps encore (voir t. I, p. 64 et suiv.).

Y a-t-il des principes alimentaires qui puissent activer ou retarder cette rénovation. L'alcool paraît jouir de la propriété de diminuer ce travail. Vierordt a observé qu'après l'ingestion d'une certaine quantité d'alcool, l'acide carbonique exhalé par le poumon est moindre au bout de quelques instants. Cette diminution dure deux ou trois heures.

Duchek a fait à ce sujet d'intéressantes recherches. Il a vu que la diminution de l'acide carbonique dans les produits de la respiration coïncide avec le temps que l'alcool met à disparaître du sang. Voici ce qui a lieu : aussitôt après son arrivée dans le sang, l'alcool se change en aldéhyde qui est très facilement détruit. Ce corps s'empare dès lors de l'oxygène contenu dans le sang, et il produit beaucoup d'eau et moins d'acide carbonique. Pendant ce temps les autres principes immédiats du sang, par exemple les matières grasses, ne sont pas détruites, et l'on s'explique

ainsi que le travail de rénovation soit un peu suspendu et que les buveurs prennent de l'embonpoint.

De la calorification.

Définition. — On donne le nom de *calorification* à ce résultat des actes intimes de l'assimilation et de la désassimilation nutritives, de la rénovation matérielle en un mot que caractérise la production incessante de chaleur, l'élévation ou l'abaissement de la température du corps, selon la nature de ces actes et pendant toute leur durée.

Au fait capital de la rénovation organique se rattache comme résultat, non point secondaire, mais consécutif, la *production de chaleur*. Elle est un résultat de tous les actes moléculaires de composition assimilatrice et de décomposition désassimilatrice qui se passent dans tout l'organisme, et c'est à ce titre que nous en traitons ici. Elle se produit dans ce mouvement de composition et de décomposition qui constitue le travail de la nutrition. Bien qu'il s'en produise pendant la contraction musculaire, bien que le frottement ou autres actes physiques se passant pendant le jeu des organes et des appareils en dégagent, probablement cette quantité n'est pas comparable à celle produite par les actes de composition et de décomposition nutritives signalés plus haut. Et c'est là où ils sont le plus nombreux (foie, etc.), que se dégage la plus grande quantité de calorique, qui est distribué ensuite dans l'économie par le sang qui s'en est chargé dans les organes. Aussi nous sommes parfaitement de l'avis de M. Regnault, quand il dit : *Il est très probable que la chaleur animale est produite entièrement par les réactions chimiques* qui se passent dans l'économie; mais le phénomène est trop complexe pour qu'on puisse le calculer d'après la quantité d'oxygène absorbé. Contrairement à ce qu'on a cru d'après les vicieuses hypothèses physico-chimiques admises sans examen par les physiologistes, les actes propres de l'économie ou actes vitaux étudiés jusqu'à présent ne sont point les résultats de la quantité de chaleur produite dans l'organisme, et il n'est point vrai qu'ils soient en rapport avec l'intensité de sa production. C'est l'inverse qui est la vérité; c'est-à-dire que la quantité de chaleur produite est la conséquence de l'énergie des actes propres à la matière organisée, de l'intensité de la rénovation matérielle en particulier (Robin).

Or, nous trouvons, pour l'organisme total, correspondants à ces actes élémentaires de rénovation moléculaire organique, l'appareil digestif qui *introduit* des solides et des liquides, et l'appareil uri-

naire, qui rejette des corps analogues. Par là se trouve établie une relation physico-chimique entre le milieu ambiant et l'organisme.

Nous trouvons, d'autre part, l'appareil respirateur qui introduit des aliments gazeux, et qui, en raison des propriétés physiques endosmotiques des gaz, qui ne traversent les membranes que par échange, le poumon, disons-nous, rejette aussi les gaz formés à l'intérieur, c'est-à-dire qu'il fait à lui seul pour les gaz ce que les deux appareils ci-dessus font pour les solides et les liquides. Nous trouvons enfin l'appareil de circulation qui transporte. Tous ces appareils sont autant de conditions d'existence des organismes un peu compliqués.

De tous ces actes résulte la production de chaleur ayant surtout lieu dans le sang, en effet, c'est là surtout qu'elle se réunit, molécule par molécule, tous les principes introduits ou devant être rejetés, par suite même de l'état liquide du sang et de la fonction mécanique de transport en toutes régions accomplie par l'appareil circulatoire.

Différence entre la production de chaleur chez les êtres vivants et la combustion. — Ces notions d'ensemble méconnues par les chimistes et quelquefois par les médecins, ont fait croire que le résultat était le but, que tout est disposé pour la production de chaleur, de telle sorte que la plus grande partie des matières introduites doit être, non pas assimilée, mais brûlée. C'est ce qui a fait voir aux chimistes, dans les appareils de respiration et de circulation, des appareils de production de chaleur, sans laquelle les *fonctions de la vie* cessent bientôt, comme le foyer de la machine à vapeur, sans lequel tout le mécanisme s'arrête. Mais, dans l'organisme, la production de chaleur est un résultat de l'accomplissement de tous les actes propres aux êtres organisés, et non la cause; tandis que dans la machine c'est l'inverse; car il n'y a d'actes chimiques moléculaires que dans le foyer, tout le reste est mécanico-physique, et ces actes mécaniques sont le résultat de la production de chaleur, et non la cause. Dans les deux cas il y a bien relation entre l'une et l'autre de ces deux sortes d'actes, entre la production de chaleur et les effets mécaniques, etc.; mais dans la machine les actes mécaniques sont résultat direct de la production de chaleur, tout est mécanique, rien de moléculaire. Dans l'homme, au contraire, tout est moléculaire, et la production de chaleur en est un résultat; si la nutrition est active, tous les autres actes, qui n'ont pas lieu sans elle, sont actifs aussi et le résultat total, la production de chaleur est grande. Dans la machine, ôtez la chaleur, plus d'actes; dans l'organisme, ôtez les actes (dont le plus simple est la nutrition),

plus de chaleur. Si dans l'organisme, comme dans la machine, il y a relation entre la quantité de chaleur produite et celle de l'oxygène absorbé, c'est que là tout est en relation, tout se tient, tout se lie, et en même temps qu'il y a plus de chaleur produite, plus d'oxygène consommé, il y a davantage de tous les autres principes éliminés et réciproquement. (Robin et Verdeil, loc. cit., t. II, 1853). Par conséquent, il importe de ne pas confondre les causes de la production de chaleur chez les êtres vivants avec les causes de la production de chaleur dans le foyer des machines, etc., car elle n'est point la même. La calorification chez les premiers résulte en effet des actes moléculaires de la nutrition (voy. t. I, p. 63), qui ne sont point de ceux dits combustion, tandis qu'en physique c'est par la combustion d'un corps à l'aide de l'oxygène qu'on obtient en général l'élévation de température. Ainsi la cause de la calorification chez les animaux n'est pas une combustion, et il faut se garder de le répéter avec les auteurs qui le disent à tort. Ces faits étant connus, nous devons faire voir actuellement quel est l'état de la température dans l'organisme entier des divers animaux d'une part, puis de l'état de la température dans les organes en particulier.

De la température moyenne de l'organisme envisagé comme un tout unique.

Homme. — M. le professeur Gavarret (1), après avoir discuté les résultats obtenus par ses devanciers, est arrivé par ses expériences à admettre que dans l'état physiologique la température de l'homme adulte prise dans l'aisselle peut, dans nos climats tempérés, osciller entre 36°,50 et 37°,50. M. Depretz et J. Davy avaient indiqué des chiffres à peu près semblables.

Mammifères. — Les résultats nombreux, dont la science s'est successivement enrichie, nous permettent d'établir que la température de ces animaux oscille entre 35°,50 et 40°,50. Les cétacés ne font pas exception à cette règle. Il n'en est pas de même des mammifères hibernants qui se rapprochent par leurs phénomènes de calorification des animaux inférieurs. Citons quelques exemples de la chaleur dans les mammifères : le tigre a 37°,20; le cheval arabe 37°,50; le chat commun 38°,90; le chien 39°; le mouton 37°,30 à 40°,00 (Davy); le lapin 39°,60 à 40°,00 (Delaroché); le bœuf 37°,50 (Hunter); la chèvre 39°,20 (Prévost et Dumas).

Oiseaux. — Ils produisent plus de chaleur que les mammifères,

(1) *De la chaleur produite par les êtres vivants*, 1855, p. 98.

De tous les êtres organisés, les oiseaux sont ceux dont la température est la plus élevée. Il résulte des travaux de Martine, de J. Hunter, de J. Davy, de M. Despretz, de MM. Prévost et Dumas et de M. Martins que, à l'âge adulte et sous l'influence d'une alimentation suffisante, la température des oiseaux ne s'abaisse pas normalement au-dessous de 39°,44 et ne s'élève pas au-dessus de 43°,90.

Entre ces limites, la température peut varier suivant que l'oiseau appartient à telle famille, à tel genre, ou à telle espèce; elle varie même suivant les divers individus d'une même espèce.

Les animaux dont nous venons de parler appartiennent sans exception à la classe des animaux à sang chaud. Les animaux à sang froid comprennent les autres vertébrés et tous les invertébrés. Ce qui caractérise les animaux à sang froid ce n'est pas une température propre et peu élevée, c'est uniquement la faculté qu'ils ont de suivre, à quelques degrés près, les changements de température du milieu dans lequel ils respirent. S'ils nous paraissent froids, c'est que la chaleur de l'air et de l'eau est presque constamment et de beaucoup inférieure à celle de notre sang. Aussi les expressions d'animaux à sang froid et à sang chaud sont elles actuellement remplacées par celles plus exactes d'animaux à température variable et à température fixe.

Reptiles. — Dans les circonstances ordinaires, leur température ne s'élève, en moyenne, qu'à un degré au-dessus de celle que possède le milieu ambiant. Il faut dire pourtant qu'à cet égard il existe diverses opinions. Czermak et John Davy attribuent aux reptiles une chaleur propre assez notable et assez grande; dans certains cas, pour élever leur température à 3, 4 et même 7°,34 (*lacerta viridis*) au-dessus de celle de l'air. Dutrochet a fait des expériences où il n'a trouvé que 1/10 à 2/10 de degré. Berthold a été plus loin en affirmant que les reptiles à peau humide possèdent toujours une température inférieure à celle de l'air. Cette proposition peut être vraie, dans certains cas, dit M. Wurtz dans sa *Thèse d'agrégation*; mais en somme elle se trouve contredite par un trop grand nombre d'observations pour qu'il soit possible de l'admettre dans toute sa généralité.

Poissons. — La température des poissons surpasse de 0°,5 à 1 degré celle de l'eau dans laquelle ils vivent. Pour la carpe on a trouvé 0°,5 (Becquerel et Breschet), quelquefois 0°,86 et 0°,71 (Despretz). Pour les raies, les squales, les thons, la différence est de 3 à 4 degrés.

Les travaux de M. Martins, de Kraft, de Hunter, de J. Davy, viennent confirmer ces résultats.

Insectes. — Leur température est tant soit peu supérieure à celle de l'air (Melloni et Nobili). John Davy, Becquerel et Breschet, Newport, sont arrivés au même résultat. Si l'on examine les insectes réunis en grand nombre, on trouvera une température plus considérable que celle qui appartient à l'insecte isolé.

Mollusques, crustacés, annélides. — Leur chaleur propre est à peine de quelques dixièmes de degré au-dessus de la température de l'air ambiant (Spallanzani, Valentin). Si Berthold et Davy sont arrivés à croire que certains crustacés et mollusques ont une température égale ou inférieure à celle de l'eau dans laquelle ils vivent, c'est qu'ils n'ont pas tenu compte de l'évaporation au moment où on les retire de l'eau.

Zoophytes. — Valentin et M. Martins ont prouvé par leurs recherches que la température propre de ces animaux est sensiblement supérieure à celle de l'eau dans laquelle ils vivent, et que leur faculté de produire de la chaleur est d'autant plus considérable que leur organisation est plus parfaite.

Végétaux. — Il est prouvé aujourd'hui que les végétaux produisent de la chaleur. Des expériences déjà anciennes, dues à Hunter, paraissent établir que les troncs d'arbres ont une température de 1 à 2 degrés au-dessus de celle de l'air ambiant. Dutrochet a confirmé cette opinion.

D'après les considérations qui précèdent il est évident que les animaux possèdent nettement un excès de température sur le milieu ambiant. Cependant nous devons remarquer avec M. le professeur Gavarret que les recueils renferment des faits bien constatés montrant les animaux inférieurs en équilibre de température avec les corps environnants, et même à une température inférieure au milieu ambiant. Mais cette contradiction n'est pas réelle et on se l'explique facilement par l'évaporation continue qui a lieu quand on examine l'animal dans l'air. Aussi, en tenant compte de ces conditions, il reste bien démontré que la production de chaleur est un fait général et sans exception.

« Puisque, dit M. Gavarret, dans l'état de vie, depuis l'homme jusqu'aux derniers des zoophytes, tout animal produit de la chaleur, il serait temps de faire disparaître ces expressions d'*animaux à sang chaud* et d'*animaux à sang froid*, qui tendent à établir que la production de chaleur est l'apanage exclusif des oiseaux et des mammifères, et à perpétuer dans la science des idées fausses et en contradiction avec les données de la physiologie expérimentale. Sans doute, il y a bien loin du lagopède ou de ce renard observés par le capitaine Black et le capitaine Parry, dont la température surpassait celle du milieu ambiant de 79°,50 pour le premier, et

de 76°,70 pour le second, à cette grenouille dont la température propre ne dépassait pas 0°,04; mais malgré cette énorme différence d'intensité, le phénomène de production de chaleur existe chez le batracien comme chez le mammifère et chez l'oiseau. » Pour traduire la faculté dont jouissent les animaux supérieurs de maintenir leur température sensiblement invariable au milieu des conditions extérieures les plus diverses, M. le professeur Gavarret a proposé de désigner les oiseaux et les mammifères sous la dénomination d'*animaux à température constante*. La dénomination d'*animaux à température variable* pourrait être appliquée aux animaux inférieurs.

Température des diverses parties du corps et du sang.

Davy, Martine, Hunter et M. Becquerel ont mis hors de doute que les diverses parties d'un animal n'ont pas la même température. On peut conclure de leurs recherches que : 1° la température va croissant à mesure que de la peau on pénètre dans l'intérieur de l'animal et qu'on s'avance des extrémités des membres vers leurs racines; 2° les parties contenues dans l'intérieur du crâne ont une température inférieure à celle des viscères du bassin; 3° la température du tronc va croissant de ses deux extrémités vers le diaphragme.

Les recherches de M. Cl. Bernard (1854-1855-1856) ont jeté un jour tout nouveau sur la question de la température du sang dans les diverses régions.

Première proposition. — Dans la veine cave supérieure et dans toutes les veines qui y aboutissent, (39°,20 à 39°,25 chez les chiens); dans la crosse de l'aorte et dans toutes les artères qui en émanent, lorsque l'observation porte sur des portions de vaisseaux situés à la même distance du cœur, la température du sang veineux est constamment inférieure à celle du sang artériel (39°,30 à 39°,40).

Deuxième proposition. — Dans les artères et les veines abdominales, dans la veine cave ascendante et les veines qui y aboutissent, dans l'aorte descendante et toutes les artères qui en émanent, les résultats varient suivant les régions :

1° Le sang de la veine rénale est plus chaud (39°,30) que celui de l'artère rénale (38°,70);

2° Le sang de la veine porte est moins chaud (39°,35 à 39°,40) que celui des veines sus-hépatiques (39°,60 à 39°,80) et plus chaud que celui de l'aorte descendante immédiatement en dessous du diaphragme (38°,70).

3° Le sang des veines des membres inférieurs est moins chaud

que celui des artères correspondantes ; il en est de même du sang des veines et des artères iliaques ; le sang de la veine cave ascendante, jusqu'à l'abouchement de la veine rénale, est aussi moins chaud que celui de l'aorte descendante au-dessous de l'origine des artères rénales.

4° Le mélange du sang de la veine rénale avec celui qui revient des membres inférieurs entraîne ce résultat que, dans toute la portion de la veine cave comprise entre l'abouchement des veines rénales et le foie, le sang est plus chaud (39°, 20) que dans la partie de l'aorte descendante qui s'étend du diaphragme à l'origine des artères rénales (38°, 70).

5° Au moment où les veines sus-hépatiques (39°, 80) se dégorgent dans la veine cave ascendante, la température du sang de cette dernière veine s'élève encore (39°, 40 à 39°, 65) et l'emporte de beaucoup sur celle du sang de la partie correspondante de l'aorte (38°, 70). Le confluent des sus-hépatiques et de la veine cave est le lieu le plus chaud de l'économie (39°, 80) ; c'est là que le sang atteint le maximum de température.

Troisième proposition. — Cavités du cœur. — Dans l'oreillette droite, le sang très chaud de la veine cave inférieure (39°, 50 à 39°, 65) se mêle au sang de la veine cave supérieure (39°, 20) ; sa température tombe (à 39°, 25 environ) au-dessous de ce qu'elle était au niveau du diaphragme (39°, 50), mais reste cependant supérieure à celle du sang de l'aorte descendante (38°, 70). Il était curieux de constater l'influence du passage du sang dans les capillaires pulmonaires sur la température de ce liquide ; à cet effet, M. Bernard a entrepris une très belle série d'expériences comparatives sur les cavités droites et les cavités gauches du cœur.

Sans ouvrir la poitrine, il introduit successivement le même thermomètre dans le ventricule droit et le ventricule gauche, en faisant pénétrer l'instrument par la veine jugulaire, et par le tronc brachio-céphalique. Cette opération a été pratiquée sur quinze moutons vivants. Sept fois le thermomètre fut introduit d'abord dans le ventricule droit et puis dans le ventricule gauche ; huit fois l'exploration fut tentée dans l'ordre inverse. Pendant la digestion, la température du sang des deux cœurs conserve sa différence relative, à peu de choses près ; mais elle s'élève d'environ 1 degré dans tous les deux. (Cl. Bernard, 1856.)

Constamment le sang du ventricule droit du cœur (40°, 32), chez les animaux vivants, a été plus chaud que le sang du ventricule gauche (40°, 07) ; ce qui donne en faveur du ventricule droit 0°, 25. Déjà M. le professeur Malgaigne, en 1839, avait constaté ce fait que les vicieuses hypothèses sur la combustion respiratoire

avaient fait à tort repousser (1). Ainsi la température du sang s'abaisse au contact de l'air pulmonaire et lorsque de veineux il devient artériel. (Cl. Bernard, 1856.)

M. Bernard a aussi opéré directement sur le cœur des animaux morts. Quand la poitrine est ouverte très rapidement et que les cavités du cœur sont explorées avec des instruments très sensibles, de manière qu'il s'écoule très peu de temps entre la mort de l'animal et l'indication thermométrique, les résultats sont les mêmes que sur le vivant, et la température du cœur droit est supérieure à celle du cœur gauche. Mais si le cœur est resté exposé quelque temps au contact de l'air, si l'opération n'est pas faite très vite, les résultats sont inverses et le cœur droit est moins chaud que le cœur gauche. Les expériences directes de M. Cl. Bernard sur la vitesse relative du refroidissement des liquides contenus dans le ventricule droit et dans le ventricule gauche du cœur exposé au contact de l'air, donnent la clé de cette apparente contradiction. Il a plongé un cœur dans de l'eau légèrement échauffée après avoir introduit un thermomètre dans chacun de ses ventricules, et il a attendu que l'équilibre s'établît entre l'eau extérieure et les cavités de l'organe : les deux thermomètres marquaient la même température. Il a alors retiré le cœur de l'eau, il l'a laissé au contact de l'air, il a étudié la marche descendante des deux thermomètres, et il a vu que, en raison de la moindre épaisseur de ses parois, le ventricule droit se refroidit plus vite que le ventricule gauche. Ceci nous explique pourquoi les observateurs qui, comme J. Davy, ont opéré sur des animaux morts, ont pu être induits en erreur et assigner au ventricule gauche une température supérieure à celle du ventricule droit.

Quantité de chaleur produite dans le corps humain pendant vingt-quatre heures. — Cette évaluation ne repose pas sur des expériences directes, elle se fonde sur les données que l'on acquiert indirectement, d'après le calcul, en partant de la quantité d'acide carbonique rejetée par la respiration.

(1) C'est donc le sang qui sort de l'appareil digestif d'une part, du foie en particulier par les veines sus-hépatiques, puis d'autre part celui qui sort du rein par la veine rénale, qui sont une source constante de calorification pour le sang qui entre dans le cœur. Ce sont donc les appareils digestif et urinaire qui par chacun de leurs organes les plus volumineux sont la source constante et principale de la chaleur des animaux, et c'est l'appareil circulatoire qui la distribue dans l'économie, grâce à la fluidité du sang qui en permet la distribution sous forme de courants infiniment petits. Or, comme ni l'urée, ni la créatine, ni l'acide urique et autres composés qu'on a regardés comme produits par la combustion ou oxydation des substances albumineuses ou fibrineuses ne se forment dans le foie ou le rein, ce n'est plus dans cette oxydation supposée qu'on doit rechercher la cause moléculaire principale de la production de chaleur, ni dans les tissus où ces principes-là se forment, ni dans les actes qui caractérisent la respiration, mais bien dans ceux de nutrition des divers tissus en général, de sécrétion du foie et d'élimination urinaire en particulier.

La chaleur produite par un homme pendant vingt-quatre heures serait, dit-on, suffisante pour élever de 1 degré la température de 2,627, ou, en nombre rond, de 2,500 kilogrammes d'eau, ou pour porter à 100 degrés 25 kilogrammes d'eau à zéro.

Des conditions qui modifient la production de chaleur chez les animaux. — Pour nous restreindre, nous devons laisser de côté les animaux à température variable, dont la température, comme nous l'avons dit, est surtout en rapport avec celle du dehors. Nous nous occuperons seulement des animaux supérieurs, et de l'homme en particulier. Nous examinerons successivement les causes physiologiques et pathologiques d'une part, et l'influence du milieu et des agents physiques de l'autre.

1° *Influences physiologiques et pathologiques.* — *Age.* — W. Edwards (4) a prouvé que l'âge exerce une notable influence sur la production de chaleur. Chez les nouveau-nés elle est moins grande que chez les adultes. Trois enfants mâles, âgés d'un à deux jours, n'ont fait monter le thermomètre qu'à 36°,26 centigrades (Desprez). Les résultats contradictoires fournis par les expériences de Davy ne sont que des exceptions.

La température des vieillards est aussi moins élevée que celle des adultes. Elle est de 35 à 36 degrés chez les sexagénaires, et de 34 à 35 degrés chez les octogénaires (Edwards).

Les recherches de M. Roger et de M. Mignot prouvent que les enfants, dans les premiers temps qui suivent leur naissance, ont une température moins élevée que celle qu'ils atteindront plus tard. Il en résulte aussi que la température des enfants est d'autant plus influencée par celle du milieu ambiant, et que leur puissance de calorification est d'autant plus faible, qu'on les observe à une époque plus rapprochée de leur naissance. Les efforts de l'accouchement élèvent la température de 1/2° à 1° (Ecker).

Régime. — La nature des aliments paraît avoir peu d'influence sur la production de chaleur. Ainsi Davy n'a pas remarqué de différences, sous ce rapport, entre les Vaidas qui se nourrissent presque exclusivement de chair, et les prêtres de Boodha, qui ne vivent que de légumes. La quantité a une très grande influence. Hunter a vu qu'une souris affaiblie par l'abstinence a 2 degrés de moins. Les expériences de Chossat sur les poules, les tourterelles, les lapins et les cochons d'Inde, prouvent que l'abstinence complète amène chaque jour un décroissement régulier et égal de 0°,3 dans la production de chaleur.

Sommeil. — D'après Hunter, la température de l'homme s'abaisse

(1) *De l'influence des agents physiques sur la vie.* Paris, 1828, p. 152.

de 1°,5. Tout le monde sait d'ailleurs que pendant le sommeil on est plus accessible au froid que pendant la veille.

Maladies. — Pour constater cette chaleur, il ne faut pas s'en rapporter aux malades, rien n'est plus trompeur. On peut dire d'une manière générale que dans une phlegmasie la température s'élève dans l'organe affecté (Hunter, Becquerel et Breschet). Cette élévation peut être de 2°,5.

On a beaucoup discuté sur la température des membres paralysés. Vingt-cinq observations, recueillies à l'hôpital de Bath, paraissent prouver que la chaleur diminue dans les cas de paralysie, quand les expériences de MM. Becquerel et Breschet sont venues jeter quelques doutes sur ces résultats. M. le professeur Gavarret (4) a trouvé la clef de ces contradictions, en observant qu'à l'entrée des malades à l'hôpital, la température du membre paralysé est toujours inférieure de 4 à 2 degrés à celle du membre sain, et que cette différence tend à disparaître quand la chaleur du lit et le repos permettent une répartition plus uniforme de la température. On peut admettre, d'après cela, que les membres paralysés opposent dans tous les cas une résistance moins grande au refroidissement que le membre sain.

Ce qui prouve les erreurs auxquelles peuvent donner lieu les sensations des malades, c'est le fait observé par M. Gavarret dans la fièvre intermittente. Dans le premier stade, quand les malades grelottent, il existe une augmentation de température de 3 à 4 degrés. Dans le stade de chaleur, la température des malades peut s'élever jusqu'à 42 degrés. Dans la fièvre jaune, le thermomètre marque 38°,89; dans une fièvre intermittente, 41°,11, et 42°,22; dans une fièvre continue, 42°,8 (Haller). Dans le choléra, au contraire, notable diminution de chaleur. MM. Girardin et Guimard ont trouvé sur la langue 28°,75, aux pieds 24°,69. Dans la phthisie pulmonaire on observe une augmentation de chaleur (Donné).

Influence sur la production de chaleur de certains états du système nerveux. — Outre les cas de paralysie dont nous avons parlé, le système nerveux, en agissant sur les vaisseaux dont il modifie le degré de réplétion, influe ainsi sur la température des organes ou sur le fait de la production de chaleur dans leur profondeur. Nous avons déjà traité ce sujet (t. 1, p. 548 à 550). Une section complète de la moitié du bulbe à 4 millimètre en avant du *nœud vital*, dit M. Flourens, détermine promptement un abaissement de température dans les membres du côté opposé à la moitié du bulbe

(4) Gavarret, *Recherches sur la température du corps humain dans la fièvre intermittente*, broch. Paris, 1845. — *L'Expérience*, 11 juillet 1859.