

phénomènes se produisent souvent dans les ascensions des montagnes élevées ou quand on s'élève en ballon à de grandes hauteurs. Dans les Alpes ce mal se fait généralement sentir lorsque l'on atteint 3,000 ou 3,500 ou 4,000 mètres et il augmente rapidement avec l'altitude ; dans les montagnes situées sous l'équateur les accidents ne surviennent guère que vers 4,500 mètres. Les personnes qui s'élèvent ainsi dans l'atmosphère sont d'abord oppressées, leur pouls s'accélère et leur cœur bat fortement ; les palpitations sont accompagnées d'un bourdonnement des oreilles et de nausées ; des hémorrhagies peuvent se produire à la surface de la muqueuse nasale ou dans les poumons ; la fatigue est extrême, tout mouvement est pénible, mais elle cesse rapidement par le repos pour renaître immédiatement sous l'influence du moindre effort. Une irrésistible envie de dormir s'empare des malades, souvent même ils perdent connaissance ; et si l'ascension continue cet état peut se terminer par une asphyxie complète. Ce sont ces accidents qui ont amené la mort de Sivel et de Crocé-Spinelli quand ils ont dépassé, dans le ballon *le Zenith*, l'altitude de 8,500 mètres. W

CHALEUR ANIMALE.

§ 101. La température du corps humain est d'ordinaire notablement plus élevée que celle de l'air atmosphérique même en été, et ne varie pas sensiblement en toutes saisons. Il en est de même pour presque tous les Mammifères et les Oiseaux ; tandis que chez les Reptiles, les Batraciens, les Poissons et les animaux invertébrés il n'y a presque aucune différence sensible entre la température intérieure du corps et celle du milieu ambiant, et la première s'élève ou s'abaisse suivant les variations éprouvées par la seconde.

On désigne sous le nom d'**animaux à sang chaud** les êtres

animés qui produisent assez de chaleur pour avoir ainsi une température propre, et on appelle **animaux à sang froid**, les animaux qui ne produisent pas assez de chaleur pour maintenir la température de leur corps au même degré, malgré les variations thermométriques ordinaires du milieu ambiant. Les Mammifères et les Oiseaux sont par conséquent les seuls animaux à sang chaud, et lorsque par suite d'un grand abaissement de la température extérieure, l'intérieur de leur corps se refroidit, il en résulte un état pathologique grave qui, porté à un certain degré, devient mortel, tandis que les animaux à sang froid peuvent se refroidir jusqu'à 0 et souvent même davantage sans en souffrir ; dans ce cas leur activité vitale diminue de plus en plus, mais il n'en résulte aucun trouble fonctionnel permanent.

§ 102. Tous les Mammifères ne possèdent pas au même degré la faculté de résister aux causes de refroidissement et ne souffrent pas également d'un abaissement de leur température intérieure. Quelques-uns de ces animaux sont sous ce rapport intermédiaires entre les Mammifères ordinaires et les animaux à sang froid ; en été leur température est à peu près la même que celle de notre corps ; mais en hiver elle s'abaisse beaucoup et alors ils tombent dans un état de sommeil plus ou moins profond. La léthargie déterminée de la sorte peut durer très longtemps sans qu'il en résulte aucun inconvénient ; seulement la respiration et la circulation se ralentissent extrêmement ; la faculté de sentir et d'exécuter des mouvements est suspendue ; le travail nutritif et le besoin d'aliments sont réduits presque à rien ; mais sous l'influence de la chaleur l'animal se réveille et reprend sa vie active ; on donne le nom d'**animaux hibernants** aux êtres animés qui restent en léthargie quand la température atmosphérique est peu élevée. Les Marmottes, les Loirs, les Hérissons, les Chauves-souris, dorment ainsi d'un sommeil extrêmement profond pendant tout l'hiver ; ils se retirent à la fin de l'automne dans des

terriers ou dans des retraites à l'abri de la congélation et ils s'engourdissent lorsque la température arrive à 12 ou 13 degrés au-dessus de zéro. Tous les animaux hibernants vivent pendant ce long somme aux dépens de la graisse emmagasinée préalablement dans leur corps ; aussi sont-ils très maigres au réveil. Beaucoup de Reptiles s'engourdissent aussi d'une manière analogue pendant la saison froide.

§ 103. Ainsi que nous l'avons vu précédemment (page 130), la production de la chaleur animale est due à l'espèce de combustion obscure qui est entretenue dans toutes les parties de l'organisme par l'oxygène dont le sang se charge dans l'acte de la respiration et qui est alimentée par les matières organiques combustibles contenues dans les liquides nourriciers ou dans la substance des tissus constitutifs de l'organisme. La théorie de ce phénomène physiologique a été donnée par Lavoisier.

Les animaux à sang chaud ne sont pas les seuls qui produisent de la chaleur ; tous les êtres animés, en respirant, produisent de l'acide carbonique et la combustion qui donne naissance à ce composé chimique est accompagnée d'un dégagement de chaleur proportionné à la quantité de carbone brûlé ; mais lorsque, la respiration étant faible, cette quantité est très petite, le développement de chaleur est insuffisant pour maintenir à un degré constant la température intérieure du corps, et cette température s'abaisse lorsque celle du milieu ambiant diminue.

Les Oiseaux sont de tous les animaux ceux chez lesquels la faculté productive de la chaleur est le plus grande, et cela est en harmonie avec leur grande puissance respiratoire. La température intérieure de leur corps est d'environ 40 degrés ou même un peu plus.

Chez l'Homme et la plupart des autres Mammifères cette température est d'environ 36 à 38 degrés, ainsi qu'on peut s'en assurer en plaçant la boule d'un thermomètre dans la bouche ou même dans le creux de l'aisselle.

§ 104. L'exercice musculaire active la combustion respiratoire et augmente par conséquent le développement de la chaleur animale ; mais il y a dans l'économie un modérateur des effets produits de la sorte et ce modérateur, qui est la transpiration suffit aussi dans les circonstances ordinaires pour empêcher une élévation notable de la température intérieure du corps des animaux à respiration aérienne sous l'influence de l'échauffement de l'atmosphère. Nous avons vu précédemment que les poumons sont le siège d'une évaporation considérable ; un phénomène analogue a lieu sans cesse à la surface du corps. Or la transformation de l'eau en vapeur nécessite l'emploi d'une quantité considérable de chaleur et, pour effectuer la transpiration soit pulmonaire, soit cutanée, cette chaleur est fournie par le corps vivant. Il y a donc là une cause de refroidissement et cette cause acquiert d'autant plus de puissance que l'air atmosphérique est à la fois plus chaud et plus sec. Par conséquent, lorsque l'atmosphère n'est pas saturée d'humidité, l'élévation de la température de l'air tend à activer la transpiration, et augmente ainsi la puissance refroidissante de ce phénomène physiologique.

C'est à raison de cette circonstance que l'Homme peut vivre pendant un certain temps dans de l'air dont la température est beaucoup plus élevée que celle de son corps. Ainsi on a vu des hommes entrer dans des fours chauffés à 120 degrés, et y rester quelques instants ; tandis que dans un bain chaud il en serait tout autrement. En effet, l'élévation de la température intérieure de l'organisme vers 45 degrés est promptement mortelle pour tous les êtres animés.

La température de tous les organes d'un même individu n'est pas identique ; elle est plus élevée là où le sang circule avec plus d'activité, par conséquent où la combustion vitale est la plus active. La température d'un muscle qui se contracte est plus élevée que celle du même muscle au repos. — Les organes intérieurs sont plus chauds que les organes placés à la

périphérie, ce qui s'explique facilement parce que les causes de refroidissement y sont moins intenses.

SÉCRÉTIONS.

§105. Le sang, en circulant dans l'économie animale, n'abandonne pas seulement de l'eau et de l'acide carbonique qui sont expulsés au dehors par la surface respiratoire et par la peau; ce liquide cède aussi aux organes qu'il traverse d'autres matières et, en passant dans certaines parties de l'organisme, il donne ainsi naissance à des produits de diverses sortes, notamment à des humeurs dont les unes sont utilisées dans l'intérieur du corps vivant pour l'accomplissement des actes physiologiques, tandis que d'autres sont expulsées au dehors et servent à effectuer l'évacuation des matières inutiles ou nuisibles dont le sang peut être chargé.

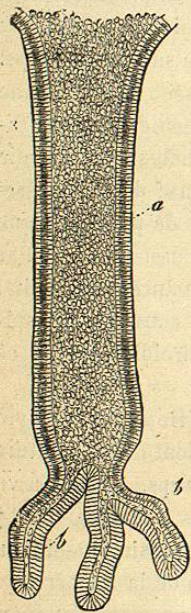


Fig. 132. — Glandule de l'estomac.

On donne le nom de *sécrétion* à ce travail éliminatoire, dont résulte la formation de liquides qui diffèrent soit du sang lui-même, soit de la lymphe, ou même des produits d'une simple transsudation d'eau plus ou moins chargée de matières en dissolution, comme celle dont résulte la transpiration pulmonaire et la transpiration cutanée dont nous venons de parler.

Comme exemples de liquides formés de la sorte, nous citerons : la sueur, les larmes, la salive, la bile, l'urine et le lait.

§ 106. Le travail sécrétoire est effectué par des utricules microscopiques ou cellules analogues aux hématies du sang,

mais qui, au lieu de flotter librement dans un liquide, sont réunies entre elles de façon à former un tissu solide et membraniforme. La couche ainsi constituée peut être étendue sur la surface libre de certaines parties de l'économie animale, par exemple sur la tunique muqueuse qui revêt les cavités digestives (fig. 132) ou localisée dans des organes spéciaux que l'on désigne d'une manière générale sous le nom de glandes. Ainsi les larmes sont produites par des appareils physiologiques de ce genre appelés glandes lacrymales et sur lesquels nous reviendrons. Le lait est élaboré dans les mamelles; la salive prend naissance dans les glandes salivaires, la bile est fabriquée

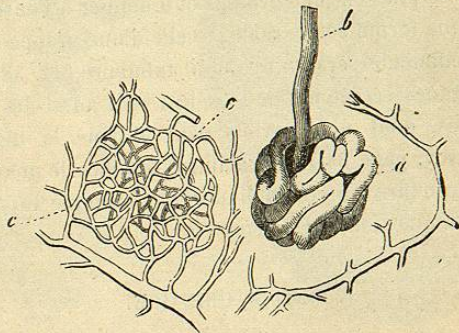


Fig. 133. — Glande sudoripare (*).

dans une glande appelée le foie et l'urine résulte de l'action exercée sur le sang par d'autres glandes qui sont les reins.

Les glandes qui produisent la sueur sont appelées **glandes sudoripares** et ont la forme de petits sacs presque microscopiques qui sont disséminés dans l'épaisseur de la peau elles consistent en un canal flexueux pelotonné sur lui-même à son extrémité de façon à former une petite masse ou *glomérule* entourée par un lacis de vaisseaux sanguins (fig. 133);

(*) a, pelote formée par le tube sudoripare enroulé; — b, conduit excréteur; c, vaisseau de la glande sudoripare.

chacune d'elles est pourvue d'un canal excréteur débouchant au dehors à la surface du corps par un pore spécial. L'intérieur de ces ampoules sudoripares est tapissé par une couche mince de tissu utriculaire, et c'est dans les petites cavités délimitées par les parois de ces cellules que s'effectue le travail sécrétoire dont résulte le liquide excrémentiel appelé *sueur*.

§ 107. Les **glandes lacrymales** ont une structure plus complexe ; elles résultent du développement d'un grand nombre d'ampoules analogues à celles dont nous venons de parler, mais dont les conduits excréteurs, au lieu d'aller s'ouvrir directement au dehors, se réunissent entre eux de façon à constituer des branches de plus en plus grosses et à donner à l'ensemble de l'organe une forme comparable à celle d'une grappe de raisin dont le pédoncule serait un conduit tubulaire (fig. 38).

Les organes sécréteurs de la salive sont aussi des glandes racémeuses, dont nous avons déjà indiqué la disposition générale (voy. page 35) ; mais d'autres organes de même ordre ont une structure plus compliquée, par exemple le *foie* dont il a déjà été question et les *reins*.

Exercice
SÉCRÉTION URINAIRE.

§ 108. Les **reins**, qui dans le langage culinaire sont désignés sous le nom de *rognons*, sont logés dans la partie dorsale de la cavité abdominale. Chez l'Homme et les Mammifères il n'y en a qu'une seule paire ; ils sont à peu près ovalaires et de couleur brun rougeâtre ; chaque rein donne naissance à un long tube évacuateur appelé *uretère* et allant déboucher dans une poche membraneuse qui fait fonction de réservoir et qui est la *vessie urinaire* (fig. 134) ; enfin ce réservoir communique au dehors par l'intermédiaire d'un autre conduit appelé canal de l'*urèthre*. Chez les Oiseaux et les Reptiles les uretères s'ouvrent dans la portion subterminale de l'intestin appelée le *cloaque*.

C'est dans la substance des reins que l'urine est produite, et

ces glandes revêtues par une tunique membraneuse sont composées principalement par une multitude de petits tubes urinaires fermés à leur extrémité périphérique où ils sont renflés en forme d'ampoules ou glomérules de Malpighi, entortillés sur

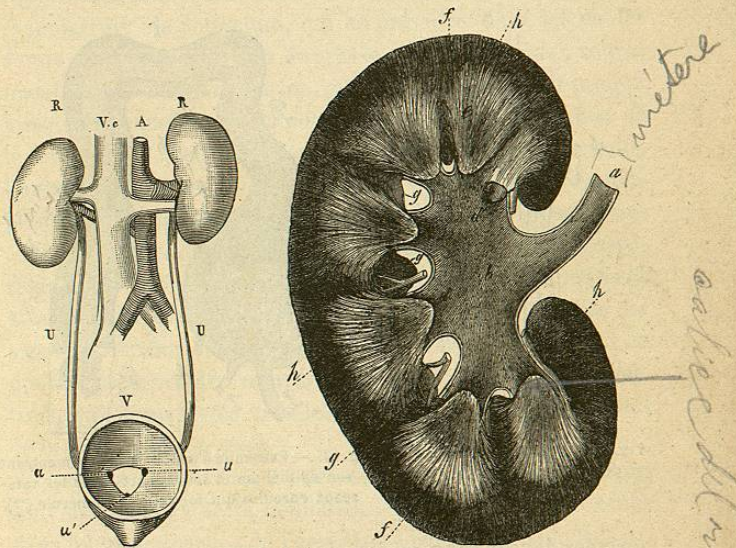


Fig. 134. — Appareil urinaire (*). Fig. 135. — Coupe verticale des reins (**).

eux-mêmes, recevant un grand nombre de vaisseaux sanguins (fig. 137) et allant finalement s'ouvrir dans un réservoir commun appelé le bassinnet du rein et donnant à son tour naissance à l'*urètère* (fig. 135).

Le rein de l'Homme ne forme qu'une seule masse, mais chez quelques Mammifères cet organe est divisé en lobes plus ou moins nombreux et parfois cette lobulation est poussée très

(*) R, reins ; — U, uretère allant s'ouvrir dans la vessie V, par un orifice u ; — u', orifice du canal évacuateur ou urèthre ; — VC, veine cave ; — A, aorte.

(**) a, urètère ; — b, bassinnet ; — c, calices ; — b, papilles ; — c, pyramides de Malpighi ; — g, substance corticale.

loin. Les reins des Oiseaux sont logés dans des fossettes creusées sous les os du bassin, ils sont comparativement très développés.

§ 109. Les matières constitutives de l'urine existent toutes

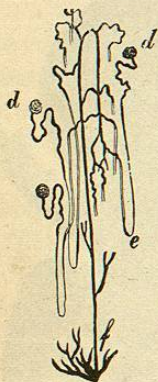


Fig. 136. — Trajet contourné des tubes urinaires (*).

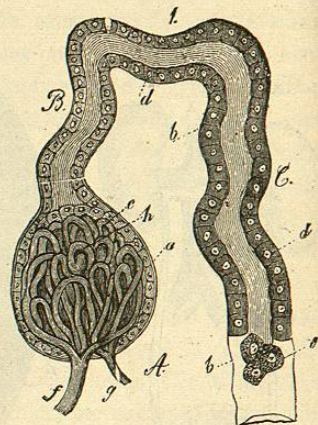


Fig. 137. — Extrémité d'un tube urinaire montrant son épithélium et ses rapports avec les vaisseaux enroulés qui forment le glomérule (**).

formées dans le sang qui arrive aux reins par les artères rénales et elles sont séparées de ce liquide nourricier par le travail sécrétoire effectué par ces glandes. Elles consistent essentiellement en de l'eau tenant en dissolution divers sels minéraux et des composés azotés d'une nature particulière appelés *urée*, *acide urique*, etc., mais ce liquide excrémentiel peut contenir beaucoup d'autres matières, car c'est par l'action des reins que le sang est débarrassé de la plupart des substances qui peuvent y être arrivées par absorption et qui n'ont pas

(*) Tube urinaire *f*, se renflant pour former le glomérule de Malpighi (*d*).

(**) Portion d'un tube urinaire vu au microscope, et montrant l'ampoule terminale (*a*) qui loge un glomérule de vaisseaux sanguins appelé *corpuscule de Malpighi* (*h*), dont l'artère et la veine se voient en *f* et *g*. Le tube (*b*) est tapissé de tissu urticulaire *d*.

d'emploi physiologique dans l'économie animale. Ainsi lorsqu'on injecte directement dans l'appareil circulatoire certains agents chimiques qui n'existent pas normalement dans l'organisme et qui sont faciles à reconnaître, par exemple, du cyanoferrure de potassium, qui en présence d'un sel de fer donne un précipité de bleu de prusse, on ne tarde pas à voir ce réactif apparaître dans l'urine, et le même résultat est produit lorsque le cyanoferrure de potassium, au lieu d'être infusé de la sorte, est introduit dans l'estomac et absorbé par cet organe. Comme exemple des excrétions opérées de la sorte par les reins je citerai un fait que chacun peut facilement constater. Les asperges contiennent une substance particulière appelée *asparagine* qui, étant séparée de ces végétaux alimentaires, est facile à reconnaître par son odeur, et, pour peu que l'on mange des asperges, l'urine acquiert cette odeur caractéristique qui est due à la présence de l'asparagine absorbée par les voies digestives, puis transportée dans les glandes rénales par le torrent de la circulation du sang.

L'urée et l'acide urique, de même que l'acide carbonique, sont des produits de la combustion physiologique entretenue dans toutes les parties de l'organisme par l'oxygène fourni par l'absorption respiratoire, mais au lieu d'être comme l'acide carbonique des dérivés des matières combustibles carbonohydrogénées telles que le sucre, ces principes immédiats résultent de la combustion imparfaite des matières azotées telles que l'albumine. La transformation des substances albuminoïdes en urée sous l'influence d'agents oxydants peut être effectuée dans le laboratoire du chimiste aussi bien que dans le laboratoire biologique constitué par le corps de l'animal vivant. Quand les reins ne fonctionnent pas l'urée s'accumule dans le sang et produit alors des accidents très graves qui peuvent amener la mort par suite d'un véritable empoisonnement.

Dans l'urine humaine il y a beaucoup d'urée (environ 30 millièmes), très peu d'acide urique (environ 1 millième), des

sels à base alcaline et quelques autres matières. La composition de ce liquide est à peu près la même chez les Mammifères

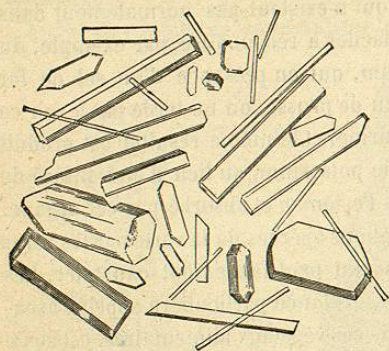


Fig. 138. — Urée.

carnivores; mais chez les herbivores tels que les Ruminants et les Pachydermes l'acide urique est remplacé par un autre composé azoté qui est désigné sous le nom d'*acide hippurique* et qui, en se décomposant, donne facilement naissance à de l'acide benzoïque.

Chez les Oiseaux, les Reptiles, les Batraciens et les Insectes, les principes urinaires consistent principalement en acide urique.

L'urine laisse parfois déposer dans les voies qu'elle parcourt quelques-unes des substances qu'elle tient en dissolution et

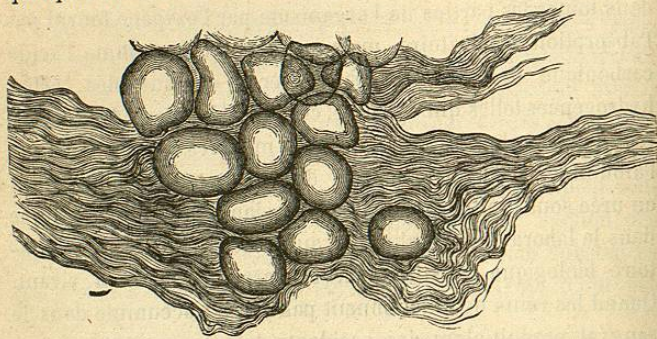


Fig. 139. — Cellules adipeuses.

qui produisent des concrétions connues sous le nom de *graviers* ou de *calculs urinaires*. Ces derniers sont quelquefois

de dimensions considérables et sont logés dans la vessie.

Toutes les glandes ne sont pas pourvues d'un canal excréteur, quelques-unes sont formées par des cellules closes où s'accumulent les produits sécrétés qui ne peuvent disparaître que par résorption, ce sont des *glandes imparfaites* et les *cellules adipeuses* dans lesquelles se dépose la graisse nous en fournissent un exemple. Ces cellules sont souvent très abondantes sur certains points du corps et y donnent lieu à des protubérances très volumineuses comme la bosse du Dromadaire, celle du Bœuf Zébu, la queue de certains Moutons. Il est aussi des glandes sans canaux excréteurs qui sont presque exclusivement formées de vaisseaux sanguins et lymphatiques, on les appelle *glandes vasculaires*. Telle est la *Rate*, organe volumineux situé près de l'estomac du côté gauche.

TRANSFORMATION DES FORCES DANS L'ORGANISME. ÉCHANGES NUTRITIFS.

§ 110. En résumé, nous voyons que chez les animaux, le travail nutritif détermine sans cesse des échanges de matière entre le corps vivant et le monde extérieur, l'organisme prend au dehors tout ce qui est nécessaire soit à sa constitution ou à l'entretien de ses tissus, soit à la production des phénomènes chimiques dont le plus important est une sorte de combustion résultant d'une combinaison d'oxygène avec du carbone. Cet oxygène est fourni directement ou indirectement par l'air atmosphérique; le carbone est fourni soit directement par les aliments, soit indirectement par les tissus constitutifs de l'organisme pour la formation desquels les aliments ont servi. Il faut donc, pour que l'organisme reste en état de fonctionner, qu'il y ait toujours un certain équilibre entre l'*ingesta* et l'*excreta*, ou en d'autres mots entre l'apport des matières qui sont introduites dans la machine vivante et le rejet des résidus ou des produits du travail de chimie physiologique dont cette

machine est le siège. On appelle *ration d'entretien* la quantité de matière nutritive qui est journellement nécessaire pour contre-balancer les pertes subies de la sorte, mais dans le jeune âge cette ration est insuffisante, car il faut toujours que pendant un certain temps la quantité de matière vivante augmente par l'assimilation de matériaux nouveaux venant du dehors.

La combustion physiologique et d'autres phénomènes chimiques qui se produisent dans l'économie animale ont aussi pour effet un certain développement de forces physiques différentes que l'on peut considérer comme étant le résultat de la transformation de la chaleur en force mécanique ou *vice versa*. La puissance mise ainsi en jeu par les réactions chimiques paraît être susceptible de revêtir aussi la forme de l'électricité ou même parfois de lumière. Ces actions chimiques accompagnent constamment toute manifestation de la force vitale, elles accompagnent même le travail intellectuel et sont une des conditions de l'activité animale; plus cette activité est grande, plus la combustion respiratoire est intense. Il y a donc entre tous ces phénomènes des relations très intimes, mais dans l'état actuel de la science on ne saurait expliquer d'une manière satisfaisante comme ces relations s'établissent.

Considérée au point de vue chimique l'économie animale est comparable à un appareil de combustion, et chez les plantes, il y a aussi production de phénomènes du même ordre; mais dans le règne végétal les effets de la combustion physiologique sont contrebalancés ou même dépassés en grandeur par des actions réductrices (c'est-à-dire de désoxydation) en vertu desquelles l'acide carbonique est décomposé, son oxygène est remis en liberté et son carbone fixé dans l'organisme. C'est la chlorophylle ou matière verte des feuilles et de quelques autres parties qui, sous l'influence de la lumière opère cette réduction et contre-balance les altérations que la

respiration des animaux tend à produire dans la composition de l'atmosphère.

FONCTIONS DE RELATION.

§ 111. Les animaux diffèrent des plantes non seulement par la manière dont la vie végétative s'exerce, mais aussi par la possession de certaines facultés dont les plantes ne sont pas douées et au moyen desquelles des rapports d'un ordre particulier sont établis entre ces Êtres et le monde extérieur. Ils ont la faculté de *sentir* les impressions produites sur eux par les agents qui excitent leurs organes; ils ont la *faculté de se mouvoir*, et leurs mouvements peuvent être déterminés par une puissance intérieure qui est la *volonté*.

On appelle d'une manière générale **fonctions de la vie animale** ou **fonctions de relation** les actes physiologiques par lesquels ces aptitudes ainsi que d'autres aptitudes plus ou moins analogues se manifestent. Chez l'homme, de même que chez tous les animaux supérieurs, toutes ces facultés sont sous la dépendance d'un appareil particulier appelé le *système nerveux*.

L'exercice de ces facultés est subordonné au fonctionnement de divers instruments biologiques ou organes qui sont en quelque sorte les serviteurs de ce système et qui, d'une part, y transmettent les impressions dont nous venons de parler, d'autre part, en obéissant à l'influence de ce même système, produisent le mouvement. Tels sont en premier lieu les nerfs et en second lieu les organes moteurs constitués par les muscles et leurs annexes.

Enfin le système nerveux est aussi la machine vivante au moyen de laquelle les facultés mentales s'exercent. Nous aurons à étudier successivement chacune des fonctions de relation; et avant d'aborder cette partie de notre tâche, il convient de jeter un coup d'œil rapide sur l'appareil qui préside à

leur accomplissement, c'est-à-dire, le système nerveux. Mais pour le moment nous ne prendrons pas en considération les propriétés physiologiques de ce système d'organes ; nous ne nous occuperons que de son histoire anatomique.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU SYSTÈME NERVEUX DE L'HOMME ET DES ANIMAUX SUPÉRIEURS.

§ 112. Cet appareil est formé principalement par une substance particulière qui diffère des autres matériaux constitutifs

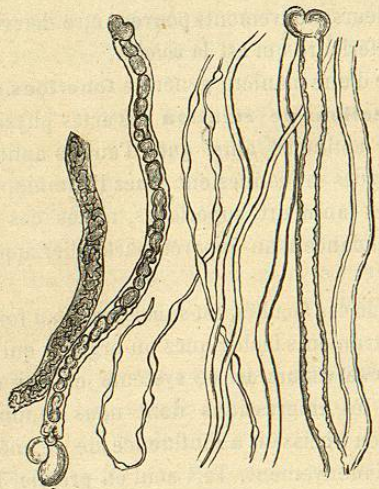


Fig. 140. — Tubes nerveux (grossis 350 fois).

de l'organisme par son aspect et sa structure, ainsi que par ses propriétés physiologiques et que l'on appelle le tissu nerveux. On y trouve des matières albuminoïdes associées à des matières grasses dans la composition de l'une desquelles le phosphore remplit un rôle important, et lorsqu'on observe au

microscope sa structure intime, on y reconnaît l'existence de deux sortes d'éléments anatomiques dont les uns ressemblent à des fils d'une ténuité extrême (fig. 140), et les autres à des petites cellules ou utricules (fig. 141).

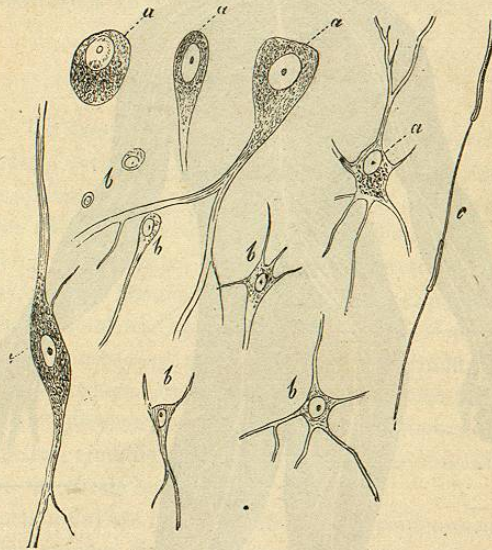


Fig. 141. — Cellules nerveuses (*).

C'est dans ces derniers éléments histogéniques que la puissance nerveuse s'exerce et les fibres élémentaires, dont nous venons de faire mention, sont des conducteurs de cette puissance servant soit à relier entre elles les cellules, soit à les mettre en relation avec les autres parties de l'économie animale.

Dans toutes les parties périphériques du système, ces fibres réunies en faisceaux, constituent des cordons blanchâtres qui sont désignés sous le nom de *nerfs* et qui se répandent dans toutes les parties du corps douées de sensibilité. En général

(*) Cellules nerveuses du cerveau grossies 350 fois ; — a, grandes cellules ; — b, petites cellules (très grossies).