

elles séjournent et grossissent peu à peu par l'addition d'une nouvelle quantité de matière déposée par l'urine,

DE L'ASSIMILATION ET DE LA DÉCOMPOSITION NUTRITIVES.

§ 167. **Assimilation.** — En étudiant les diverses fonctions dont l'histoire vient de nous occuper, nous avons vu que les animaux ont besoin d'attirer continuellement dans leur intérieur des matières variées qu'ils puisent dans le monde extérieur.

Les substances ainsi introduites dans l'économie animale y sont employées de deux manières. Elles servent à la formation des diverses parties dont le corps vivant lui-même se compose, ou bien à l'entretien de la combustion respiratoire qui s'opère sans cesse dans l'intérieur de l'organisme de tout être animé.

Les animaux, de même que les plantes, ne peuvent créer aucun des corps simples dont leur substance se compose. Il faut donc que les matières étrangères ainsi introduites du dehors renferment tous ces éléments.

Nous avons constaté que les matériaux primaires de l'organisme sont formés essentiellement de carbone, d'azote, d'hydrogène et d'oxygène ; mais que souvent le soufre, le phosphore, le calcium et d'autres corps simples peuvent être nécessaires à la constitution de la substance des organes ou des humeurs de l'économie animale. Il s'ensuit donc que les matières étrangères introduites dans l'organisme doivent renfermer du carbone, de l'azote, de l'hydrogène, de l'oxygène, souvent aussi du soufre, du phosphore, etc.

Les animaux ne possèdent pas la faculté de déterminer la combinaison de ces divers éléments chimiques de façon à donner naissance aux principes composés dont l'organisme doit être formé : il en résulte qu'il ne suffit pas à ces êtres de recevoir du monde extérieur les éléments primaires nécessaires à leur constitution ; il faut encore que ces éléments soient déjà combinés entre eux de manière à pouvoir entrer comme parties constituantes dans l'économie. Ainsi ce n'est pas en introduisant du gaz azote, du gaz hydrogène, du carbone, etc., dans son corps, qu'un animal peut satisfaire aux besoins de sa nutrition ; pour pouvoir utiliser ces matières, il faut qu'elles aient déjà formé entre elles certaines combinaisons.

L'azote et le carbone, essentiellement nécessaires à la constitution des parties vivantes de l'économie animale, doivent être combinés avec de l'hydrogène et de l'oxygène, de manière à former ces composés complexes et peu stables que nous avons

désignés sous le nom d'aliments plastiques, de *principes organiques* ou de *matières viables*. Or, ces composés ne se produisent que sous l'influence de la vie, et les plantes possèdent seules le pouvoir de les créer de toutes pièces. Il en résulte donc que c'est le règne végétal qui, directement ou par l'intermédiaire du corps de quelque être animé, fournit toujours aux animaux le carbone et l'azote que ceux-ci doivent s'approprier, ainsi qu'une certaine quantité d'hydrogène et d'oxygène servant aux mêmes usages. L'hydrogène et l'oxygène qui concourent à la constitution de l'organisme s'y trouvent en majeure partie, sous la forme d'eau ; enfin le calcium, le phosphore et les autres éléments accessoires de l'organisme y forment en général des composés salins, et ces composés, de même que l'eau dont il vient d'être question, peuvent être fournis directement par le règne minéral.

Quant aux matières étrangères dont l'introduction est nécessaire pour l'entretien des phénomènes de combustion respiratoire dont tous les êtres animés sont le siège, nous avons vu que ce sont d'une part de l'oxygène, et de l'autre part des matières carbonées et hydrogénées, qui, en se combinant avec l'élément comburant, donnent naissance à de l'acide carbonique et à de l'eau. Pour brûler de la sorte des matières combustibles, l'oxygène doit être libre, et c'est dans l'atmosphère que les animaux puisent directement ce principe indispensable à leur existence. Les matières carbonées et hydrogénées servant d'aliments à la combustion respiratoire sont des composés organiques non azotés, tels que les corps gras et le sucre, ou des matières plastiques de l'ordre de celles dont nous venons de parler comme étant nécessaires à la constitution des parties vivantes du corps des animaux. En résumé, donc, pour satisfaire aux besoins du travail nutritif dont son économie est le siège, tout animal a besoin de porter dans la profondeur de son organisme de l'oxygène libre, des matières organisées riches en carbone, en hydrogène et en azote, de l'eau et divers sels.

L'introduction des matières étrangères s'effectue, avons-nous dit, par imbibition, et leur *absorption* ne peut avoir lieu qu'autant qu'elles sont dans un état de division extrême, sous la forme liquide ou gazeuse, par exemple. L'eau et les matières salines qui s'y dissolvent se trouvent par conséquent dans des conditions qui en rendent l'absorption facile et prompte ; mais les matières organisables sont en général solides, et, pour qu'elles puissent pénétrer dans la profondeur de l'organisme, il faut qu'elles soient rendues solubles et liquéfiées, ou, en d'autres mots, *digérées*.

Le passage des molécules du dehors en dedans, par absorption, peut avoir lieu dans tous les points de la surface du corps vivant ; et cette surface étant formée essentiellement par la peau, la membrane muqueuse qui tapisse la cavité digestive et la membrane muqueuse propre à l'appareil respiratoire, il en résulte que c'est par cette triple voie que les matières étrangères peuvent pénétrer dans l'économie. Mais chez l'homme et chez tous les animaux supérieurs, la peau, étant recouverte par une couche épidermique peu perméable, n'absorbe que lentement les fluides dont elle est baignée, tandis que l'absorption est au contraire des plus faciles par la surface muqueuse des cavités digestive et respiratoire. Aussi, chez ces animaux, la peau ne prend-elle qu'une part très-faible dans ce travail, et c'est presque exclusivement par ces dernières voies que s'effectue l'introduction des matériaux constitutifs de l'organisme.

L'introduction de l'oxygène libre a lieu par la surface respiratoire. Une partie de l'eau nécessaire à l'animal peut pénétrer dans l'économie par la même voie ; mais la plus grande portion de ce liquide est introduite dans la cavité digestive sous la forme de boisson et absorbée par les parois de l'estomac. Enfin, c'est aussi par la surface muqueuse de la cavité digestive que s'opère l'absorption des matières organiques dans lesquelles l'animal trouve le carbone et l'azote nécessaires à son existence, matières qui constituent les *aliments* proprement dits, et qui, pour être absorbées, doivent avoir subi une élaboration préalable désignée sous le nom de *digestion*.

§ 168. Ces éléments nutritifs se mêlent, comme nous l'avons déjà vu, avec le sang et en deviennent des parties constituantes. Ce liquide, élaboré par des procédés qui nous sont inconnus, devient riche de tous les principaux composés dont les tissus sont à leur tour formés, et, poussé dans les diverses parties du corps par l'effet du mouvement circulatoire dont il est animé, il distribue à chacune de ces parties les matières nécessaires à l'entretien de celle-ci et à son accroissement. Ces matériaux nouveaux, destinés à entrer dans la constitution des tissus vivants, existent tout formés dans le fluide nutritif qui les traverse, ou bien s'y produisent avec quelques-unes des substances contenues dans le sang ; par suite des altérations que ces parties elles-mêmes déterminent, enfin, le tissu vivant choisit, en quelque sorte, dans ce liquide les molécules qui sont semblables à celles dont il est déjà formé, les arrête au passage, se les approprie, et leur communique la force vitale dont il est lui-même doué.

C'est ce dépôt de molécules nouvelles dans la profondeur de la

substance des parties vivantes, leur arrangement en un tissu organisé, et leur admission au partage des propriétés vitales, qui constituent le phénomène de l'ASSIMILATION.

Quant à la manière dont cette assimilation s'opère, on ne sait rien de positif, on ne sait même pas comment les matières nutritives s'échappent de l'intérieur des vaisseaux sanguins pour aller se fixer dans la substance des tissus voisins. Probablement c'est le sérum chargé de fibrine qui, seul, passe par imbibition des vaisseaux capillaires dans la profondeur des parties solides situées à l'entour ; et le liquide ainsi épanché, après avoir déposé une portion de ses éléments constitutifs, est repris par les vaisseaux lymphatiques, et porté par ces canaux, sous la forme de *lympe*, jusque vers le centre de l'appareil circulatoire, où il est rendu au sang dont il provient.

Mais pourquoi tel tissu, formé essentiellement de fibrine, ne prend-il guère dans ce liquide nourricier que de la fibrine, tandis que tel autre tissu, composé principalement d'albumine, y puise surtout de l'albumine ; ou que tel autre encore, contenant comme partie constituante des sels calcaires, en extrait de nouvelles quantités de ces mêmes sels ? Pourquoi les molécules ainsi décomposées sont-elles toujours arrangées de façon à constituer, dans chaque partie de l'économie, un tissu d'une texture déterminée, et à revêtir dans leur ensemble des formes constantes ? Pourquoi, enfin, participent-ils à la vie dont les molécules auxquelles ils se réunissent sont déjà animées ? Ce sont autant de questions auxquelles il est impossible de répondre, et dont la solution n'est guère à espérer ; car tous ces phénomènes paraissent toucher de trop près à l'essence du principe vital, pour être accessibles à notre investigation. Il est seulement à noter que, chez les animaux pourvus d'un système nerveux bien développé, cet appareil paraît exercer une influence considérable sur tous les phénomènes de la nutrition.

§ 169. Quoi qu'il en soit, c'est dans les premiers temps de la vie que ce travail d'assimilation est le plus puissant ; aussi est-ce dans cette période de l'existence surtout que le volume total du corps augmente rapidement. En effet, la *croissance* est un caractère commun à tous les êtres vivants ; et toujours aussi, après avoir duré pendant un certain temps, ce mouvement se ralentit ou s'arrête. Il paraît que cette période de croissance se prolonge beaucoup plus chez les animaux inférieurs que chez ceux qui sont plus élevés dans la série zoologique. Chez quelques-uns des premiers, le volume du corps augmente pendant toute la durée de la vie, tandis que les derniers prennent d'ordinaire tout

leur développement avant que d'avoir atteint le tiers ou même le quart de leur carrière.

Les divers organes d'un même animal diffèrent aussi beaucoup entre eux sous le rapport de la durée de leur période de croissance; il est des parties qui cessent de grandir à l'époque de la naissance (le thymus, par exemple), d'autres qui arrivent au terme de leur développement à l'âge adulte, les os notamment; et d'autres encore qui continuent à croître jusque dans la vieillesse extrême, comme cela se voit pour les ongles, les poils et le tissu épithélial en général.

§ 170. La force assimilatrice ne détermine pas seulement le dépôt de nouvelles molécules organisées au milieu de celles dont une partie vivante se compose déjà; elle peut même devenir plus active et amener la formation de parties nouvelles. En effet, la plupart des animaux possèdent la faculté de réparer, jusqu'à un certain point, les mutilations qu'ils éprouvent, et c'est par un travail analogue à celui de la nutrition ordinaire que ce résultat s'obtient. C'est de la sorte que, dans le corps de l'homme, une portion nouvelle de peau vient recouvrir une plaie qui se cicatrise, et qu'à la suite d'une fracture, un tissu osseux nouveau se développe pour remplir le vide laissé entre les fragments de l'os brisé et les réunir. Mais c'est chez les animaux inférieurs que cette faculté réparatrice est portée à son plus haut degré: chacun sait que, lorsque la queue d'un lézard vient à être cassée, cet organe, d'une structure compliquée, ne tarde pas à repousser; et l'on a constaté que, chez les araignées et les crabes, une patte nouvelle se développe à l'extrémité du moignon laissé par une patte brisée. Des expériences faites sur les salamandres ou lézards d'eau ont conduit à des résultats plus surprenants encore, tels que la reproduction d'un œil tout entier et d'une grande partie de la tête. Enfin, les vers de terre et beaucoup d'autres annélides peuvent reproduire de la sorte la plus grande partie de leur corps; et chez les hydres ou polypes d'eau douce (fig. 7), un fragment quelconque du corps peut se compléter et devenir à son tour un animal parfait dans son espèce.

§ 171. Du reste, diverses circonstances, que nous n'avons pas le loisir d'examiner ici, peuvent modifier la marche du travail d'assimilation, l'activer, la ralentir, ou en changer la direction. C'est de la sorte que, dans certaines maladies, on voit la nutrition s'arrêter presque entièrement, et que dans d'autres certains tissus changent de nature. Il est aussi à noter que ce travail ne se fait pas avec la même rapidité dans toutes les parties du corps; pour s'en assurer, il suffit d'observer les changements de forme

qu'amènent souvent les progrès de l'âge; car ces changements dépendent principalement de ce que certaines parties croissent plus rapidement que d'autres. Ainsi, depuis le moment de la naissance jusqu'à l'âge adulte, les membres du corps de l'homme grandissent plus vite que le tronc, d'où il résulte qu'en général celui-ci est une portion d'autant moins considérable du tout, que la croissance s'est prolongée davantage.

§ 172. **Excrétion.** — Pendant que les parties vivantes s'approprient de la sorte des molécules nouvelles et les incorporent à leur substance, il se fait aussi dans ces mêmes parties un mouvement de décomposition qui amène un résultat inverse, c'est-à-dire la séparation d'une portion des molécules constituantes des tissus organisés et leur expulsion au dehors. Une foule d'expériences et d'observations démontrent l'existence de ce mouvement intérieur, qui lui-même échappe à nos sens.

Ainsi, pendant qu'un os grandit par la formation de parties nouvelles à sa surface extérieure, il se creuse à l'intérieur par la destruction et l'absorption du tissu dont il était primitivement composé, de sorte qu'au bout d'un certain temps, toute sa substance s'est renouvelée sans que sa forme ait changé notablement. Le tissu utriculaire qui revêt la surface libre de la peau, des membranes muqueuses et des cavités glandulaires, se renouvelle de la même manière; des parties nouvelles se forment sans cesse dans la couche profonde de ces tuniques épithéliales et repoussent devant elles les utricules anciens, qui se détachent et tombent ou se détruisent peu à peu.

Dans quelques parties de l'économie animale ce renouvellement des matériaux constitutifs de l'organisme se continue d'une manière bien évidente pendant toute la durée de la vie, et beaucoup de physiologistes ont pensé qu'il en était de même partout, de façon que la substance du corps tout entier changerait sans cesse, et qu'au bout d'un certain temps il ne resterait aucun des matériaux dont il était d'abord composé; on a été même jusqu'à prétendre que dans le corps humain ce renouvellement complet s'effectuait dans une période de sept ans. Mais rien ne vient à l'appui de cette opinion, et il est au contraire bien probable que la plupart des organes, lorsqu'ils cessent de croître, restent en général dans un état stationnaire, ne s'assimilent aucune partie nouvelle et ne perdent aucune des molécules dont ils sont formés. Cet état de repos n'est cependant pas constant; car lorsque le sang qui circule dans tout le corps n'est pas suffisamment chargé de certains principes fournis par les aliments, ce liquide paraît dissoudre et enlever ces matières dans

les organes qu'il traverse. Ainsi, des expériences curieuses de Chossat montrent que lorsque les oiseaux ne trouvent pas dans leurs aliments une proportion suffisante de matières calcaires, le phosphate de chaux qui entre dans la composition de leurs os est enlevé peu à peu.

Or, le sang, fournissant, comme nous l'avons vu, les matériaux des diverses humeurs que l'économie animale rejette continuellement au dehors par la voie des sécrétions, s'appauvrit sans cesse, et pourrait enlever aux organes les principes solubles que ceux-ci renferment, si l'introduction répétée de substances étrangères ne maintenait pas ce liquide toujours saturé de ces mêmes principes. Il en résulte que cette introduction de matières alimentaires dans l'organisme est nécessaire, non-seulement pour effectuer l'accroissement des parties vivantes, mais pour assurer la conservation des tissus déjà existants et pour empêcher la résorption de leurs matériaux constitutifs.

Enfin, la combustion respiratoire que nous avons vue s'opérer dans l'intérieur du corps est aussi une cause de destruction des matières organiques contenues dans l'économie animale. Ce phénomène, entretenu par l'oxygène absorbé dans l'acte de la respiration, a pour résultat la formation d'une certaine quantité d'acide carbonique, ainsi que d'un peu d'eau, et a son siège dans la profondeur de toutes les parties du corps où le sang circule. Le carbone et l'hydrogène sont enlevés aux matières organiques ou organisées qui se trouvent dans le liquide nourricier, ou qui sont en contact avec ce fluide dans les vaisseaux capillaires des tissus vivants, et qui jouent ici le rôle de combustibles; ces matières complexes sont de la sorte détruites dans l'intérieur de l'organisme (1), et il paraîtrait, d'après les expériences de M. Dumas et de quelques autres physiologistes, que lorsque le sang n'est pas assez riche en combustibles organiques, c'est aux dépens de la substance des tissus que cette espèce de feu vital est entretenu.

Ainsi les aliments doivent fournir sans cesse au sang les matières combustibles nécessaires à la transformation de l'oxygène absorbé par l'acte respiratoire en acide carbonique et en eau, en même temps que ces substances nutritives administrent à chaque organe les éléments nécessaires à son accroissement et satisfont aux besoins du travail sécrétoire.

(1) Cette destruction des matières combustibles dans l'intérieur de l'organisme est quelquefois très-facile à constater: ainsi, lorsque du tartrate, du citrate ou du malate de potasse a été absorbé ou injecté dans les veines, on trouve dans l'urine du carbonate de potasse provenant de la combustion de l'acide végétal qui entrait dans leur composition.

Du reste, que les matières carbonées et hydrogénées qui sont brûlées dans l'intérieur de l'économie animale sous l'influence de l'oxygène inspiré proviennent directement des aliments, ou soient enlevées aux tissus dans lesquels les matériaux fournis par ces mêmes substances alimentaires ont été déjà fixés et organisés, il n'en est pas moins évident qu'en dernière analyse, c'est, médiatement ou immédiatement, à l'aide de ces matières étrangères ou alimentaires que la combustion respiratoire est entretenue, et que, par conséquent, le corps vivant, pour conserver sa masse, doit recevoir continuellement du dehors, sous la forme d'aliments, une somme de combustibles organiques équivalente à celle des substances ainsi détruites.

Les matières alimentaires qui ne renferment que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, telles que la fécule ou le sucre, peuvent être ainsi transformées en acide carbonique et en eau sans laisser de résidu; mais la combustion vitale des matières azotées donne naissance à d'autres produits, et ces composés, en perdant du carbone, deviennent plus riches en azote, et constituent des principes organiques particuliers, tels que l'urée et l'acide urique.

§ 173. D'après les expériences de MM. Dumas, Boussingault et Payen, il paraîtrait que la plupart des transformations chimiques opérées dans l'économie animale sont des conséquences de cette sorte de combustion portée plus ou moins loin; que c'est en oxydant davantage les matières organiques, ou en enlevant à ces composés par la combustion une certaine proportion de carbone ou d'hydrogène, que ces êtres forment les produits variés dont l'analyse chimique nous révèle l'existence, soit dans leurs tissus, soit dans leurs humeurs, et que les matières riches en carbone nécessaire à ces réactions doivent exister toutes formées dans les aliments dont les animaux se nourrissent. Les plantes seules jouissent de la propriété de fixer ainsi du carbone, sous la forme de composés organiques, et par conséquent, en dernière analyse, ce sont les végétaux qui fabriquent les combustibles destinés à être consommés dans l'économie animale.

L'acide carbonique, l'eau, l'urée et les autres produits résultant de la combustion vitale se mêlent au sang, et sont ensuite expulsés au dehors. Les substances diffusibles, c'est-à-dire le gaz acide carbonique et une certaine quantité de vapeur d'eau, s'échappent par la surface respiratoire, tandis que les matières non volatiles, telles que l'urée, dissoutes dans une quantité plus ou moins considérable d'eau, sont excrétées par les appareils

glandulaires, et principalement par les organes urinaires (1).

Aussi, lorsque chez un animal dont la croissance est achevée, on tient compte du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène exhalés par la respiration, et de l'azote, du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, ainsi que des matières minérales expulsées sous la forme d'urine, on retrouve la presque totalité des éléments introduits dans l'organisme par les aliments ou par l'absorption respiratoire : les déjections alvines se composent presque en entier du résidu des aliments laissé par la digestion, mêlé à quelques matières carbonées que sécrète l'appareil biliaire ou la membrane muqueuse intestinale ; mais la proportion des substances excrétées de l'organisme par le tube digestif est très-faible, comparativement à celle des produits du travail respiratoire et de la sécrétion urinaire.

Lorsque la croissance n'est pas encore achevée, toute la matière alimentaire n'est pas brûlée et dissipée de la sorte, une portion plus ou moins considérable est fixée dans l'économie et organisée, comme nous l'avons déjà vu, pour devenir partie constituante des corps vivants. Enfin, lorsque la quantité des matières organiques carbonées que l'animal absorbe dépasse de beaucoup celle qui peut être consommée par l'oxygène inspiré, il arrive d'ordinaire que l'excédant de combustible organique se dépose dans l'intérieur du corps, sous forme de *graisse* (2), pour être ensuite

(1) Pour plus de détails à ce sujet, je renverrai au 7^e volume de mes *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée*.

(2) La *graisse* se dépose dans de petites vésicules membraneuses logées à leur tour dans le tissu connectif, et elle se compose essentiellement de deux matières particulières, l'*oléine* et la *stéarine*, dont l'une est liquide et l'autre solide à la température ordinaire. Les proportions relatives de ces deux substances varient beaucoup chez les différents animaux, et il en résulte des différences correspondantes dans la consistance de leur *graisse*. En général, les principaux usages de cette matière sont tout mécaniques, et elle sert, comme le ferait un coussin élastique, pour protéger les organes qu'elle entoure : c'est ce qui se voit dans l'orbite, où l'œil repose sur une couche épaisse de *graisse*, à la plante des pieds, où il s'en trouve aussi une quantité considérable, et dans d'autres parties du corps, exposées à une pression considérable ou à des frottements fréquents. La *graisse* peut également, à raison de la lenteur avec laquelle elle laisse passer le calorique, contribuer à conserver la chaleur qui se dégage dans l'intérieur de notre corps. Enfin elle peut aussi être considérée comme une espèce de réserve de matières nutritives déposée dans certaines parties du corps, afin de servir au travail de la combustion respiratoire, lorsque l'animal ne pourra plus puiser au dehors les substances nécessaires à l'entretien de la vie. En effet, lorsque les personnes grasses restent longtemps sans manger, leur *graisse* est absorbée peu à peu ; on remarque aussi que les animaux hibernants, qui passent une grande partie de la saison froide sans prendre d'aliments et plongés dans un état de léthargie, sont surchargés de *graisse* lorsqu'ils s'engourdissent, et sont au contraire très-maigres lorsqu'ils se réveillent de ce sommeil de plusieurs mois.

La *graisse* ne se dépose pas avec la même facilité dans toutes les parties du corps ;

résorbé et brûlé au fur et à mesure des besoins de l'économie.

S'il est vrai que l'oxygène absorbé par la surface respiratoire est employé à brûler du carbone ou de l'hydrogène dans la profondeur de l'économie, il faut que cette combustion soit accompagnée de production de chaleur, de même que lorsque du charbon brûle dans un fourneau ou de l'hydrogène dans une lampe à gaz : or, c'est effectivement ce qui s'observe chez les animaux, et, pour compléter cette esquisse des phénomènes de la nutrition, il ne nous reste plus qu'à dire quelques mots de cette production de chaleur.

DE LA CHALEUR ANIMALE.

§ 174. La faculté de produire de la chaleur paraît être commune à tous les animaux ; mais la plupart de ces êtres développent si peu de calorique, qu'il ne peut être apprécié par nos thermomètres ordinaires, tandis que chez d'autres la production de chaleur est si grande, qu'on n'a pas même besoin d'instruments de physique pour en constater l'existence. Pour mieux juger de cette différence, on n'a qu'à placer un lapin et un poisson, ayant à peu près le même volume, dans deux calorimètres, et à les y entourer de glace à la température de 0 degré, la quantité de ce corps fondue dans un temps donné sera proportionnelle à la quantité de chaleur développée par ces deux animaux. Or, dans l'instrument renfermant le poisson, la quantité de glace fondue dans l'espace de trois heures, par exemple, ne sera pas appréciable, tandis que, dans celui contenant le lapin, on trouvera, après le même laps de temps, plus d'une livre d'eau liquide ; et pour fondre cette quantité de glace, il faut autant de chaleur que pour échauffer, depuis la température de la glace fondante jusqu'à l'ébullition, environ trois quarts de ce poids d'eau ; or, cette chaleur n'a pu être fournie que par l'animal soumis à l'expérience.

Cette différence énorme dans la faculté de produire de la chaleur occasionne des différences correspondantes dans la température des divers animaux. Un thermomètre placé dans le corps d'un chien ou d'un oiseau, par exemple, s'élèvera toujours à 36

elle abonde surtout entre les feuillets du mésentère (portion du péritoine qui enveloppe les intestins), autour des reins et sous la peau. Le repos exerce une grande influence sur son accumulation : les très-jeunes enfants sont ordinairement très-gras ; mais lorsqu'ils commencent à faire beaucoup d'exercice, leur *graisse* se dissipe peu à peu, et tant que l'accroissement du corps est rapide, il est rare qu'il s'en dépose des quantités considérables.

ou 40 degrés (centigrades); tandis que, dans le corps d'une grenouille ou d'un poisson, il indiquera une température à peu près égale à celle de l'atmosphère au moment de l'expérience.

On donne le nom d'*animaux à sang froid* à ceux qui ne produisent pas assez de chaleur pour avoir une température propre et indépendante des variations atmosphériques; et l'on appelle *animaux à sang chaud*, ceux qui conservent une température à peu près constante au milieu des variations ordinaires de chaleur et de froid auxquelles ils sont exposés. Les oiseaux et les mammifères sont les seuls êtres qui appartiennent à cette dernière catégorie; tous les autres sont des animaux à sang froid.

§ 175. La température de l'homme et de la plupart des autres mammifères ne varie guère que de 36 à 40 degrés; celle des oiseaux s'élève à environ 42 degrés centigrades.

Du reste, la faculté de produire de la chaleur varie dans les divers animaux de ces deux classes, et varie aussi dans le même individu, suivant l'âge et les circonstances où il est placé. Ainsi la plupart des mammifères et des oiseaux produisent assez de chaleur pour conserver la même température en été et en hiver, et pour résister aux causes ordinaires de refroidissement, même à un froid très-vif. Mais il en est d'autres qui produisent seulement assez de chaleur pour élever leur température de 12 ou 13 degrés au-dessus de celle de l'atmosphère; il en résulte que, pendant l'été, leur température est à peu près la même que celle des autres animaux à sang chaud, mais que, pendant la saison froide, elle s'abaisse beaucoup: or, toutes les fois que ce refroidissement atteint une certaine limite, le mouvement vital se ralentit, et l'animal qui l'éprouve tombe dans un état de torpeur ou de sommeil léthargique qui dure jusqu'à ce que la température se relève de nouveau. On appelle *animaux hibernants*, les êtres qui présentent ce singulier phénomène, et, sous ce rapport, ils sont en quelque sorte intermédiaires entre les animaux à sang chaud non hibernants et les animaux à sang froid. La marmotte (fig. 74), la chauve-souris, le hérisson, appartiennent à cette catégorie d'animaux.

§ 176. Dans les premiers temps de la vie, tous les animaux à sang chaud se rapprochent aussi plus ou moins des animaux à sang froid; de même que ces derniers, ils ne produisent, en général, pas assez de chaleur pour conserver leur température, lorsqu'ils sont exposés à des causes de refroidissement même très-légères. Mais l'abaissement de température, qui est sans inconvénients pour les animaux à sang froid, agit sur ceux-ci d'une manière bien différente; car toutes les fois qu'il est porté au delà d'un

certain degré, ou qu'il dure pendant un temps déterminé, la mort en est la suite. Sous le rapport de la faculté de produire de la chaleur, les jeunes animaux à sang chaud qui naissent les yeux ouverts, et qui, aussitôt après la naissance, peuvent courir et chercher leur nourriture, diffèrent bien moins des adultes que les mammifères qui naissent les yeux fermés, ou des oiseaux qui,



Fig. 74. — La Marmotte.

au sortir de l'œuf, ne sont pas encore couverts de plumes. Si l'on tient des chats ou des chiens nouveau-nés, par exemple, éloignés pendant un certain temps de leur mère et exposés à l'air, même en été, ils se refroidissent au point d'en mourir.

Les enfants produisent aussi bien moins de chaleur dans les premiers jours qui suivent leur naissance qu'à une époque plus avancée de leur vie; leur température s'abaisse alors très-facilement, et l'influence du froid leur est très-nuisible; aussi, pendant l'hiver, en meurt-il un bien plus grand nombre que pendant le reste de l'année.

§ 177. La production de chaleur dans le corps des animaux est évidemment liée à ce phénomène de combustion vitale que nous avons vu se manifester dans l'économie, et déterminer la formation de l'acide carbonique que tous ces êtres expulsent sans cesse de leur intérieur. En effet, la quantité de chaleur ainsi dégagée est toujours proportionnelle à la quantité d'oxygène introduite dans l'organisme par le travail respiratoire, et correspond à la production de chaleur qui doit résulter, d'une part de la production de l'acide carbonique exhalé, et d'autre part de l'emploi de l'oxygène en excès, pour former de l'eau par sa combinaison avec de l'hydrogène. Aussi les animaux qui produisent le plus de chaleur sont aussi ceux qui consomment le plus d'oxygène, savoir: les oiseaux et les mammifères; et lorsque chez un animal à sang

froid, une abeille, par exemple, la respiration devient très-active, la température du corps augmente, tandis que le corps se refroidit même chez les animaux à sang chaud, lorsque leur respiration se ralentit, comme cela a lieu pendant le sommeil léthargique des mammifères hibernants.

La production de l'acide carbonique a lieu dans les vaisseaux capillaires de tous les organes, puisque c'est dans ces vaisseaux que le sang rouge devient veineux, et que ce changement est dû à la présence de l'acide carbonique dans ce liquide. Il en résulte donc que la chaleur animale dégagée par cette combustion n'émane pas d'un foyer unique, tel que les poumons, mais de toutes les parties de l'économie.

C'est le sang artériel qui porte dans toutes les parties du corps l'oxygène absorbé par les organes respiratoires et destiné à entretenir la combustion organique; cette combustion et le dégagement de chaleur qui en résulte dans une partie déterminée du corps devront donc être liés à l'abord du fluide nourricier dans cette partie; et en effet, lorsque le sang artériel n'arrive plus en quantité ordinaire dans un membre, celui-ci se refroidit.

Il y a aussi un rapport remarquable entre la richesse du sang et la quantité de chaleur produite par les animaux. Les oiseaux, qui sont, de tous les animaux, ceux dont la température est la plus élevée, sont aussi ceux dont le sang est le plus chargé de particules solides (en général de 14 ou 15 parties sur 100). Les mammifères, dont la température est un peu moins élevée, ont aussi le sang plus aqueux; en général, le poids des globules et de la fibrine ne constitue que les 9 ou 12 centièmes du poids total de ce liquide. Enfin, chez les animaux à sang froid, tels que les grenouilles et les poissons, on ne trouve guère au delà de 6 centièmes de globules et de fibrine pour 94 parties de sérum.

Du reste, cette fonction importante ne s'exerce pas avec la même énergie dans toutes les parties du corps; celles où le sang circule avec le plus d'abondance et de rapidité (et ou, par conséquent, la vie est le plus active) sont aussi celles où il se dégage le plus de chaleur: il en résulte que les organes les plus éloignés du cœur doivent être, toutes choses égales d'ailleurs, ceux qui produisent le moins de chaleur, et qui par conséquent se refroidissent le plus facilement. C'est ce qu'on observe en effet: la température de nos membres est moins élevée que celle du tronc, et, lorsque nous sommes exposés à l'action d'un froid intense, ce sont ces parties qui se gèlent les premières.

Ainsi en dernière analyse, c'est la respiration qui est la source de la chaleur animale, puisque c'est par l'absorption respiratoire

que l'organisme reçoit l'élément comburant nécessaire à l'entretien de la combustion vitale dont dépend ce dégagement de calorique. Mais, chez les animaux supérieurs, cette combustion elle-même paraît s'effectuer sous l'influence d'un agent physiologique dont nous n'avons pas encore parlé: le système nerveux.

En effet, on a constaté par l'expérience, que tout ce qui tend à affaiblir considérablement l'action du système nerveux tend aussi à diminuer la production de la chaleur. Ainsi, lorsqu'on détruit le cerveau ou la moelle épinière d'un chien, et qu'en imitant, par des moyens artificiels, le mécanisme à l'aide duquel l'air se renouvelle dans ses poumons, on entretient la vie de l'animal, la production de la chaleur cesse néanmoins, et le corps se refroidit aussi rapidement que le ferait un cadavre placé dans les mêmes circonstances. En paralysant l'action du cerveau au moyen de certains poisons énergiques, tels que l'opium, on produit encore le même effet; et ces expériences, variées de diverses manières, ont mis hors de doute que l'une des conditions nécessaires au développement de la chaleur animale est l'influence que le système nerveux exerce sur le reste du corps (1).

§ 178. La faculté de produire de la chaleur nous explique pourquoi les animaux à sang chaud ont une température qui peut se soutenir au-dessus de celle de l'atmosphère dont ils sont environnés. Mais comment se fait-il que ces êtres puissent conserver encore la même température lorsqu'ils sont placés dans de l'air plus chaud que leur corps? Un homme, par exemple, peut rester pendant un certain temps dans une étuve sèche où l'air est échauffé même à un degré voisin de celui de l'eau bouillante, sans que la chaleur de son corps augmente notablement, et s'élève de plus de 2 ou 3 degrés.

La faculté de résister ainsi à la chaleur dépend de l'évaporation d'eau qui a lieu continuellement à la surface de la peau ou dans l'appareil de la respiration, et qui constitue la *transpiration cutanée* et *pulmonaire*; car l'eau, pour se transformer en vapeur, enlève du calorique à tout ce qui l'environne, et par conséquent refroidit le corps à mesure que la chaleur extérieure l'échauffe.

(1) Des expériences récentes de M. Cl. Bernard paraissent au premier abord en opposition avec ces conclusions, car ce physiologiste a vu que la section des ganglions cervicaux est suivie d'une augmentation de la chaleur de la partie de la face à laquelle les nerfs de ceux-ci se distribuent. Mais cet effet dépend de ce que les artères de ces parties se dilatent à la suite de cette section des ganglions nerveux, et produisent ainsi un état inflammatoire local.

C'est par la même cause que l'eau placée dans les vases poreux nommés *alcayzas* (1) se refroidit si promptement, même au milieu de l'été. Or, la quantité d'eau qui s'évapore ainsi augmente avec la température de l'air, et il en résulte une cause de refroidissement d'autant plus puissante, que la chaleur de l'atmosphère est elle-même plus grande.

2° DES FONCTIONS DE RELATION.

§ 179. En faisant l'énumération des diverses facultés dont les animaux sont doués, nous avons vu que les unes étaient exclusivement destinées à assurer l'existence de ces êtres, tandis que d'autres servaient à leur faire connaître ce qui les entoure. Les premières constituent les fonctions de nutrition, dont nous venons de faire l'étude; les secondes, les fonctions de relation, dont nous allons maintenant nous occuper.

§ 180. Lorsqu'on examine ce qui se passe chez un animal dont la structure est des plus simples, et dont les facultés sont des plus bornées, on remarque d'abord qu'il se meut, et que les mouvements qu'il exécute sont déterminés et dirigés par une cause intérieure. Parmi ces mouvements, il en est qui se répètent de la même manière, quelles que soient les circonstances où l'animal se trouve, et qui ne peuvent être modifiés par lui. Mais il en est aussi d'autres qui varient suivant les besoins de l'animal, et sont soumis à l'empire d'une puissance intérieure que l'on désigne sous le nom de *volonté*.

Ces deux ordres de phénomènes constituent deux des fonctions les plus importantes de la vie de relation, savoir : la *contractilité*, ou la faculté d'exécuter des mouvements spontanés, et la *volonté*, dont dépend la faculté d'exciter cette contractilité et d'en varier les effets, dans la vue d'arriver à un résultat prévu par l'animal. Il est une autre propriété inhérente à tous les êtres animés et qui est encore plus remarquable : c'est la *sensibilité*, ou la faculté de recevoir des impressions par l'influence des objets extérieurs, et d'en avoir la conscience.

Ces trois facultés paraissent être communes à tous les animaux, mais ce ne sont pas les seules qu'on observe chez les êtres ani-

(1) Ces vases laissent suinter l'eau qu'ils renferment, et ont ainsi une surface constamment humectée, où se fait une évaporation rapide qui refroidit le liquide contenu dans leur intérieur. C'est par la même cause que l'on éprouve une sensation de froid si vive lorsqu'on verse de l'éther sur la peau et que l'on souffle sur la partie ainsi mouillée.

més. On remarque qu'il existe chez tous une force intérieure qui les porte à faire certaines actions utiles à leur conservation, mais dont ils ne peuvent certainement pas prévoir le résultat, et dont la cause ne dépend d'aucun besoin apparent. Ainsi, une foule d'animaux construisent, avec l'art le plus admirable, des demeures destinées à loger leur progéniture, et calculées de manière à répondre à tous les besoins des jeunes, et ils le font toujours de la même manière et avec la même habileté, même lorsque, éloignés de leurs semblables depuis le moment de leur naissance, ils n'ont jamais vu exécuter des travaux analogues. D'autres, à une époque déterminée de l'année, émigrent vers des pays lointains dont le climat leur sera plus favorable, et s'y dirigent avec assurance, comme si le but de leur voyage était devant leurs yeux.

On donne le nom d'*instinct* à la cause qui porte ainsi les animaux à exécuter certains actes déterminés, qui ne sont pas l'effet de l'imitation, et qui ne sont pas le résultat du raisonnement. Ces espèces de penchants varient, pour ainsi dire, dans chaque animal, et les phénomènes qui en résultent sont tantôt d'une simplicité extrême, et tantôt d'une complication qui étonne.

D'autres êtres plus privilégiés jouissent encore de *facultés intellectuelles*, ou du pouvoir de rappeler à l'esprit les idées produites précédemment par les sensations, de les comparer, d'en tirer des idées générales, et d'en déduire des motifs de conduite.

Enfin, il est aussi quelques animaux qui jouissent de la faculté de communiquer à leurs semblables les idées qui les occupent, soit à l'aide de certains mouvements, soit en produisant des sons divers.

Les phénomènes variés à l'aide desquels les animaux se mettent en relation avec les objets qui les environnent peuvent, comme on le voit, se rapporter à six facultés principales : la *sensibilité*, la *contractilité*, la *volonté*, l'*instinct*, l'*intelligence*, l'*expression*. Les quatre premières existent chez tous les animaux, les deux dernières chez un petit nombre seulement, et la manière dont les unes et les autres s'exécutent varie presque à l'infini.

Chez quelques animaux d'une structure très-simple, les polypes, par exemple, les diverses facultés de la vie de relation ne sont l'apanage d'aucun organe particulier, toutes les parties peuvent sentir et se mouvoir sans le concours d'un autre organe; mais, chez l'homme et chez l'immense majorité des animaux, l'exercice de toutes ces fonctions est dépendant de l'action d'une partie déterminée du corps qui porte le nom de *système nerveux*.