



P. H. Paula Souza

19707R
2ed

ANATOMIE
ET
PHYSIOLOGIE ANIMALES

31 485 — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9

ANATOMIE

ET

PHYSIOLOGIE ANIMALES

PAR

ÉDOUARD RETTERER

Docteur en médecine, docteur ès sciences naturelles
Agrégré d'anatomie et d'histologie à la Faculté de Médecine de Paris
Professeur de biologie à l'enseignement populaire supérieur de l'Hotel de Ville

DEUXIÈME ÉDITION, ENTIÈREMENT REFONDUE

PARIS

LIBRAIRIE HACHETTE ET C^{ie}

79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1896

Droits de traduction et de reproduction réservés.

A MONSIEUR MATHIAS-DUVAL,

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris,
Membre de l'Académie de Médecine.

Permettez-moi, cher Maître, de placer sous votre patronage la seconde édition de ce livre, comme je l'avais fait pour la première. Si le fond est sensiblement resté le même, les changements inscrits dans les programmes, et surtout les éclaircissements apportés par les recherches biologiques à nombre de questions hier encore obscures, m'imposaient l'obligation de le reviser, de le remanier dans son ensemble.

Tel qu'il se présente aujourd'hui et grâce à ces transformations importantes, j'espère qu'il sera moins indigne du modèle que je me suis proposé et qu'il rappellera mieux votre enseignement à la fois si simple, si clair et si élevé.

ÉD. RETTERER.

ANATOMIE

ET

PHYSIOLOGIE ANIMALES

INTRODUCTION

LA MATIÈRE VIVANTE

Les êtres vivants comparés aux corps bruts. La naissance, l'organisation et la nutrition caractérisent les êtres vivants. — Il existe dans la nature deux sortes de corps : des *corps bruts*, gaz, pierres ou minéraux, et des *êtres vivants*, tels que le chêne et le chien. L'être vivant se distingue des minéraux en ce que les substances qui composent son corps sont disposées d'une façon spéciale, qui s'appelle *organisation*. De plus, il descend d'êtres semblables à lui, tandis que la pierre ou le minéral restent constamment les mêmes, à moins que des influences extérieures ne viennent à les changer ou à les détruire.

Le chien, que nous prendrons comme exemple d'être vivant, naît, grandit, devient adulte, puis vieillit, et enfin s'éteint et meurt. La succession de ces étapes, caractérisées par la *naissance*, la *croissance*, l'*état adulte*, la *vieillesse* et la *mort*, porte le nom d'*évolution* (*evolvere*, se dérouler). Pendant toute la durée de sa vie, le chien est obligé de faire constamment des échanges avec le monde extérieur : il introduit de l'air dans son corps et en rejette; il absorbe de l'eau, de la viande et d'autres substances; en un mot, il se nourrit. En même temps il rend au monde extérieur les déchets organiques. Autrement dit, les matériaux qui composent son corps se renouvellent continuellement. Quand la nutrition s'affaiblit et cesse à la suite de maladies ou

de l'âge, la *mort* ne tarde pas à s'ensuivre et c'est précisément la cessation des divers actes précédents qui la caractérise.

Ce que nous venons de dire du chien s'applique à l'homme et à tous les animaux. Les plantes se comportent d'une façon analogue, bien que leur naissance et leur nutrition s'opèrent d'une manière quelque peu différente. La *vie* consiste donc dans une manière d'être spéciale de la matière caractérisée par une rénovation perpétuelle. L'étude des plantes et des animaux constitue la science de la vie ou *biologie* (*bios*, vie; *logos*, étude).

Développement et structure des êtres vivants. — *Tout être vivant provient d'un être vivant.* Il prend naissance aux dépens d'une petite masse de substance organisée et vivante, qui porte le nom de *cellule* en général; mais, dans le cas particulier, cette cellule originelle est appelée *ovule* (*ovum*, œuf; *ovule*, petit œuf).

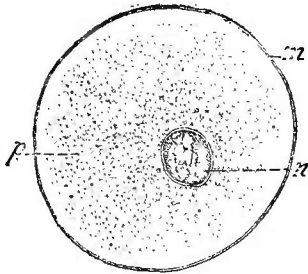


Fig. 1. — Ovule.

m, membrane cellulaire;
p, protoplasma; *n*, noyau.

Ovule. — L'ovule (fig. 1) est composé : 1° d'une membrane d'enveloppe (*m*); 2° d'une substance transparente et granuleuse, qui constitue la partie essentielle, le corps même de l'ovule, et qu'on nomme *protoplasma* (*p*) (*protos*, premier; *plassin*, donner une forme); 3° d'une vésicule sphérique et brillante qui occupe la portion centrale du protoplasma : c'est le *noyau* (*n*).

Ce qu'on appelle le *frai* de poisson, de grenouille, etc., représente un amas d'ovules, réunis par une masse gélatineuse. Chaque petit corps sphérique, coloré en noir, du frai de grenouille, par exemple, est un ovule ayant la constitution décrite plus haut.

Le jaune de l'œuf de poule est un ovule, dont le protoplasma est rempli par des tablettes de graisse. Le blanc de l'œuf, qui enveloppe le jaune, est une partie surajoutée, qui sert, comme les tablettes, à nourrir le jeune poulet pendant tout le temps que dure l'incubation. L'homme, le chien, le cheval et tous les animaux qui nourrissent leurs petits avec le lait produit par leurs mamelles, c'est-à-dire les *Mammifères*, descendent également d'un ovule; mais les ovules des mammifères n'atteignent qu'une taille de 1 à 2 dixièmes de millimètre.

Mode de formation des animaux aux dépens de cellules. —

Nous avons à nous demander comment l'ovule, cette sphère de volume si réduit, peut donner naissance à un être tel que la grenouille, le poulet ou le chien, et former un corps de dimensions parfois colossales, comme celui de l'éléphant ou de la baleine. L'ovule, en effet, produit le jeune être en se divisant en une série de petites masses qui édifient le corps de l'animal selon un mode qui peut être comparé grossièrement à la manière dont on bâtit une maison à l'aide de pierres de construction. C'est ainsi qu'on voit l'ovule, à un moment donné, se diviser en deux petites masses ou cellules nouvelles contenant chacune la moitié de la cellule primitive; puis les deux petites cellules ainsi formées continuent à grandir, à se subdiviser de nouveau, et ainsi de suite pour les générations successives de cellules.

A mesure que se fait ce morcellement, les cellules, réunies par une substance intermédiaire ou *ciment*, se juxtaposent comme les moellons d'un édifice et s'arrangent en amas, qui prennent la configuration des instruments du travail biologique, ontils ou *organes* du nouvel être.

Les phénomènes remarquables qui s'observent pendant la division de l'ovule et des cellules qui procèdent de lui, méritent d'être examinés de plus près.

Ces phénomènes expliquent cette vérité, connue de chacun, qu'un œuf de poule produit un poulet et non un canard, que le frai de grenouille donnera naissance non pas à des poissons, mais à des *têtards*, qui plus tard se transformeront eux-mêmes en grenouilles. En un mot, ils répandent quelque jour sur ce phénomène étonnant, bien que banal, qui consiste dans la ressemblance du jeune être avec ses parents, phénomène connu sous le nom d'*hérédité*.

Structure de la cellule; sa division. Le protoplasma et le noyau sont faits, bâtis pour ainsi dire, de deux substances distinctes, l'une transparente et l'autre formée de filaments: c'est ce qu'on appelle la *structure* (*structus*, bâti). Le noyau, en particulier, montre un filament qui est enroulé (fig. 2, 1) et qui, lorsque l'ovule est mis en présence du carmin, se colore et se dessine comme un peloton rouge: on lui donne le nom de *filament chromatique* (*chroma*, couleur).

A côté du noyau, mais plongée dans le protoplasma, existe, d'autre part, une petite sphère, contenant à son centre un corpuscule, appelé *centrosome* (*soma*, corps). On donne à cette sphère

le nom de *sphère directrice*, parce qu'elle préside à la division de la cellule. Elle se divise en deux *sphères-filles*, autour desquelles, jouant le rôle de centres, la moitié du protoplasma et la moitié du noyau vont se grouper en deux points opposés de l'ovule ou de la cellule en général (fig. 2).

Après cette division de la sphère (fig. 2, 1), on voit les deux

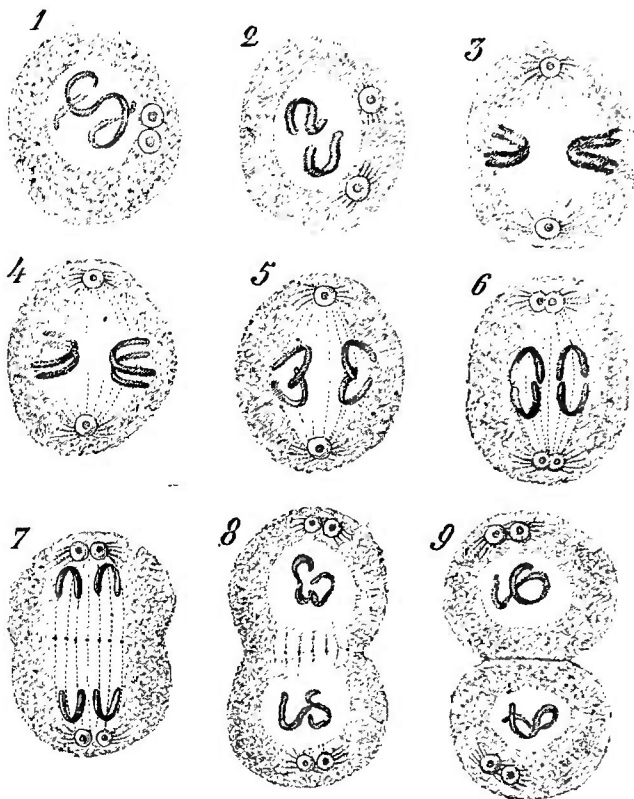


Fig. 2. — Division cellulaire.

1 et 2, division en travers du peloton; 3 et 4, orientation des anses et leur dédoublement; 5, 6, groupement des anses à l'équateur; 7, acheminement des anses vers les pôles; 8, 9, division du protoplasma.

sphères directrices (*filles*) quitter la place qu'elles occupaient à côté du noyau (en 2), s'éloigner l'une de l'autre et se placer en deux points opposés du noyau (en 3). En même temps, des stries ou fils en partent sous forme de rayons et chaque sphère prend l'aspect rayonné d'un soleil ou d'une étoile (en 3, 4 et 5).

Pendant que ces phénomènes se passent dans le protoplasma, le filament chromatique du noyau ne reste pas inactif : il se

divise, comme si on le coupait en morceaux, en une série de tronçons, dont le nombre est toujours le même pour l'ovule d'un animal donné, soit 2, 4, 6, 10, 20 ou 50. Pour simplifier l'image du phénomène, la figure ne représente que 2 tronçons.

Sur ces entrefaites, l'ovule a pris l'aspect suivant : les fils qui partent des sphères se dirigent vers le centre de la cellule à travers la substance du noyau; en même temps, les tronçons du filament chromatique prennent la forme d'*anses* ou de V et se groupent à la surface du noyau suivant une ligne qui passe par l'équateur et qui divise la cellule en deux parties égales (fig. 2, 5).

Peu à peu (fig. 2, 4) les fils des sphères s'étendent jusqu'au niveau de l'équateur à travers la substance du noyau et l'ensemble prend la figure d'un vrai fuseau renflé au centre. En même temps, chaque anse chromatique se feut, non plus en travers, mais en long; ce qui se comprend aisément, si je dis par anticipation que chacun des deux futurs noyaux doit posséder la moitié du noyau primitif; il est donc nécessaire que chaque anse se divise en long. En effet, en coupant une corde en travers, on court le risque de faire un mauvais partage, si l'un des bouts est en plus mauvais état que l'autre; qu'on la feute, au contraire, dans le sens de la longueur, les chances sont des plus nombreuses pour que les deux moitiés de la corde se ressemblent de tous points.

Le résultat de cette division longitudinale est que le nombre des anses a doublé : au lieu des deux tronçons du début, nous en avons quatre à présent (fig. 2, 4).

Lorsque ces phénomènes se sont passés, les anses se mettent en rapport avec les fils du fuseau et éprouvent un mouvement d'inclinaison tel que le sommet de l'une des anses regarde la sphère directrice supérieure, tandis que celui de l'autre anse se tourne vers la sphère inférieure. Ainsi orientées, les anses chromatiques suivent la direction des fils du fuseau en cheminant et en se transportant aux pôles opposés (fig. 2, 5, 6, 7).

Aussitôt que les deux groupes d'anses se séparent l'un de l'autre, il apparaît à chaque pôle du fuseau deux nouvelles sphères directrices (fig. 2, 6).

Ces faits montrent que, durant la division de l'ovule le protoplasma et le noyau sont le siège de modifications et même de mouvements des plus actifs. Ceux qui ont surtout accordé un rôle prépondérant aux fils du fuseau de division, formé par le proto-

plasma, ont donné à la division cellulaire le nom de *cytodièrese* (*cytos*, cellule; *dièrese*, division). Ceux, au contraire, qui ont été frappés principalement par les mouvements accomplis par les filaments chromatiques, l'ont appelé la *caryokinèse* (*caryon*, noix, noyau; *kinésis*, mouvement).

Ces modifications une fois accomplies, chaque moitié de noyau va constituer au pôle correspondant un noyau semblable à celui de la figure 1 : à cet effet, les anses chromatiques (fig. 2, 7) se mettent bout à bout et reforment un filament qui se pelotonne : d'où un nouveau noyau, accompagné de deux sphères directrices (fig. 2, 8).

Quant au protoplasma de l'ovule, chaque moitié, à partir de l'équateur, se groupe autour du nouveau noyau comme centre; il en résulte, près de l'équateur, un étranglement qui donne à l'ensemble l'aspect d'un biscuit, puis d'un haltère; enfin le sillon circulaire se creuse de plus en plus jusqu'à ce que tout l'ovule soit séparé en deux. La figure 2 (9) montre cette séparation complète et l'achèvement de la division cellulaire, caractérisé par la formation de deux cellules de tous points semblables à l'ovule primitif.

Sur les œufs de grenouille, il est facile de voir à la loupe, et même à l'œil nu, un sillon qui fait le tour de l'œuf au point où les deux nouvelles cellules sont accolées. C'est en 1824 seulement que Prévost et Dumas ont découvert le sillon et les deux cellules nouvelles, qu'on a comparées à des *globes*, des *sphères* ou des *segments* de sphère : d'où le nom de *segmentation* donné à la division de l'œuf (fig. 4).

Embryon. — Les deux premiers segments (fig. 5, 1) se scindent à leur tour d'après un procédé analogue : il en résulte un amas de quatre globes (fig. 5, 2); puis, les phénomènes continuant leur marche, on a une masse de segments ou cellules (fig. 5 et 4), ressemblant à une mûre et séparés les uns des autres par autant de sillons de segmentation. Mais, à cet état, on voit les cellules centrales s'écarter les unes des autres et donner lieu, au centre (fig. 5, 4 et 5, *cb*), à une cavité dite de *segmentation*. Peu à peu toutes les cellules se pressent vers la périphérie et la cavité de segmentation devient de plus en plus grande.

Enfin les cellules se rangent en une assise unique sous forme de membrane entourant de toutes parts la cavité centrale (fig. 5, 5, *cb*). L'œuf est devenu une vésicule creuse. Il semble

presque inutile de dire que la division des cellules continue plus active que jamais et agrandit les dimensions de la vésicule.

Celle-ci ne persiste pas longtemps dans cet état, parce qu'on

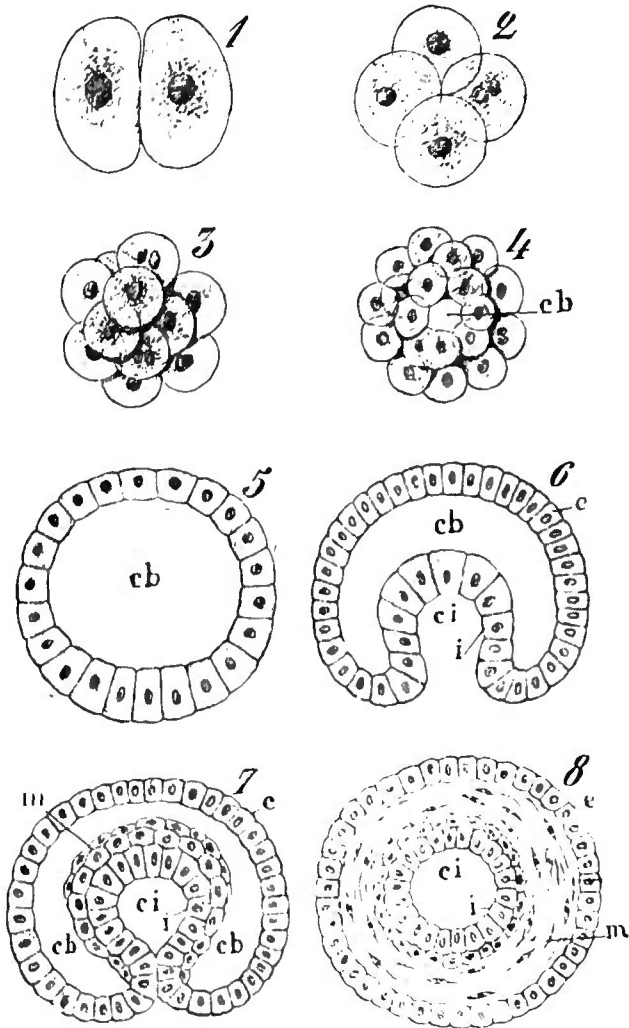


Fig. 5. — Formation de la peau et du tube digestif aux dépens de l'ovule.

1 à 4, l'ovule en se divisant forme un amas de cellules; 5, les cellules s'écartent et constituent une vésicule creuse; 6, la vésicule se déprime; 7, vésicule à deux membranes; 8, vésicule à trois membranes (voir le texte).

voit bientôt sa moitié inférieure (fig. 5, 6) ou l'hémisphère inférieur, se déprimer en doigt de gant et pénétrer dans la cavité de segmentation et dans l'hémisphère supérieur. Il se forme ainsi

une cavité nouvelle, qui est tout simplement la *cavité intestinale future* (*ci*). Remarquons que, grâce à cette dépression, l'enveloppe du nouvel être n'est plus constituée par une seule, mais par deux membranes : l'extérieure (*e*) deviendra la couche superficielle de la peau : on l'appelle *ectoderme* (*ectos*, dehors; *derma*, peau), et l'intérieure (*i*), qui limite la cavité digestive, sera le revêtement du tube intestinal ou *endoderme* (*endos*, dedans). Ajoutons immédiatement que de nouvelles assises de cellules prendront naissance aux dépens de l'endoderme, combleront la cavité de seg-

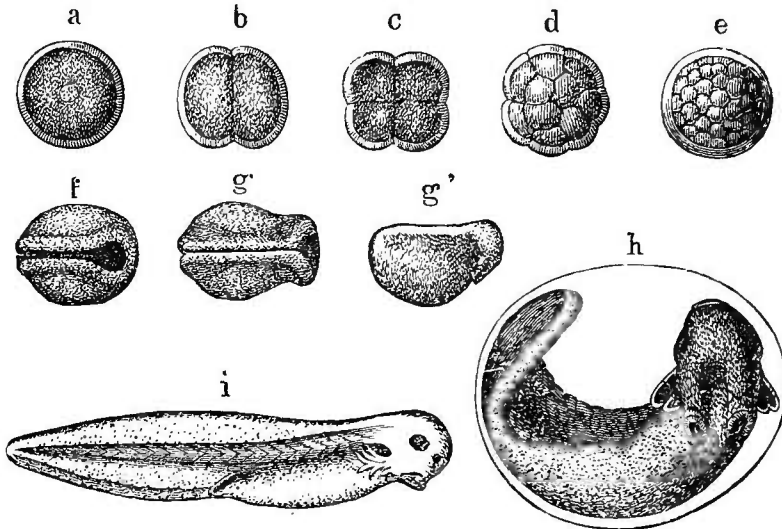


Fig. 4. — Formation de l'embryon aux dépens de l'œuf (grenouille).

a, œuf; *b*, division en deux segments; *c*, en quatre; *d* et *e*, nombreux segments (aspect mûrifforme); *f*, embryon vu de dos, où s'est formée la gouttière médullaire; celle-ci se prononce en *g*; *g'*, embryon vu de profil avec la vésicule du jaune; *h*, embryon renfermé dans l'œuf; *i*, embryon après l'éclosion.

mentation (fig. 5, 7) et constitueront le *mésoderme* (*m*) (*mésos*, noyen).

Pendant que ces membranes se sont formées depuis le début figuré en 4 jusqu'à 8 (fig. 5), le nouvel être, appelé *embryon bryon*, qui croît; *en*, dans), a perdu la forme sphérique; les cellules se sont groupées de façon à constituer une masse allongée grosse extrémité antérieure et à queue effilée (fig. 4, *f*, *g*, *i*). Les deux bords de la gouttière intestinale se sont rapprochés (fig. 5, 7 et 8) et se ferment de façon que le jeune être est parvenu par un tube central (*i*), *le tube digestif*, communiquant aux

deux bouts seulement avec l'extérieur, tandis que l'ectoderme et le mésoderme l'entourent, et lui constituent une enveloppe. La cavité du tube digestif est en relation avec le reste du jaune de l'œuf, qui continue à nourrir l'embryon pendant le jeune âge (fig. 5).

Telle est, rapidement esquissée, l'histoire de la formation des animaux aux dépens de l'œuf. Les anciens n'avaient aucune idée de ce développement; ils pensaient que dans l'œuf de poule, par exemple, le poulet existait tout formé, pourvu de tous ses organes, mais si petits, qu'ils échappaient à la vue. On donnait à cet être invisible et imaginaire le nom de *germe*; celui-ci n'était, en somme, que le poulet en miniature, qui n'avait qu'à grandir pour devenir ponte.

Vers le milieu du xviii^e siècle seulement, un médecin allemand, G.-F. Wolff, montra que le tube digestif apparaît dans l'œuf sous forme d'une membrane qui se creuse en gouttière, puis se ferme. Peu à peu on trouva les autres membranes, l'ectoderme et le mésoderme. En 1827, le médecin russe Baer découvrit l'œuf des mammifères.

Son mode de division fut reconnu un peu plus tard, mais on ne pouvait s'expliquer les détails de la segmentation.

Enfin, en 1875, grâce à des procédés plus perfectionnés, on se rendit compte des phénomènes complexes qui président à la division du noyau et de son protoplasma.

Hérédité. — En définitive, l'œuf ou l'œuf est une cellule poulu et détachée des parents, dont il possède toutes les propriétés. La segmentation a pour résultat de diviser en 2, en 4, en 8, etc., le protoplasma et le noyau; par ce procédé si simple, les cellules de ces nouvelles générations produisent des organes et, par suite, un corps semblable à celui des parents. Les diverses cellules de

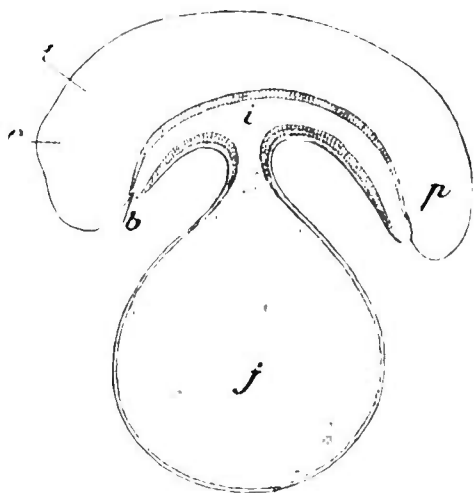


Fig. 5. — Embryon vu en long.

t, tête; *o*, œil; *p*, extrémité postérieure du corps; *i*, intestin; *b*, bouche; *j*, jaune de l'œuf renfermé dans un diverticule de l'intestin.

l'embryon, n'étant que des dérivés, particule par particule, de l'ovule, possèdent toutes les propriétés des parents : elles parcourent les mêmes phases et évoluent de la même façon. C'est cette transmission directe qu'on appelle l'hérédité et qui nous donne la clef des qualités du protoplasma; mais elle nous renseigne également sur ses défauts, à savoir les *maladies héréditaires*.

Constitution du corps. — Éléments. — Épithéliums. — A mesure que l'ovule se divise, il se décompose en une série de segments ou cellules dont la forme est celle d'une masse polyédrique (fig. 5, 1 à 4). Celles-ci (fig. 5, 5) s'arrangent plus loin en une assise unique et forment une membrane entièrement com-

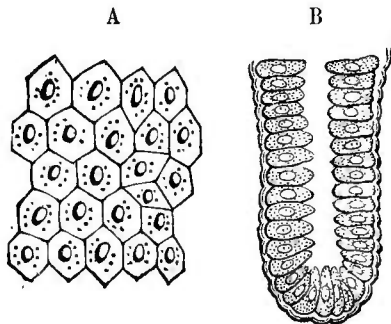


Fig. 6.— Cellules épithéliales; A, pavimenteuses; B, cylindriques.

posée de cellules rangées côte à côte, comme les pavés d'une rue; on donne le nom de *cellules épithéliales* à celles qui, par leur juxtaposition, constituent des membranes. Ces membranes (fig. 6) revêtent le plus souvent des surfaces ou des cavités; c'est ainsi que toute la superficie du corps est recouverte par une membrane, l'*épiderme* (*épi*, sur; *derma*, peau), composée de

nombreuses couches de cellules épithéliales. La surface interne du tube digestif est tapissée, sur sa plus grande étendue, par une seule assise de cellules épithéliales. Dans ce dernier cas, l'épithélium est *simple*. Quand les assises superposées, comme dans l'épiderme, sont multiples, l'épithélium est *stratifié* (*stratus*, disposé en couches).

Les cellules épithéliales affectent les formes les plus variables, selon les régions : quand elles ressemblent à des pavés, elles sont *pavimenteuses*; quand elles ont l'aspect de prismes allongés ou de cylindres, elles sont dites *prismatiques* ou *cylindriques*. Elles peuvent s'aplatir en lamelles très minces, et former un *épithélium plat*.

Éléments conjonctifs. — Tissus conjonctif et épithélial. — Les cellules jeunes qui forment la trame ou la gangue des organes sont d'abord arrondies : les unes conservent la forme sphérique; les autres prennent une configuration étoilée; d'autres, celle d'un fuseau; il en est qui s'aplatissent, etc. Mais le fait intéressant con-

siste dans la production, dans le corps cellulaire ou protoplasma, de fins filaments formant un faisceau de fibrilles. En se juxtaposant bout à bout, ces faisceaux de fibrilles donnent lieu à des fibres d'une grande longueur, dont le trajet est rectiligne dans les tendons, etc. Leur direction est ondulante, comme les fils d'un écheveau, dans d'autres organes, où les fibres passent, en s'entre-croisant, les unes sur les autres et circonscrivent des mailles de grandeur variable (fig. 7). La disposition de l'ensemble donne l'impression d'une étoffe dont les diverses fibres auraient été tissées; de là le nom de *tissu* donné à l'arrangement des éléments du corps. Le tissu qui nous occupe a reçu le nom de *tissu conjonctif*, parce qu'il forme une sorte de gangue servant à réunir les autres tissus (*conjungere*, unir).

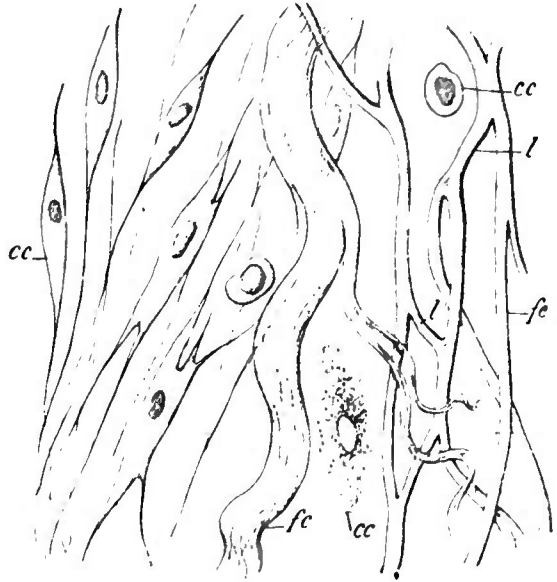


Fig. 7. — Éléments du tissu conjonctif.

cc, cellules arrondies et fusiformes; *cc*, fibre conjonctive; *fe*, fibre élastique; *l*, branches latérales.

On a étendu cette dénomination à des cellules simplement juxtaposées, et non pas enchevêtrées avec des filaments; les cellules épithéliales ainsi réunies constituent le *tissu épithélial*.

Outre les fibres conjonctives, qui ne font que s'entre-croiser, le tissu conjonctif contient des fibres ayant l'aspect de rubans et donnant à droite et à gauche des branches latérales qui vont s'aboucher avec des branches semblables, pour former un réseau. On les appelle les *fibres élastiques* (fig. 7, *fe*), parce que, allongées par la traction, elles reviennent, dès que l'action mécanique cesse, à leur première forme. Grâce à la présence des fibres élastiques, un pli fait à la peau, par exemple, disparaît et s'efface, aussitôt que les doigts de l'autre main cessent d'agir.

Tissus musculaires lisse et strié. — D'autres cellules du

jeune être s'allongent et s'aplatissent de façon à figurer un fuseau (fig. 8) effilé aux deux bouts. Le noyau lui-même participe à cette transformation et représente un bâtonnet étendu au centre du protoplasma (*p*), qui reste transparent. Aussi donne-t-on à ces cellules le nom de *fibres-cellules* ou de *tissu musculaire lisse*, par opposition à celui que nous allons décrire.

En effet, on voit des cellules, semblables d'abord aux précédentes, se diviser et former un cylindre de protoplasma avec plusieurs noyaux (fig. 9, 1 et 2). Plus tard on découvre, sur la périphérie de ce cylindre qui s'allonge de plus en plus, une série de stries sombres alternant avec des intervalles plus clairs (fig. 9, 5). Cette modification s'étend sur tout le cylindre protoplasmique, sauf le noyau; le cylindre prend alors l'apparence d'une fibre striée en travers ou *fibre musculaire striée*. Ces fibres, en se juxtaposant, constituent la chair des animaux, c'est-à-dire le *tissu musculaire*. Celui-ci se dispose en faisceaux plus ou moins

épais, plus ou moins longs, et forme les *muscles*, qui s'attachent par des cordes de fibres conjonctives (*tendons*) sur les os : sous l'influence de la volonté, les muscles deviennent plus courts (*se contractent*), déplacent les leviers osseux et produisent les mouvements.

Ainsi prennent naissance quelques tissus, tels que le *tissu épithélial*, le *tissu conjonctif*, le *tissu musculaire, lisse et strié*. Outre ceux-ci, les cellules du jeune être produisent un certain nombre d'autres tissus, comme les *tissus nerveux, vasculaire, cartilagineux, osseux*, etc. Nous en parlerons à propos des organes qu'ils servent à former.

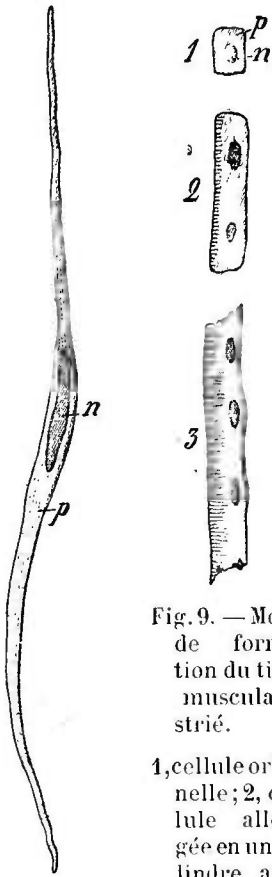


Fig. 9. — Mode de formation du tissu musculaire strié.

1, cellule originelle; 2, cellule allongée en un cylindre avec 2 noyaux; 5, cylindre avec noyaux multiples.

Fig. 8. — Fibre musculaire lisse, fusiforme.

Organes et appareils. — L'ovule, puis toutes les cellules de l'embryon, se nourrissent d'abord aux dépens du jaune, ou des liquides environnants, qui pénètrent à travers leur substance. Beaucoup d'êtres inférieurs restent toute la vie dans cet état : toutes les parties de leur corps sont capables de livrer passage aux substances alimentaires et de se mouvoir pour déplacer l'être. Nous avons vu que, chez l'embryon des animaux supérieurs, certaines cellules spéciales se disposent de façon à circonscrire une cavité qui accomplira seule ce travail de nutrition de tout le corps. Cette cavité s'allonge plus tard en un canal, appelé *tube digestif*.

Nous assistons là à une espèce de *division du travail*, à la suite de laquelle une portion spéciale du nouvel être préside aux échanges des matériaux nutritifs, solides et liquides. Certaines parties de ce canal, appelées *organes* (*organon*, outil), servent à triturer les aliments, d'autres préparent des sucs pour dissoudre les portions solides, de sorte qu'il existe une série d'organes travaillant à une même fin. L'ensemble des organes concourant à un même résultat porte le nom d'*appareil*, et le résultat est dit *fonction*. L'*appareil digestif* a pour fonction de préparer les éléments nutritifs et de les faire pénétrer dans le corps.

Le liquide nourricier, ainsi préparé, doit être mis en contact avec les parties les plus éloignées du corps. Aussi est-il reçu dans une série d'organes creux qui le transportent sur tous les points de l'économie : on donne à l'ensemble de ces canaux, ou *vaisseaux*, le nom d'*appareil circulatoire*.

Au lieu de se faire par toute la surface du corps — comme chez les êtres inférieurs, les échanges gazeux entre l'organisme et l'atmosphère se limitent, chez les animaux supérieurs, à des organes spéciaux dérivant du tube digestif. On leur donne le nom d'organes *respiratoires*; ils sont composés essentiellement de deux *poumons* et forment avec d'autres organes, qui y sont annexés, l'*appareil respiratoire*.

Enfin le jeu même des organes, qui se nourrissent et fonctionnent, donne naissance à des déchets, qui doivent être éliminés; deux organes spéciaux, les *reins*, servent à rejeter ces matières de rebut ou *urine* et forment l'*appareil urinaire*.

Tels sont les actes qui s'accomplissent dans le corps et dont le résultat est de le nourrir. Les organes de la nutrition se groupent

pour former : 1° l'appareil digestif; 2° l'appareil circulatoire; 3° l'appareil respiratoire; 4° l'appareil urinaire.

Quant aux rapports que les animaux supérieurs affectent avec le monde extérieur, ils s'établissent à l'aide d'une membrane qui délimite la surface de leur corps et qui s'appelle la *membrane tégumentaire* ou *peau*. Celle-ci reçoit le contact et les impressions des agents extérieurs et les transmet à l'aide de filaments comparables à des fils télégraphiques, les *nerfs*, à des organes centraux ou *centres nerveux*. La réunion des nerfs et des centres nerveux constitue le *système nerveux*. Celui-ci dérive lui-même de la portion la plus superficielle de la peau, mais il s'est logé dans l'intérieur du corps où il reçoit et enmagasine les impressions du dehors et les transforme en sensations. Tel est le mécanisme par lequel la surface du corps devient *sensible*. En outre, le système nerveux central peut réagir à l'aide d'autres nerfs, sur des organes (*muscles*), qui sont capables de changer de forme, et d'opérer des déplacements ou *mouvements*. Mais, pour que les muscles puissent agir efficacement, il est nécessaire qu'ils s'attachent sur des leviers. Ceux-ci sont représentés par des organes durs, les *os*, qui constituent la charpente du corps ou *squelette*.

Tels sont les organes grâce auxquels le corps entre en rapport avec les objets extérieurs. Ajoutons que, dans l'enveloppe tégumentaire elle-même, la division du travail a été poussée plus loin : certains points de la membrane qui tapisse la bouche nous font connaître les qualités sapides, ou *saveurs*, des matières alimentaires; une autre portion de celle qui revêt l'intérieur du nez nous fait sentir les *odeurs*; les *yeux* nous mettent en rapport avec la *lumière*, et les *oreilles* nous font percevoir les *vibrations sonores* des corps.

En un mot, les organes tégumentaires se divisent en organes des sens, qui sont le *toucher*, le *goût*, l'*odorat*, la *vue* et l'*ouïe*.

Les organes récepteurs des impressions forment le *système nerveux central* : 1° la *moelle épinière*, logée dans la colonne vertébrale; 2° l'*encéphale*, contenu dans le crâne. Le *système nerveux périphérique* ou nerfs mettent les centres nerveux en relation avec les organes des sens et les muscles.

Les organes qui exécutent les mouvements se composent eux-mêmes : 1° d'*organes passifs* ou *os* formant le *squelette*; 2° d'*organes actifs* ou *muscles*.

PREMIÈRE PARTIE

FONCTIONS DE NUTRITION

CHAPITRE I

DIGESTION

§ 1. — Appareil digestif de l'homme.

Composition du corps humain. Substances alimentaires. — L'appareil digestif est constitué par un canal qui traverse le corps de l'animal et par une série d'organes qui en sont des dépendances immédiates. Il sert à recevoir les substances liquides ou solides provenant du monde extérieur, à leur faire subir une série de transformations, qui les rendent susceptibles de traverser ses parois et de faire partie intégrante du corps.

On donne le nom d'*aliments* à ces matériaux que nous empruntons au monde extérieur et qui, après avoir subi certaines modifications dans le tube digestif, sont incorporés, c'est-à-dire qu'ils font partie de la substance de notre corps. D'après leur composition, on les divise : 1° en *aliments minéraux* (eau, sel marin, etc.); 2° en *hydrocarbures* ou *hydrates de carbone* ($C^6H^{10}O_5$, amidon, fécule, sucre); 3° en *graisses* (huile, beurre); 4° en *albuminoïdes* dont le type est le blanc d'œuf ou albumen. Les albuminoïdes sont constitués par du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, mais renferment en outre de l'azote et du soufre. La viande, la caséine du lait, le gluten du blé etc., sont d'autres exemples d'albuminoïdes.

Habituellement les substances alimentaires ne se présentent pas sous la forme de ces types simples et nettement définis. Elles renferment un mélange des aliments simples que nous venons d'énumérer. Un morceau de pain de froment, par exemple, contient une certaine proportion d'albumine (le gluten), d'hydro-

carbures (l'amidon), de sels, dont le principal est le chlorure de sodium. En lui ajoutant du beurre et en buvant de l'eau, l'on voit que le pain de froment constitue les éléments d'un repas complet.

Idee générale du canal alimentaire. — Le tube digestif a pour rôle de recevoir les aliments, de les diviser, quand ils sont solides, en particules plus fines, de les faire progresser dans sa cavité. Pendant ce temps, les aliments sont arrosés des sucs qui les rendent plus liquides, les *hydratent*, de façon qu'ils puissent traverser les parois du canal alimentaire et passer dans le sang.

Les divers segments du canal alimentaire ont une forme variable et exercent une action différente sur les divers aliments.

Chez les poissons et chez l'embryon des mammifères, l'homme y compris, le canal alimentaire est d'abord un tube plus ou moins cylindrique (voir p. 9), qui s'étend depuis la tête jusqu'à l'autre extrémité du tronc. Sur un embryon de mammifère, le canal alimentaire (fig. 10, 1) commence par être cylindrique; plus tard, il présente un calibre et une forme qui diffèrent selon les divers points de son parcours; à la bouche fait suite le *pharynx* (*ph*), qui se continue avec l'*œsophage* (*æ*); celui-ci précède un segment (*e*), qui commence à se dilater et à se recourber: c'est l'*estomac*; et enfin vient un tube à trajet presque rectiligne à

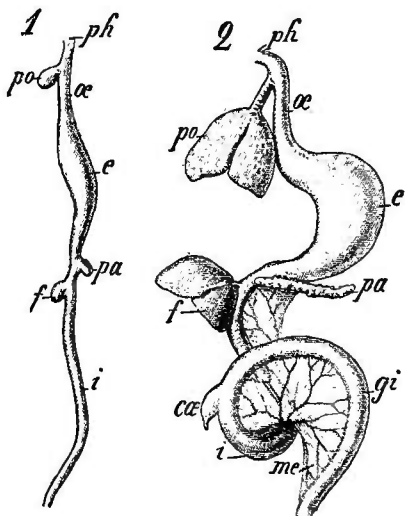


Fig. 10. — Ensemble du tube digestif à deux états de son développement.

1, jeune; 2, plus âgé: *ph*, pharynx; *po*, poumon; *æ*, œsophage; *e*, estomac; *pa*, pancréas; *f*, foie; *i*, intestin grêle; *gi*, gros intestin; *cæ*, cœcum; *me*, mésentère renfermant les vaisseaux et les nerfs qui vont à l'intestin.

cette époque, l'*intestin* (*i*). A mesure que l'embryon grandit, ces divers segments se modifient; l'estomac surtout se dilate et forme un renflement notable; l'intestin s'allonge de telle sorte qu'il est obligé de se contourner et de se replier sur lui-même pour se loger dans la cavité abdominale (fig. 10, 2). Le canal alimentaire atteint chez l'homme adulte une longueur de 10 à 11 mètres.

Parmi les modifications les plus importantes qu'il subit au cours de son développement, il convient de signaler une série de dépressions ou de bourgeonnements de ses parois qui donnent naissance à des organes appelés *glandes* : c'est ainsi que se forment dans la cavité buccale les *glandes salivaires*; au niveau du pharynx, le *poumon* (*po*); au commencement de l'intestin, le *foie* (*f*) et le *pancréas* (*pa*, fig. 10).

Les parois du canal alimentaire sont formées de deux tuniques principales : l'interne et l'externe.

L'interne limite la lumière même du tube ; c'est (fig. 11, *d* et *e*) une membrane molle, humectée d'un liquide plus ou moins visqueux, le *mucus* (*mucus*, morve); de là le nom de *muqueuse* donné à cette membrane et à toutes celles qui offrent des caractères analogues. En dehors de la muqueuse et l'enveloppant se trouve la *tunique externe*, qui est de nature *musculaire* (*tu*).

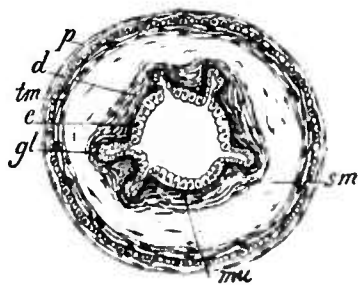


Fig. 11. — Paroi du tube digestif (coupe en travers pour montrer les parties qui la composent).

Idée de la structure du tube digestif.

La structure de ces tuniques varie selon les divers points du trajet du canal alimentaire. Si nous prenons comme exemple une section en travers de l'estomac ou de l'intestin, nous voyons que la muqueuse présente : 1° une assise de cellules épithéliales, cylindriques (fig. 11, *e*) ; 2° une couche de tissu conjonctif condensé, le *derme* (*d*) ou *chorion* (*chorion*, cuir, membrane molle), qui devient de plus en plus lâche à mesure qu'elle se rapproche de la tunique musculaire. Celle-ci, dite *musculaire* (*tu*), est formée de deux couches de fibres musculaires lisses : la couche interne présente des fibres dont le trajet est concentrique à l'axe du canal, tandis que les fibres de la couche externe offrent une direction parallèle à celle du tube digestif ; le tout est enveloppé par le péritoine (*p*).

En outre, l'épithélium de la muqueuse offre des prolongements en doigt de gant (*gl*) qui avancent, se logent dans l'épaisseur du chorion et constituent les glandes propres de la muqueuse.

Cet épithélium est en contact direct avec les aliments ; il prépare, avec les glandes, des sucs qui agissent sur les substances

alimentaires. La tunique musculaire, au contraire, en se resser-

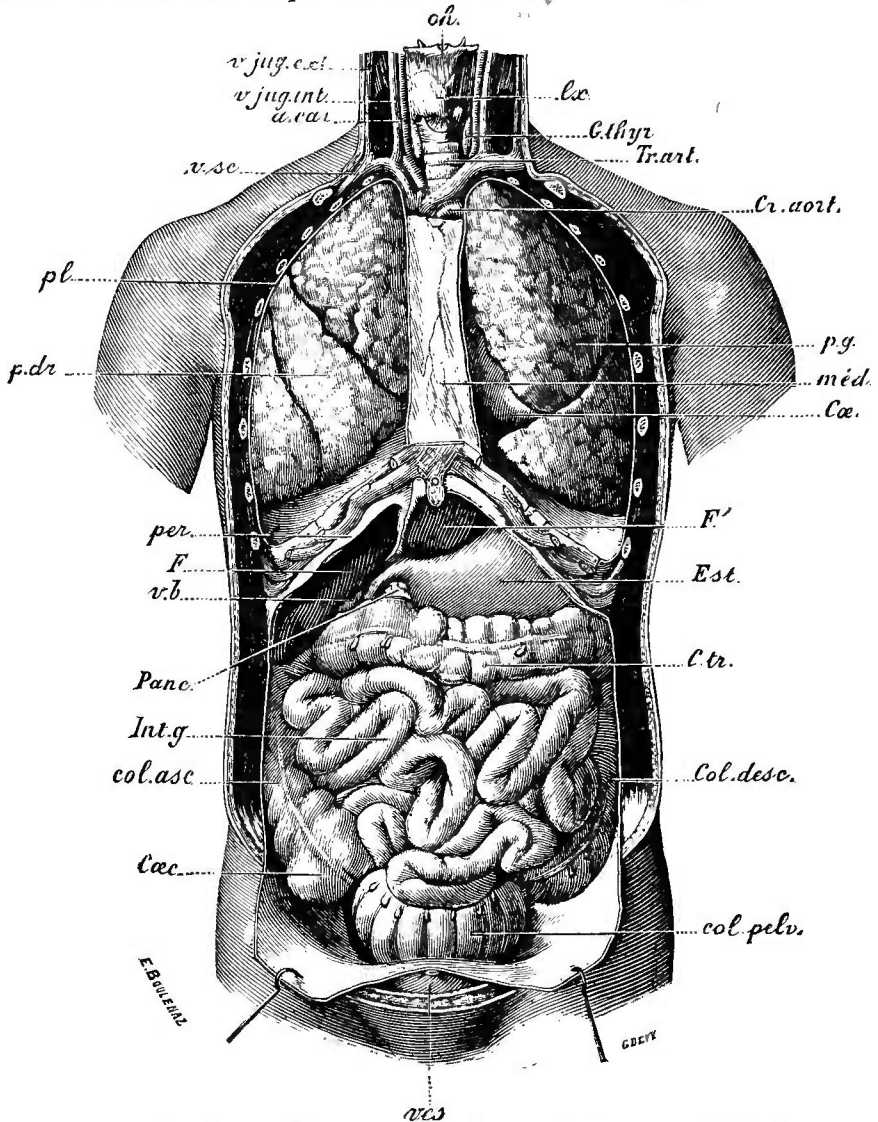


Fig. 12. — Vue d'ensemble des organes du cou, du thorax et de l'abdomen, après qu'on a enlevé la paroi ventrale de ces trois régions.

Cou. — *oh.*, os hyoïde; *l.c.*, cartilage thyroïde du larynx; *G. thy.*, glande thyroïde dont la partie antérieure a été coupée; *Tr. art.*, trachée-artère; *v. jug.*, veines jugulaires; *a. car.*, artère carotide primitive droite.

Thorax. — *P. dr.*, poumon droit; *P. g.*, poumon gauche; *pl.*, plèvre; *Cæ.*, cœur; *med.*, médiastin; *Cr. aort.*, crosse de l'aorte.

Abdomen. — *F.*¹, lobe droit du foie; *F.*², lobe gauche; *v. b.*, vésicule biliaire; *Est.*, estomac; *Panc.*, pancréas, dont la plus grande partie est recouverte par l'estomac; *Int. g.*, intestin grêle; *Cæc.*, cæcum; — *côl. asc.*, côlon ascendant; *C. tr.*, côlon transverse; *Col. desc.*, côlon descendant; *côl. pelv.*, côlon pelvien; *per.*, péritoine; *ves.*, vessie.

rant, les fait cheminer de haut en bas en produisant le mou-

vement *péristaltique* (*péri*, autour; *stalticos*, qui se resserre);

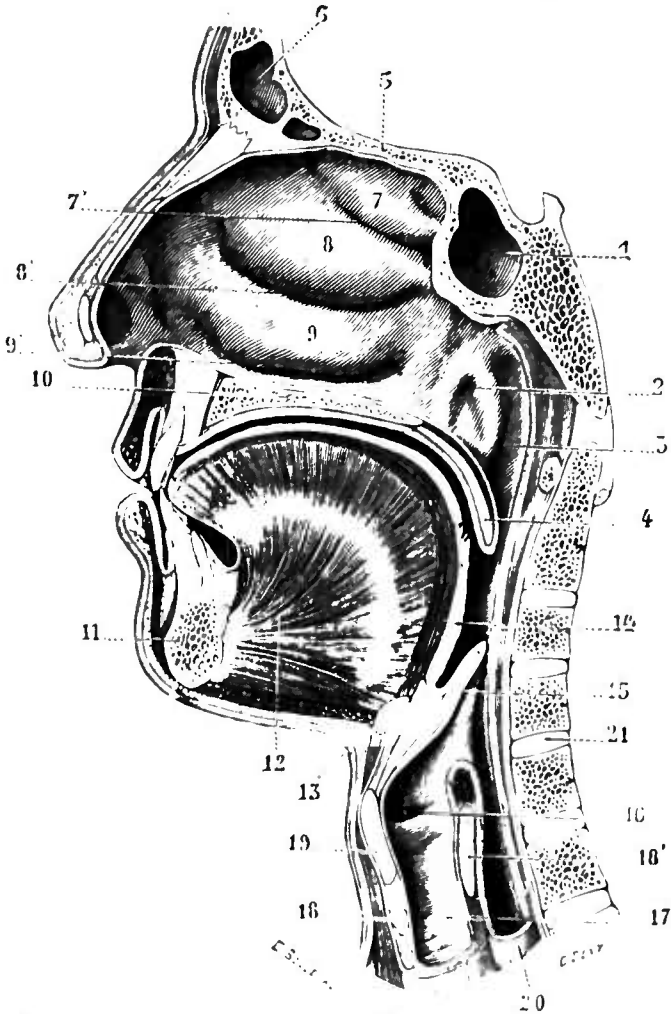


Fig. 15. — Coupe verticale à médiane de la face et du cou.

1, cavité ou sinus de l'os sphénoïde; 2, orifice pharyngien de la trompe d'Eustache; 3, portion nasale du pharynx; 4, voile du palais; 5, rampe de l'os ethmoïde; 6, sinus frontal; 7, cornet *supérieur* du côté droit; 7', meatus supérieur; 8, cornet moyen; 8', meatus moyen; 9, cornet inférieur; 9', meatus inférieur; 10, voûte palatine; 11, maxillaire inférieur; 12, muscle qui relie la langue à la mâchoire ou muscle *genio-glosse*; 13, coupe de l'os hyoïde, d'où part un faisceau musculaire allant à la mâchoire; muscle *gémohyoïdien*; 14, base de la langue; 15, épiglotté; 16, glotte; 17, trachée artère; 18, 18', cartilage cricoïde; 19, cartilage thyroïde; 20, œsophage; 21, coupe des corps et des disques vertébraux de la région cervicale.

§ 2. — Bouche.

A l'entrée du tube digestif se trouve la *bouche*, appelée *palais* par les anciens et qui est dite aujourd'hui *cavité buccale* (*bucca*

bouche). Celle-ci présente un orifice antérieur ou buccal, limité par deux replis musculo-membranoux ou *lèvres*, qui sont capables de se rapprocher pour fermer l'ouverture ou de s'écarter pour l'agrandir. La cavité buccale elle-même a une paroi supérieure (fig. 15, 10), constituée par la *voûte du palais* ou *voûte palatine*; une paroi inférieure, formée par le *plancher* de la bouche et la langue (11, 12, 13); deux parois latérales, représentées par les joues.

La charpente de la bouche est formée *en bas* par un os en forme de fer à cheval, la *mâchoire inférieure* ou *mandibule*, qui est mobile et, *en haut*, par une série d'os réunis solidement les uns aux autres et représentant le massif osseux de la *mâchoire supérieure*. La mâchoire supérieure est soudée au crâne et par conséquent immobile sur ce dernier (fig. 14).

§ 5. — Dents.

Le bord inférieur de la mâchoire supérieure et le bord supérieur de la mâchoire inférieure sont garnis chacun d'une rangée d'organes plus durs que l'os, les *dents*. Chez l'adulte, les dents sont formées d'une partie libre, la *couronne*, et d'une partie enfoncée dans la mâchoire, la *racine*. Au point de jonction de la couronne et de la racine (fig. 17), on remarque un léger étranglement, le *collet* de la dent. La cavité ou niche de la mâchoire qui reçoit la racine est dite *alvéole* (*alveolus*, petite auge).

La forme de la couronne varie selon les dents que l'on considère. En comptant les dents sur une moitié de mâchoire (fig. 14, 15 et 16), on trouve, d'avant en arrière, trois sortes de dents. En partant de la ligne médiane, on voit deux dents dont la couronne a la forme d'une lame aplatie d'avant en arrière et à bord tranchant : ce sont les *incisives* (*incidere*, couper). En les considérant sur chaque moitié de mâchoire, on a 2 incisives sur le maxillaire supérieur et 2 sur le maxillaire inférieur (fig. 14,

et 2); d'où la formule I. $\frac{2}{2}$.

En dehors et en arrière de l'incisive externe ou latérale se trouve une dent à couronne conique ou pointue (fig. 14, 5) : c'est la *canine* (*canis*, chien; cette dent est caractéristique chez cet

animal) : C. $\frac{1}{1}$.

En arrière de la canine existent deux dents à couronne plus ou moins cylindrique, et en forme de meule (fig. 14, 4 et 5) : ce sont les deux *petites molaires* (*mola*, meule) ; leur surface est surmontée de deux saillies, l'une interne et l'autre externe : d'où le nom de *bicuspidées* (*cuspis*, pointe) : P.M. $\frac{2}{2}$.

Enfin, derrière les petites molaires qu'on appelle aussi *prémo*



Fig. 14. — Arcades dentaires de l'homme.

1 et 2, incisives ; 5, canines ; 4 et 5, petites molaires ; 6, 7, 8, grosses molaires ; *o. f. n.*, orifice antérieur des fosses nasales ; *iso*, trou sous-orbitaire ; *t. m.*, trou dit *mentonnier* ayant passage aux vaisseaux et aux nerfs se rendant au menton ; *en.*, canal nasal ou lacrymal.

laires, on voit trois dents dont la couronne de forme cubique est munie de trois à cinq tubercules, arrondis et séparés par de petits plats : ce sont les *grosses molaires* ou *multicuspidées* (fig. 14 6, 7, 8) : G.M. $\frac{3}{3}$.

Si nous récapitulons le nombre des dents sur chaque demi-mâchoire, nous arrivons à la formule dentaire suivante :

$$I. \frac{2}{2}, C. \frac{1}{1}, P. M. \frac{2}{2}, G.M. \frac{3}{3} = \frac{8}{8}$$

et si nous multiplions par deux, nous voyons que le nombre total

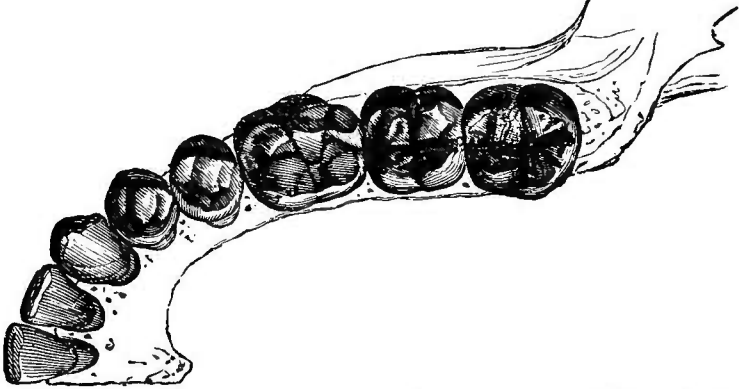


Fig. 15. — Moitié droite de la mâchoire inférieure montrant l'arcade dentaire

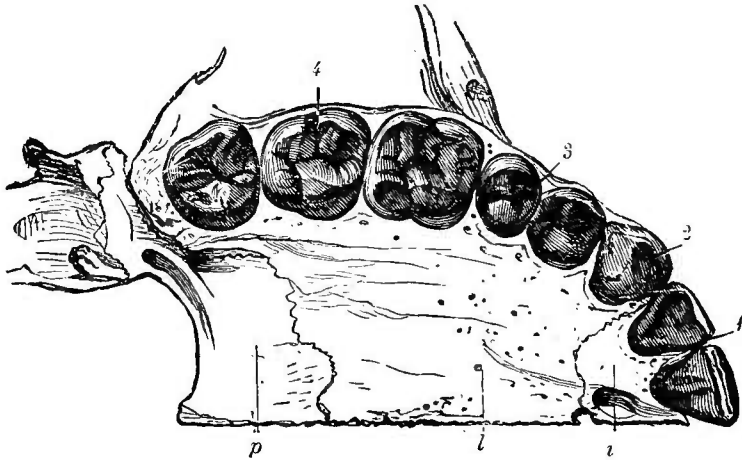


Fig. 16. — Moitié droite de la mâchoire supérieure, dont les pièces osseuses *p, l, i* forment la voûte du palais. On voit la couronne des incisives (1), de la canine (2), des petites molaires (5) et des grosses molaires (4).

des dents est de 52, qui se décomposent pour chaque mâchoire :

$$I. \frac{4}{4}, C. \frac{2}{2}, P. M. \frac{4}{4}, G.M. \frac{6}{6} = \frac{16}{16}$$

Les incisives et les canines n'ont chacune qu'une seule racine ; la canine supérieure se distingue par la dimension de sa racine,

qui se prolonge du côté de l'orbite, d'où le nom *dent de l'œil* ou *œillère* sous lequel on la désigne vulgairement. Les petites molaires ont habituellement une seule racine; cependant les supérieures présentent souvent une racine bifurquée au sommet. Enfin, les grosses molaires sont pourvues de deux racines pour la mâchoire inférieure et de trois pour la mâchoire supérieure (fig. 17).

Constitution des dents. — En cassant une dent fraîche on constate qu'elle se compose (fig. 17 et 18) d'une partie centrale, molle, qui s'étend du centre de la couronne jusqu'au sommet de la racine ou des racines quand il y en a plusieurs : c'est la *pulpe* ou *papille dentaire*, renfermée dans la cavité dentaire (*d*). La papille est entourée de toutes parts, aussi bien dans la couronne que dans la racine, d'une substance dure, privée de vaisseaux sanguins et qui porte le nom d'*ivoire* ou *dentine* (*c*). Sur la couronne, l'ivoire est revêtu d'une coque de substance dure, mais très cassante, l'*émail* (*b*), dont la surface est tapissée, sur les dents jeunes, par une cuticule, dite *cuticule de l'émail* (*cuticula*, petite enveloppe).

Dans la racine, l'émail fait défaut et l'ivoire est recouvert d'une couche de substance osseuse, qu'on a comparée à une écorce osseuse et appelée *cortical osseux*, ou bien à un ciment réunissant la dent à l'alvéole : d'où le nom de *cément* (*cementum*, moellan). Ce dernier (*f*) est lui-même uni à la mâchoire par un manchon de tissu conjonctif et fibreux, le *périoste alvéolo-dentaire*.

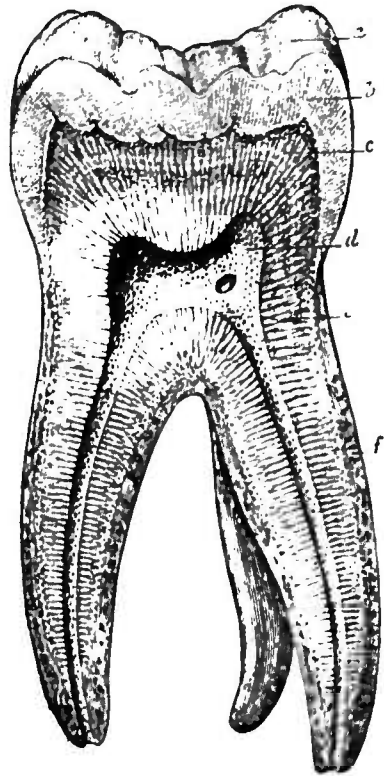


Fig. 17. — Section verticale d'une grosse molaire.

a, surface de la couronne; *b*, émail; *c*, ivoire; *d*, cavité qui, sur une dent fraîche, est remplie par la papille dentaire; *f*, cortical osseux ou ciment.

La structure des diverses parties de la dent est la suivante : La papille dentaire est composée de tissu conjonctif, dans lequel viennent s'épanouir les vaisseaux et les nerfs. L'abondance des filets nerveux assure à ces organes une sensibilité exquise qui leur permet d'apprécier l'état des aliments et de mesurer l'effort qu'il convient de déployer dans les mouvements de la mastication.

Les médecins de l'antiquité ignoraient la structure des dents et disaient que les dieux seuls connaissaient la cause des douleurs de dents. Aujourd'hui nous savons que, à la suite de l'altération de la couronne, les nerfs de la pulpe dentaire sont mis à nu, et que le contact de l'air, ou d'autres corps étrangers, suffit pour provoquer l'irritation des nerfs dentaires et le mal de dents.

L'ivoire est composé d'une substance dure, jaunâtre, traversée par des canalicules parallèles et rayonnant en lignes onduleuses de la papille vers la surface de la dent. L'extrémité interne de ces canalicules reçoit des fibres molles qui partent de la papille et qui sont en rapport intime avec des filets nerveux. L'extrémité externe ou périphérique de ces fibres se perd dans des espaces étoilés situés près de l'émail ou du cortical osseux. L'émail, dont on a comparé la dureté à celle du diamant, est formé d'une série de prismes qui sont

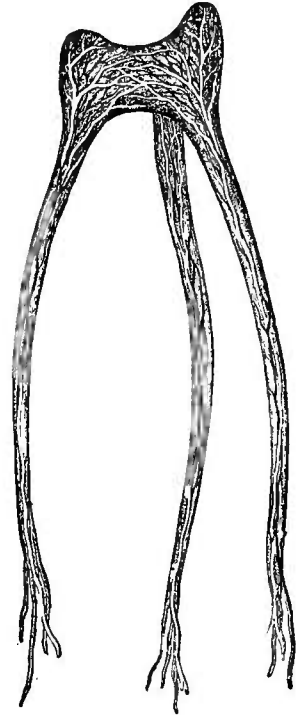


Fig. 18. — Papille dentaire d'une dent à trois racines.

hauts de 1 millimètre et dont la surface présente des stries transversales.

Le cément ou cortical osseux est composé de substance osseuse (voy. p. 175).

Pour avoir une idée de la composition des diverses parties dures de la dent, il suffit de plonger un de ces organes dans une solution additionnée d'acide chlorhydrique; au bout de quelques jours, l'acide a débarrassé la dent de ses sels calcaires (phosphate et carbonate de chaux et de magnésie). Ce qui reste

est une substance organique, semblable à celle de l'os (*osséine*) et qui se laisse couper au couteau ou au rasoir.

La proportion des sels calcaires, dans l'ivoire, est de 75 pour 25 parties d'osséine. L'émail ne contient que de 5 à 6 pour cent

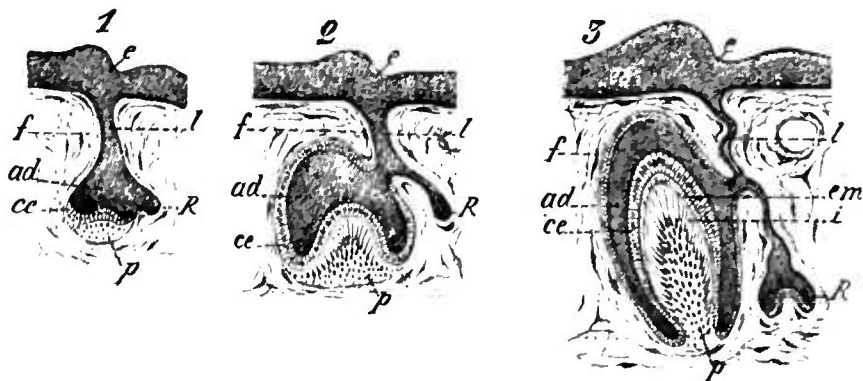


Fig. 19. — Trois stades successifs de la formation d'une dent.

1, stade primitif; 2, stade plus développé; 3, stade très avancé. — *e*, épithélium buccal qui produit l'organe adamantin (*ad*) rattaché à la surface par le pédicule (*l*). — *R*, organe adalantain de la dent de remplacement; *em*, ses cellules profondes; *p*, papille conjonctive (*f*); *i*, odontoblastes de la papille dentaire.

de substance organique : c'est un composé de sels minéraux, parmi lesquels on trouve le *fluorure de calcium*.

Nature et origine des dents. — Les dents sont des osselets dont la partie libre est recouverte d'une couche d'émail. La façon dont elles se développent montre que ce sont des organes vivants.

Pour former une dent, la muqueuse de la bouche développe et pousse, dans la profondeur, un bourgeon épithélial (fig. 19, *l* et *ad*) ou *organe adamantin* (adamas, diamant), au-dessous duquel le tissu conjonctif ou chorion produit une saillie (*p*), la *papille dentaire*. Le bourgeon épithélial s'étale peu à peu sur la papille et lui constitue une sorte de coiffe. Coiffe épithéliale (*ad*) et papille dentaire (*p*) sont les organes producteurs de la dent. Pendant longtemps, ils restent contenus dans un manchon conjonctif (*f*) qui les enveloppe comme d'un sac. On donne à l'ensemble le nom de *follicule dentaire* (*folliculus*, petit sac). Chez l'enfant à la naissance, les deux mâchoires contiennent tous les follicules dentaires des dents futures. (Comparer à la figure 20.)

Pour produire les tissus de la dent, les cellules superficielles de la papille qui ont reçu le nom d'*odontoblastes* (*odous*, dent; *blas-tos*, germe; fig. 19, 3 i) deviennent plus hautes; elles s'allongent, s'étirent vers la périphérie et élaborent à leur surface une substance fibreuse (*osséine*), dans laquelle se déposent des sels calcaires : c'est ainsi que se forme la *dentine* ou *ivoire*. A mesure que la dentine se développe, l'extrémité superficielle de l'odontoblaste s'allonge et s'amincit jusqu'à se réduire à une mince fibre. Cette formation de la partie principale de la dent est essentiellement la même que celle de l'os, si ce n'est que la dentine ne se développe que sur l'une des faces, la face superficielle de l'odontoblaste.

Quant à l'*émail*, il se produit aux dépens de la coiffe épithéliale et au contact de la dentine, sous la forme de prismes hauts de 1 millimètre environ. Comme la racine manque de la coiffe épithéliale, il ne s'y forme pas d'émail; mais l'ivoire de la racine s'entoure d'une mince couche osseuse, le *cément*.

A mesure que ces diverses parties s'élaborent, la dent grandit; d'abord cachée dans la muqueuse, elle devient si volumineuse que la couronne finit par sortir de la gencive : *la dent perce*. Pendant quelque temps, la jeune couronne reste revêtue des restes de la coiffe épithéliale qui constituent une cuticule disparaissant sous l'action de la mastication.

Les dents percent dans un ordre constant d'avant en arrière, à commencer par celles de la mâchoire inférieure : vers la fin de la première année, apparaissent les incisives moyennes; au début de la deuxième année, les incisives latérales; vers le milieu de la deuxième année, les premières petites molaires; dans le courant de la troisième année, se montrent les canines, puis les secondes petites molaires.

Telles sont les premières dents, appelées encore *dents de lait*, qu'on peut représenter par la formule suivante, pour chaque moitié de mâchoire :

$$I. \frac{2}{2} + C. \frac{1}{1} + P.M. \frac{2}{2} = 10.$$

La dentition de lait comprend donc 20 dents.

Remplacement des dents. — **Dents permanentes.** — A côté de chacun des follicules qui ont produit les dents de lait, existe

un autre follicule qui reste rudimentaire pendant longtemps (fig. 19 R). C'est vers la septième année seulement, qu'il commence à évoluer d'une façon analogue aux premiers follicules. Le premier qui développe une nouvelle dent est le follicule dentaire de la première grosse molaire, qui perce dans la septième année. En même temps, les dents de lait commencent à branler et tombent. Les dents permanentes qui les remplacent percent dans le même ordre que celui que nous avons décrit pour les dents de lait. En outre, on voit se développer, en arrière de la

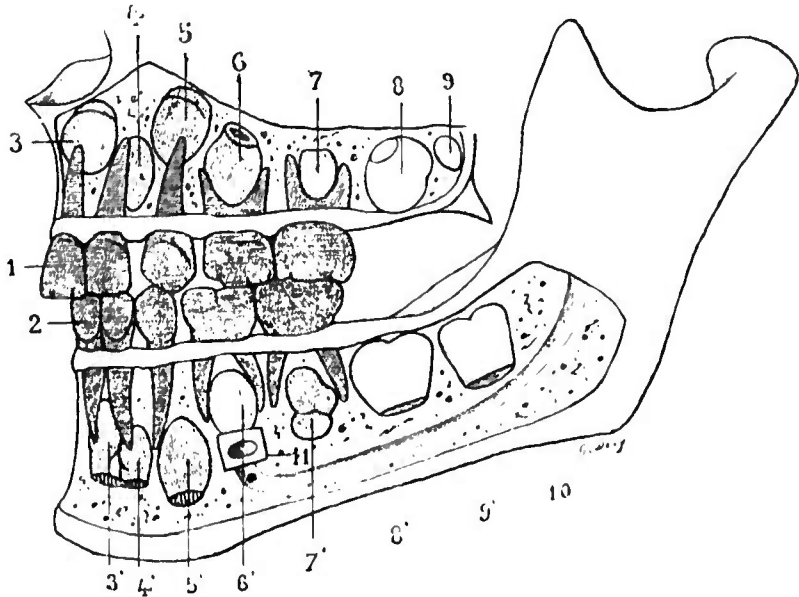


Fig. 20. — Mâchoires d'un enfant de 7 ans et demi dont on a enlevé la table externe pour montrer les follicules dentaires et les branches des dents de remplacement à côté des dents de lait.

1 et 2, incisives temporaires; 3, 3', 4, 4', follicules des incisives permanentes; 5, 5', follicules des canines permanentes; 6, 6', 7, 7', follicules des petites molaires permanentes; 8, 8', 9, 9', follicules des deux premières grosses molaires.

Le follicule des dents de sagesse n'étant pas visible sur la pièce du musée Orfila, qui a servi de modèle pour faire ce dessin. — 10, canal logeant les vaisseaux et les nerfs de la mâchoire inférieure.

première grosse molaire, la deuxième grosse molaire, qui perce de douze à seize ans. Enfin, de la dix-septième à la trentième année, apparaît la dernière grosse molaire ou *dent de sagesse* bien que, chez certains individus, celle-ci reste toute la vie cachée dans la gencive et oubliée, pour ainsi dire, de percer.

Le développement et la structure montrent que les dents, bien que formées d'une substance très dure, sont des organes vivants et doués d'une sensibilité exquise. Les nerfs abondants qui se distribuent dans la papille dentaire se terminent par des bouts libres qui s'épanouissent autour des odontoblastes. Lorsque la substance dure des dents est altérée, les nerfs sont atteints et irrités par l'air et les substances alimentaires; de là le *mal de dents*.

§ 4. — **Muscles de la mastication.**

De chaque côté, la partie postérieure de la mâchoire inférieure présente une branche qui monte devant l'oreille. Là elle se termine par une saillie arrondie ou *condyle* qui est reçue dans une cavité de l'os des tempes ou temporal (voir fig. 14 et 20). Des liens fibreux rattachent la circonférence du condyle au temporal et transforment les surfaces, qui sont au contact, en une cavité articulaire (articulation *temporo-maxillaire*).

Des agents musculaires nous permettent d'abaisser le menton, c'est-à-dire d'agrandir l'orifice buccal ou d'élever la mâchoire inférieure en appliquant l'arcade dentaire inférieure contre la supérieure.

Les muscles qui *abaissent* la mâchoire inférieure sont peu puissants et s'attachent du côté du menton.

Ceux qui *élèvent* la mâchoire inférieure sont, au contraire, très vigoureux. La figure 21 en montre plusieurs : il y en a deux qui sont étendus de la partie latérale du crâne à la mâchoire inférieure; l'un s'appelle *temporal* (8); l'autre, *masséter* (7) (*mas-saomai*, je mâche). En mettant le doigt sur la tempe et en rapprochant la mâchoire inférieure de la supérieure, on reconnaît le durcissement des fibres musculaires accompagné de leur raccourcissement (*contraction*).

En dedans de la branche montante de la mâchoire, il existe d'autres muscles, qui non seulement élèvent la mâchoire inférieure, mais la portent sur *les côtés* et *en avant*. Ces divers muscles, appelés *masticateurs*, en se contractant alternativement, rapprochent les arcades dentaires et broient les substances qui se trouvent entre les dents. C'est l'acte mécanique de la *mastication*.

§ 5. — Glandes salivaires.

Pour aider et faciliter la mastication, et pour liquéfier certains aliments, il est des organes, les *glandes salivaires*, qui préparent et déversent dans la bouche un liquide, qu'on nomme *salive*.

La figure 21 montre les *trois glandes salivaires principales* :

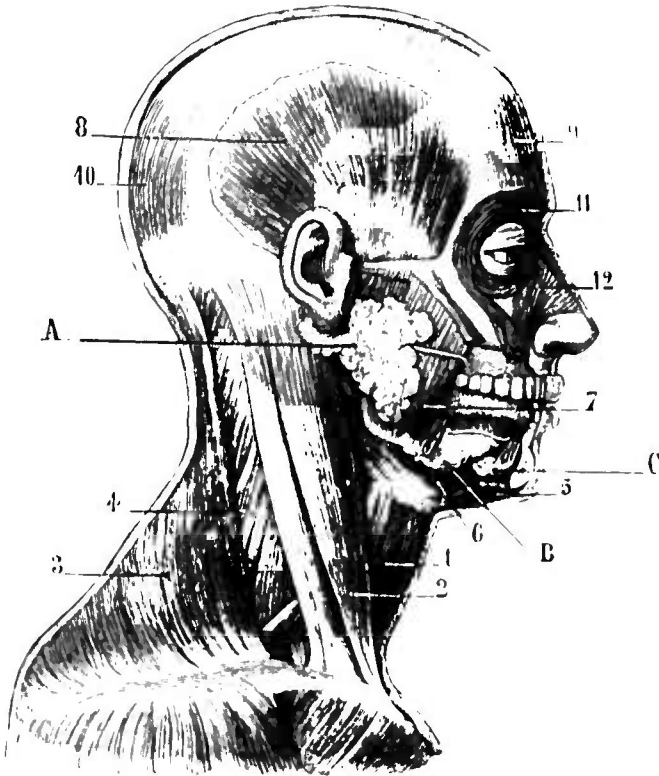


Fig. 21. — Glandes salivaires, muscles de la tête et du cou côté droit

A, glande parotide avec le canal de Sténon; B, glande sous-maxillaire droite et canal de Wharton; elle est visible parce qu'on a enlevé une portion de la mâchoire inférieure; C, glande sublinguale, avec ses conduits excréteurs.

1, muscles sous-hyoldiens; 2, muscle sterno-mastoldien; 3, muscle trapéze; 4, muscles profonds du cou; 5, muscle digastrique; 6, muscle mylo-hyoldien; 7, muscle masseter; 8, muscle temporal; 9, muscle frontal; 10, muscle occipital; 11, muscle orbiculaire des paupières; 12, muscles du nez.

l'une, (A) située au-devant de l'oreille, est la *parotide* (*para*, auprès; *ous*, *otos*, oreille).

Plus en avant et sous la mâchoire, on aperçoit deux autres masses, dont la postérieure (B) est dite *sous-maxillaire* (tandis que

l'antérieure se nomme *sublinguale* (C), parce qu'elle est située sous la pointe de la langue.

Les anciens connaissaient la parotide et la sous-maxillaire et ils appelaient ces organes des *glandes*, parce que leur forme rappelle plus ou moins celle du gland de chêne. Ils pensaient que les glandes séparaient du sang les humeurs superflues; mais ni les anatomistes de l'Antiquité ni ceux de la Renaissance ne pouvaient s'expliquer comment les glandes salivaires versaient la salive dans la bouche.

La parotide, pesant 25 grammes environ, verse son produit dans la bouche par un conduit qui suit la face externe du masséter et traverse ensuite la joue de dehors en dedans pour déboucher vers la première grosse molaire supérieure. On appelle ce conduit *canal de Sténon* du nom de l'anatomiste danois qui l'a découvert vers le milieu du xvii^e siècle.

Le conduit excréteur de la sous-maxillaire, du poids de 6 grammes, a été découvert vers la même époque par le médecin anglais Wharton. Il va s'ouvrir sur les côtés du *frein* ou *filet* de la langue.

Quant aux sublinguales, c'est un groupe d'une vingtaine de petites glandes dont le poids n'atteint que quelques grammes et qui débouchent par autant de conduits excréteurs près de l'orifice du canal de Wharton.

Outre ces trois grosses glandes, on en trouve des milliers d'autres dans l'épaisseur même de la muqueuse buccale. Celles-ci ne dépassent pas la grosseur d'un grain de millet.

Structure des glandes salivaires. — Lorsqu'on suit, du côté de la glande, son canal excréteur, on

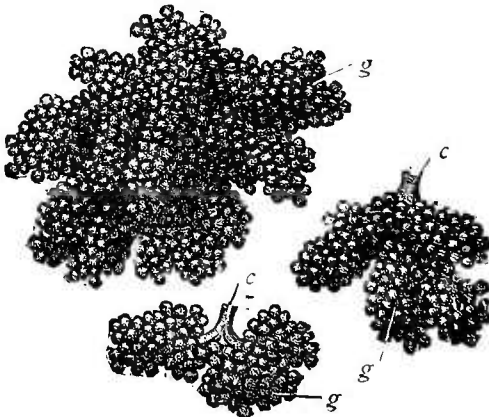


Fig. 22. — Trois lobules ou portions de glandes salivaires.

cc = conduits excréteurs; g, grains ou *acini* appendus aux conduits excréteurs.

voit ce canal (fig. 22) se diviser en conduits plus fins qui eux-mêmes se subdivisent, comme les branches d'un arbre, en

rameaux et en ramuscules. En fin de compte, ceux-ci se terminent par des renflements ressemblant chacun à un grain de raisin. On donne à ces renflements le nom d'*acini* (*acinus*, grain).

Chaque grain (fig. 25) est formé de plusieurs canalicules bosselés, appelés *culs-de-sac* (*c*), qui sont appendus à un ramuscule terminal du conduit excréteur (*ce*). Chacun des culs-de-sac est composé : 1° d'une mince paroi conjonctive renfermant les vaisseaux et les nerfs; 2° d'un revêtement intérieur de pavés ou *cellules épithéliales*, intimement juxtaposées (*eg*). Ces cellules sont toutes granuleuses dans la parotide; mais dans les autres glandes salivaires, les unes sont granuleuses, les autres claires et transparentes (*glande mixte*).

Les cellules granuleuses fournissent un liquide aqueux et des substances albuminoïdes appelées *ferments solubles*, tandis que les cellules claires donnent une substance transparente, qui se goulle dans l'eau et qu'on nomme *mucus*. C'est ce mucus qui lubrifie constamment la surface de la cavité buccale et qui lui a fait donner, ainsi qu'aux membranes analogues, le nom de *muqueuses*.

Propriétés de la salive. — Lorsqu'on isole le conduit excréteur des glandes salivaires sur un animal vivant, on peut recueillir le liquide que fournit chaque glande salivaire et en étudier séparément les propriétés. On a constaté de cette façon que chacune des salives offre des propriétés particulières.

La salive *parotidienne* est très fluide et coulante, puisqu'elle n'est produite que par des cellules granuleuses; comme la plupart des liquides de l'organisme, elle est alcaline, grâce aux sels alcalins. Elle s'écoule surtout pendant les mouvements de la mastication, et l'examen comparé des divers animaux fait voir que la glande parotidienne est d'autant plus volumineuse que les aliments sont plus difficiles à broyer (bœuf, cheval). Aussi la parotide est-elle regardée à juste titre comme la glande dont le liquide sert

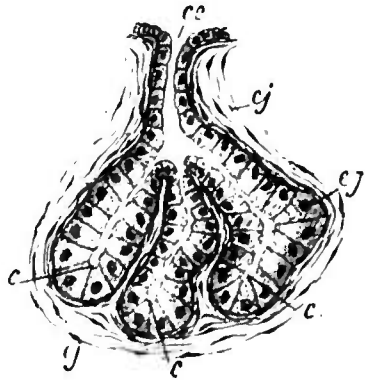


Fig. 25. — Section d'un grain glandulaire.

ce, conduit excréteur; *eg*, tissu conjonctif périphérique; *c, c, c*, culs de sac terminaux; *eg*, épithélium glandulaire.

à imprégner les aliments pendant leur trituration : elle est la *glande de la mastication*.

La glande *sous-maxillaire*, étant une glande mixte, donne une salive visqueuse et filante; chacun sait qu'un aliment sapide ou de haut goût, déposé sur la langue, amène un jet de salive de chaque côté du frein de la langue. Cette expérience si simple, que nous expliquerons plus loin (p. 236), montre que la sous-maxillaire est la *glande de la gustation*. Aussi la voit-on très volumineuse chez le chien et le chat (carnivores), et très réduite chez le coq, qui avale les graines sans les broyer.

Les glandes *sublinguales*, comme les autres petites glandes buccales, sont également des glandes mixtes et fournissent une salive visqueuse, renfermant beaucoup de mucus. Cette salive semble également servir à l'exercice du goût, mais elle est très ntile surtout pour agglutiner les particules nutritives et enduire le bol alimentaire d'une humeur qui facilite son glissement pendant la *déglutition*.

À côté de ce rôle mécanique, la salive a encore un usage chimique. Elle renferme, en effet, outre l'eau et les sels, une substance particulière, de nature albuminoïde, provenant probablement de la cellule épithéliale et capable de modifier l'amidon, de façon à le transformer en une matière soluble, le sucre d'amidon ou *glucose*. On appelle cette substance *diastase animale* (*diastasis*, séparation) ou *ptyaline* (*ptyalon*, salive); elle fait partie du groupe des substances dites *ferments solubles*, telles que celle (diastase) qui se forme dans l'orge en train de germer et qui transforme l'amidon en sucre. Il est certain qu'à raison du court séjour des aliments dans la bouche, les substances amyliacées y sont peu modifiées; cependant la ptyaline semble continuer son action plus loin, c'est-à-dire jusque dans l'estomac.

La sécrétion salivaire est un acte cellulaire. — En excitant les nerfs qui vont à l'une des glandes salivaires, on provoque une sécrétion abondante. Après avoir fait travailler ainsi la glande, on compare l'état des cellules épithéliales à celui de la glande de l'autre côté qui n'a pas sécrété, c'est-à-dire qui n'a pas versé de salive. Par ce procédé on a pu surprendre, pour ainsi dire, l'*acte de la sécrétion*. En effet, les cellules qui tapissent les culs-de-sac de la glande qui n'a pas versé de salive (fig. 24, 1) sont hautes et volumineuses, tandis que les cellules de la glande qui vient de

fournir une certaine quantité de salive sont basses (fig. 24, 2). L'extrémité de la cellule tournée vers la lumière du cul-de-sac ou extrémité libre de la cellule a disparu, en fournissant les éléments de la salive.

Il importe d'ajouter que les cellules épithéliales des glandes

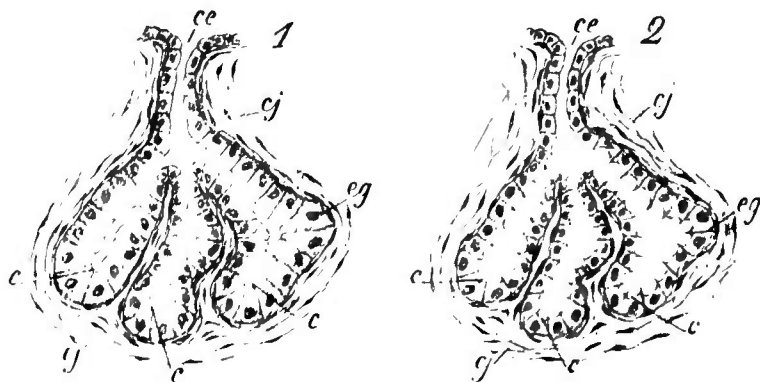


Fig. 24. — Deux portions de glandes salivaires très grossies.

1, *avant* la sécrétion; *c*, cellules glandulaires *hautes*; 2, *après* la sécrétion; *c*, cellules glandulaires *basses*; *eg*, portion adhérente de la cellule; *ce*, cana excréteur; *cj*, tissu conjonctif formant le paroi propre du cul-de-sac glandulaire.

empruntent au sang les liquides dont elles ont besoin pour se reposer et pour élaborer les principes sécrétés. Chacune choisit ainsi dans le sang les principes particuliers qui sont propres à chaque sécrétion. Ce choix explique comment beaucoup de substances et de sels, tels que le mercure, l'iode de potassium apparaissent dans la salive dès qu'on les a ingérés sous forme de médicaments et qu'ils ont été absorbés dans le tube digestif ou par la peau.

§ 6. Pharynx et Œsophage

1 **Pharynx.** — La partie postérieure de la cavité buccale se continue par un canal plus étroit, *arrière-bouche*, *arrière-gorge* ou *gésier*, qui constitue l'entrée d'un segment du tube digestif appelé *pharynx* (*pharynx*, gorge, ravin).

La partie rétrécie du pharynx porte le nom d'*isthme du gésier*. La figure 25 montre que l'arrière-bouche est limitée en bas par la base de la langue (U), en haut par un repli musculo-membraneux

suspendu comme un voile derrière la bouche : d'où le nom de *voile du palais* (4) et, de chaque côté, par deux replis appelés *piliers* du voile du palais. Dans l'intervalle des piliers antérieur (voir p. 517, fig. 254, 23) et postérieur (22) on trouve de chaque côté une masse glanduleuse en forme d'amande : ce sont les *amygdales* (21).

La partie de l'arrière-bouche que nous venons de décrire constitue la portion *buccale* du pharynx. À celle-ci fait suite une seconde portion qui descend au-devant des vertèbres du cou pour se continuer plus loin avec l'*œsophage* (fig. 25, 20)). Comme cette seconde portion est mitoyenne, le *larynx* (16, 17, 18 et 18') étant placé devant elle, on l'appelle la portion *laryngienne* du pharynx. Le pharynx est donc une cavité ou une sorte de carrefour faisant communiquer la bouche avec l'*œsophage* d'une part et, de l'autre, le *larynx* avec les *fosses nasales*. En effet, le pharynx s'étend derrière le voile du palais et se prolonge en un couloir où aboutit l'extrémité postérieure des fosses nasales. On donne à cette portion supérieure du pharynx le nom d'*arrière-cavité des fosses nasales* (5).

Le pharynx est par conséquent une vaste cavité, dont la paroi postérieure tapisse la face antérieure des vertèbres du cou; sa voûte revêt la base du crâne (au-dessous de 1) et sa paroi antérieure est percée en haut de trois orifices, à savoir : 1° en haut, l'orifice double des fosses nasales; 2° plus bas et derrière la bouche, l'ouverture de l'isthme du gosier; 3° enfin, au-dessous de l'isthme du gosier et de la base de la langue, l'ouverture du larynx.

L'extrémité supérieure du pharynx est solidement fixée, accrochée, pour ainsi dire, à la base du crâne. Sa partie moyenne et inférieure s'attache, par contre, à des parties relativement mobiles (larynx, os de la langue) et peut, en outre, glisser sur la colonne vertébrale.

Structure et rapports du pharynx. — Les parois du pharynx sont constituées : 1° par une *muqueuse* qui a la constitution de celle de la bouche; 2° par une couche *musculaire*, formée de fibres musculaires striées, c'est-à-dire à contractions rapides. Une partie de ces muscles va s'attacher à l'os de la langue qui a la forme d'*U* ou de fer à cheval; d'où le nom d'*hyoïde* (fig. 25, 15 et fig. 12, *oh.*) *eidos*, forme d'un *u* ou *o* grec). D'autre part, les branches de l'os hyoïde donnent attache à des muscles qui vont se fixer sur la

mâchoire inférieure et contribuent à former le plancher de la bouche. En se contractant, ces muscles élèvent ce plancher à la

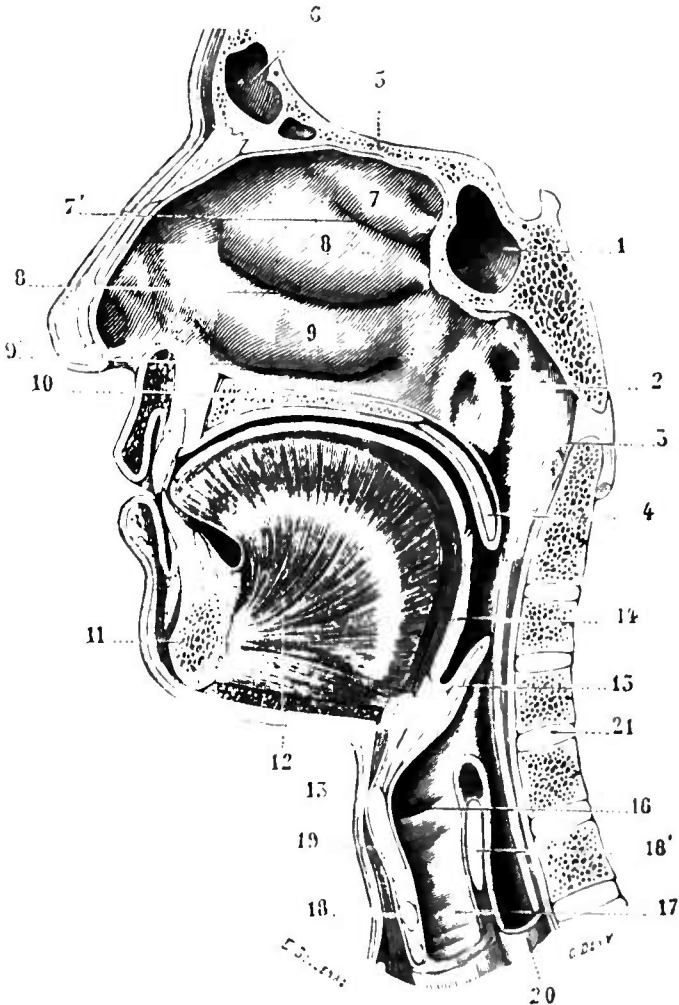


Fig. 25. — Coupe verticale et médiane de la face et du cou.

1, sinus de l'os sphénoïde; 2, orifice pharyngien de la trompe d'Eustache; 3, portion nasale du pharynx; 4, voile du palais; 5, os hyoïde; 6, sinus frontal; 7, 7', cornet et méat *supérieurs*; 8, 8', cornet et méat *moyens*; 9, 9', cornet et méat *inférieurs*; 10, voûte palatine; 11, maxillaire inférieur; 12, muscle rattachant la langue à la mâchoire ou muscle *genu-glosse*; 13, coupe de l'os hyoïde, d'où part un faisceau musculaire allant à la mandibule — muscle *genu-hyoïdien*; 14, portion buccale du pharynx; 15, épiglote; 16, glotte; 17, larynx; 18, trichésartère; 19, cartilage thyroïde; 20, œsophage; 21, coupe du trachée.

façon d'une sauge qui se raccourcit et sertent à pousser les aliments dans le pharynx. En même temps, ils déterminent l'ascen-

sion de l'hyoïde et, par son intermédiaire; celle du larynx et du pharynx, de sorte que ce dernier canal est amené au-devant des aliments.

2° **Œsophage.** — Au pharynx fait suite, sans interruption, un autre canal, l'*œsophage* (*oesein*, porter; *phagein*, manger, c'est-à-dire *porte-manger*) (20). Celui-ci est un tube long de 25 centimètres environ, qui commence à la limite inférieure du larynx et qui s'étend jusque dans la cavité abdominale, en passant au-devant de la colonne vertébrale (région du cou et du thorax). Arrivé à la hauteur du diaphragme, il traverse cette cloison par une ouverture spéciale et, après un très court trajet, il se continue avec l'estomac (fig. 10, et fig. 51, *œs*, p. 44).

Après avoir étudié la constitution et la continuité des cavités de la bouche, du pharynx et de l'œsophage, voyons ce que deviennent les aliments dans la bouche et par quel procédé ils sont dirigés dans l'œsophage, tout en évitant l'entrée de la portion nasale du pharynx et celle du larynx.

§ 7. — Mastication

Les mouvements des mâchoires pressent les dents de l'arcade inférieure contre celles de l'arcade supérieure et ont pour effet de couper, déchirer et écraser les aliments solides. La langue, les lèvres et les joues ramassent les parties incomplètement divisées et les poussent de nouveau entre les dents.

Pendant ce temps, les glandes salivaires laissent écouler de la salive qui imprègne les substances alimentaires. Ces divers actes réduisent les parcelles nutritives en une masse arrondie et molle, que la langue rassemble sur sa face supérieure et qui porte le nom de *bol* (*bolus*, bouchée) *alimentaire*.

§ 8. — Déglutition

En observant une personne qui boit ou qui mange, on voit, qu'au moment où elle se dispose à avaler, la bouche se ferme et le plancher de la bouche s'élève, en même temps que la pomme d'Adam (*larynx*) subit un mouvement d'ascension.

Alors la pointe de la langue s'applique à la voûte du palais et pousse le bol alimentaire d'avant en arrière. Celui-ci traverse l'orifice postérieur de la bouche (*isthme du gosier*) pour être précipité

dans le pharynx, dont les portions moyenne et inférieure ont suivi l'ascension du plancher de la bouche, de l'os hyoïde et du larynx. Dès que le bol alimentaire est dans le pharynx, l'ascension de ce conduit prend fin, ses parois se contractent de haut en bas et relèvent le bol dans la partie inférieure du pharynx, puis dans l'œsophage, qui, par un mécanisme semblable l'amène dans l'estomac.

Ces divers temps de la *déglutition* (passage des aliments de la bouche jusque dans l'estomac) se succèdent très rapidement, parce que la tunique musculaire du pharynx et de la portion supérieure de l'œsophage est constituée par des muscles striés, dont les contractions sont brusques et rapides.

Pendant que le bol alimentaire traverse le pharynx, il doit éviter l'ouverture du larynx et la partie postérieure des fosses nasales.

En dehors des moments de la déglutition, l'ouverture supérieure du larynx est toujours béante et permet le passage de l'air venant par le pharynx, soit des fosses nasales, soit de la cavité buccale. La disposition suivante assure l'occlusion de cet orifice.

Comme le montre la figure 25, en 1., l'épiglotte affecte à l'état ordinaire une direction verticale, son sommet étant fixé au bord supérieur du larynx et sa base faisant une saillie libre derrière la langue. Au moment où le larynx monte (début de la déglutition), l'épiglotte, soulevée également, rencontre la base de la langue, sa partie supérieure se renverse en arrière et ferme comme un couvercle l'ouverture supérieure du larynx.

Elle empêche de cette façon l'introduction des particules alimentaires dans les voies aériennes. Parfois, lorsqu'on rit ou qu'on parle au moment d'avaler, l'épiglotte est soulevée par le courant d'air qui sort du pommou, et certaines parcelles alimentaires pénètrent dans le larynx. Les efforts de toux qui suivent cette introduction suffisent le plus souvent pour chasser le corps étranger. Ajoutons que la perte de l'épiglotte n'est pas suivie de la pénétration fatale des aliments dans le larynx : l'ascension de ce dernier derrière la base de la langue et la fermeture des lèvres de la glotte contribuent efficacement à empêcher les particules alimentaires d'entrer dans les voies aériennes.

Quant à l'ouverture postérieure des fosses nasales, elle est oblitérée par le voile du palais et ses deux piliers postérieurs. Ceux-ci se rapprochent, à cet effet, par la contraction des fibres musculaires qui les composent. Ils ferment cet orifice en accolant

par leurs bords comme deux rideaux qui s'avancent l'un vers l'autre et se juxtaposent étroitement.

Tube digestif abdominal. — La portion du canal alimentaire, de beaucoup la plus longue et la plus volumineuse, qui fait suite à l'œsophage, occupe la cavité abdominale et le bassin. La figure 12 montre les organes contenus dans cette cavité, dont la paroi ventrale a été ouverte; elle donne une idée d'ensemble des segments qui composent cette portion et de leurs rapports réciproques. On voit l'estomac (*Est*) et son extrémité droite se continuer en bas et à droite avec la première partie de l'intestin grêle. Celui-ci est replié un grand nombre de fois sur lui-même (*Int. g*) et se continue en bas et à droite avec le gros intestin (près de *cæc*) : le gros intestin, commençant en *cæc*, décrit un arc de cercle autour de la masse de l'intestin grêle.

§ 9. — Estomac

De l'œsophage, les aliments arrivent dans une dilatation du

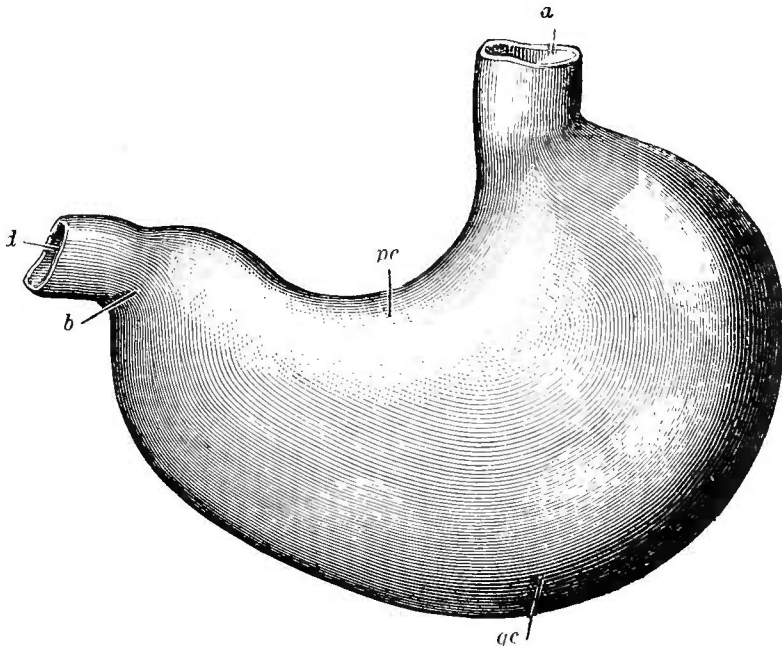


Fig. 26. — Estomac vu par sa face ventrale.

a, cardia; *b*, pylore; *d*, duodénum; *gc*, grande courbure; *pc*, petite courbure.

canal alimentaire appelée *estomac*, qui est situé dans la partie supérieure de la cavité abdominale. L'estomac sert de *réservoir*

temporaire aux aliments; de telle sorte que deux ou trois repas

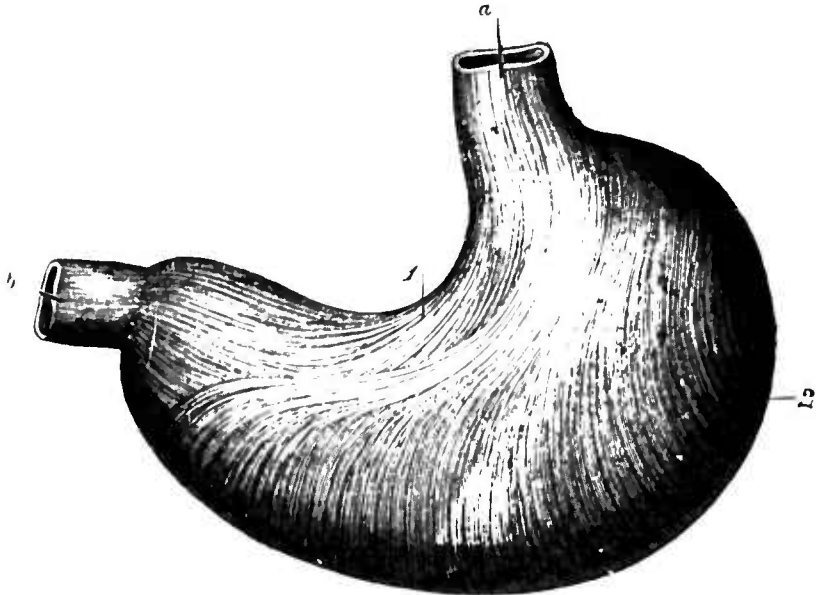


Fig. 27. — Estomac débarrassé du péritoine et montrant la tunique musculaire. 1, petite courbure; 2, grande courbure; *a*, œsophage; *b*, duodénum.

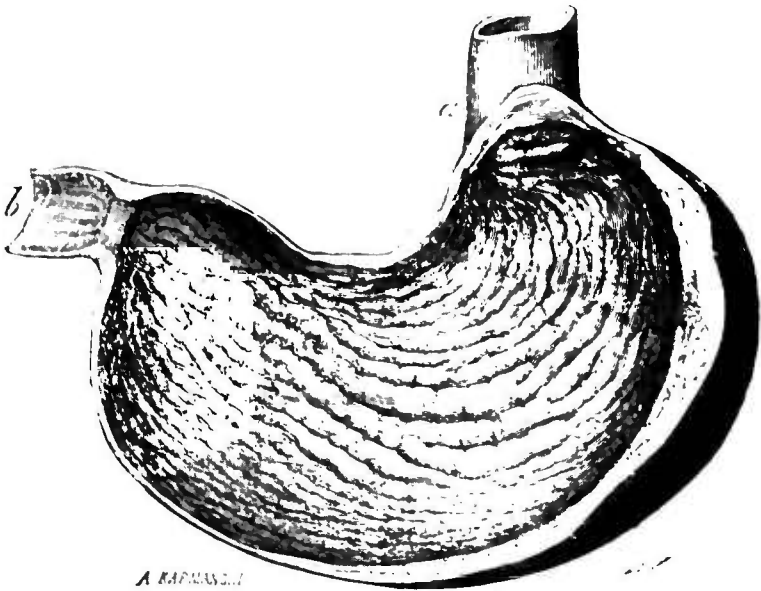


Fig. 28. — Estomac dont on a enlevé la paroi ventrale pour montrer les plis de la muqueuse.

a, cardia; *b*, duodénum, séparé de l'estomac par un étranglement ou valvule
suffisant pour enmagasiner les substances nutritives de la jour-

née; l'estomac brasse les aliments; il verse sur eux un suc, dit gastrique (*gaster*, estomac), qui hydrate et liquéfie une partie des aliments.

L'estomac a la forme d'une cornemuse (fig. 26 et suivantes), dont l'extrémité supérieure (*a*), appelée *cardia* (*cardia*, cœur), parce qu'elle est située dans le voisinage du cœur), fait suite à l'œsophage et dont l'extrémité droite (*b*) dite pylore (*pylore*, *pylé*, porte; *ouros*, gardien) se continue avec l'intestin (*d*). Le bord

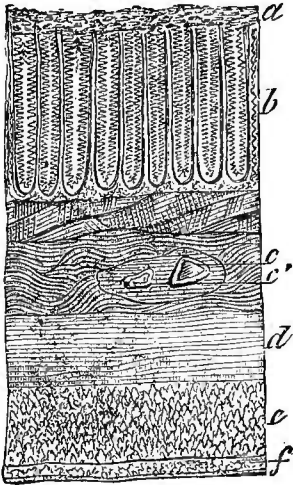


Fig. 29. — Coupe en travers de la paroi stomacale.

a, couche interne ou épithéliale; *b*, chorion de la muqueuse avec les glandes gastriques; *c*, couche oblique de la tunique musculense; *c'*, vaisseau sanguin coupé en travers; *d*, couche circulaire de la tunique musculense; *e*, couche longitudinale de la même; *f*, péritoine.

supérieur (*pc*) ou petite courbure est concave; le bord inférieur ou grande courbure est convexe et présente à gauche une forte dilatation (*gc*) (*grosse tubérosité* ou *grand cul-de-sac*).

Les parois de l'estomac peuvent être décomposées en deux tuniques, qui sont de dedans en dehors (fig. 29) : 1° une *muqueuse*, qui fait suite à celle de l'œsophage (*a* et *b*) et qui est doublée d'une *sous-muqueuse*, formée de tissu conjonctif lâche et renfermant les gros vaisseaux et les nerfs allant à la muqueuse; 2° une *musculense*, composée de trois couches de fibres musculaires lisses obliques (*c*), circulaires (*d*) et longitudinales (*e*). La musculense est revêtue d'une *séreuse* (*f*) ou *péritoine* (*pévi*, autour; *teinein*, s'étendre), membrane conjonctive à surface lisse, qui permet à l'estomac de se mouvoir aisément sur les parties voisines.

Mentionnons de petits organes particuliers logés dans l'épaisseur même de la muqueuse; ce sont les *glandes gas-*

triques. Elles représentent des prolongements de l'épithélium superficiel et sont constituées, comme toutes les glandes, par une membrane revêtue, à l'intérieur, par des cellules épithéliales. Ce sont ces glandes qui préparent le suc gastrique; mais celles qui sont situées du côté du grand cul-de-sac paraissent surtout produire un suc dont les propriétés sont très actives au point de

vue digestif. Les glandes de l'estomac (fig. 50) sont des organes allongés en *forme de tubes*; le fond du tube plonge profondément dans la muqueuse; il peut être simple, mais il est souvent bifurqué. Au voisinage du pylore les bifurcations sont plus nombreuses, d'où l'aspect ramifié des glandes pyloriques.

Les glandes gastriques présentent un revêtement épithélial (fig. 50), dont les cellules sont les unes claires (*cc*) (celles qui sont internes), tandis que les externes sont très granuleuses (*cg*). La proportion des unes et des autres varie selon les animaux : le chien a beaucoup de cellules claires; la grenouille, le porc et l'homme, beaucoup de cellules granuleuses dans les glandes gastriques.

Digestion stomacale. — Hippocrate et ses successeurs comparaient la digestion stomacale à une sorte de *coction* ou de *putréfaction*. Au xvii^e siècle, on constata que, chez les oiseaux, le *gésier*, l'un des estomacs à parois dures et épaisses (voir p. 72), était capable d'aplatir et de briser des boules de verre ou des balles de plomb. On pensa que la digestion stomacale ne consistait qu'en une *trituration* opérée par les parois de l'estomac.

En 1740, le naturaliste français Réaumur plaça des morceaux de viande dans des tubes métalliques percés de trous, puis il les fit avaler à des buses. Bien que les tubes fussent assez résistants pour n'avoir pas été aplatis ni brisés, Réaumur vit que la viande avait disparu. Il en conclut que les sucs de l'estomac avaient dissous la viande.

L'abbé Spallanzani, naturaliste italien, répéta, vers la fin du xviii^e siècle, ces expériences de bien des manières, et il démontra, dans l'estomac des animaux et de l'homme, la présence d'un suc capable de liquéfier les adjuvants albumineux.

Au commencement de ce siècle, le médecin américain Beaumont put se procurer du suc gastrique sur un homme qui, en



Fig. 50. — Coupe d'une glande gastrique.

es, épithélium stomacal; *cs*, conduit excrétoire; *cc*, épithélium clair; *cg*, épithélium granuleux; *cg*, tissu conjonctif entourant la glande très grossie.

suite d'un coup de feu, avait gardé une fistule, c'est-à-dire une ouverture faisant communiquer l'estomac avec l'extérieur. Aujourd'hui, à l'exemple du médecin Blondlot, on pratique sur les animaux, les chiens par exemple, des ouvertures semblables, appelées *fistules gastriques* et on fait communiquer, d'une façon permanente, l'estomac avec l'extérieur par un tube qu'on ouvre ou ferme à volonté. On se procure ainsi le suc élaboré par l'estomac, et l'on étudie sa nature et son action sur les aliments.

Le suc gastrique transforme les albuminoïdes en peptones.

— Le papier de tournesol mis en présence du suc gastrique prend une teinte rouge : ce liquide est *acide*, tandis que la salive et la plupart des liquides de l'organisme bleussent le papier de tournesol, c'est-à-dire qu'ils sont alcalins. Cette acidité du suc gastrique est due à l'*acide chlorhydrique* (HCl). Cependant, vers la fin de la digestion, ce suc peut renfermer une certaine quantité d'acide lactique, provenant de la fermentation des substances amylacées.

Outre l'eau et les sels minéraux, parmi lesquels il faut signaler le chlorure de sodium, le suc gastrique contient une substance particulière, un ferment, soluble comme la ptyaline, que l'on appelle *pepsine* (*peptin*, digérer). On retire de l'estomac du veau ou du porc des quantités plus ou moins notables de pepsine pour préparer les poudres dites *digestives*. En présence d'un acide et à la température de 37 ou 38 degrés, la pepsine permet de faire des digestions artificielles de viande ou de fibrine. Dans ces conditions, on voit la fibre musculaire se gonfler, devenir transparente et pulpeuse et se résoudre enfin en un liquide soluble dans l'eau. Le suc gastrique agit de la même façon sur les autres albuminoïdes, qu'il transforme, probablement à la suite de phénomènes d'hydratation, en substances absorbables ou *peptones*.

Outre la pepsine, l'estomac des jeunes animaux renferme un autre ferment, la *présure* ou *lab*, qui a pour propriété de coaguler la caséine du lait.

L'estomac agit donc essentiellement sur les aliments albuminoïdes qu'il hydrate et liquéfie; il les transforme ainsi en peptones. Ce résultat est grandement favorisé par les mouvements incessants de la poche stomacale. A cet effet, on voit la tunique musculaire se contracter à partir du cardia et produire un resserrement ou

étrangement qui pousse la masse alimentaire vers le pylore; ce mouvement, se propageant lentement du cardia vers le pylore, opère un mélange continu de la masse avec le suc gastrique. Les mouvements mécaniques de l'estomac se bornent donc, chez les mammifères et l'homme, au brassage des aliments, mais ne vont pas jusqu'à leur trituration.

Par l'action combinée du suc gastrique et des mouvements, les aliments sont transformés en une bouillie qu'on appelle *chyme* (*chymos*, suc), dont la masse reste invariable pendant les deux ou trois premières heures de la digestion. Le pylore oppose au passage de tout aliment qui n'a pas été fluidifié par le suc gastrique; mais, quand les aliments ont subi cette fluidification, les contractions de l'estomac poussent le chyme, par ondées dans l'intestin: brusquement, en un quart d'heure, cette masse disparaît tout entière, il n'en reste que des débris dans l'estomac.

Le suc gastrique n'agit que sur les albuminoïdes et laisse les graisses et les hydrocarbures à peu près intacts.

Vomissement. — Parfois l'estomac au lieu de faire passer la masse alimentaire dans l'intestin, se vide par le cardia et rejette son contenu par la bouche: c'est là l'acte du vomissement. Des substances indigestes, l'émétique, etc., provoquent le vomissement.

Les Anciens ont cru et les gens du monde pensent encore que l'estomac est l'agent actif du vomissement. Cependant, dès le début de notre siècle, Magendie a montré que l'estomac ne prend qu'une part bien minime dans cet acte. Remplaçant, chez un chien, l'estomac par une vessie de porc pleine d'eau, puis fermant les parois du ventre et injectant de l'émétique dans le sang, il vit le chien vomir bien que privé d'estomac.

L'effet de l'émétique est de provoquer la contraction des muscles de la paroi abdominale ainsi que celle du diaphragme (voir p. 125): de là compression de l'estomac ou de la vessie de porc, qui expulse son contenu. Il suffit de paralyser le diaphragme en sectionnant le nerf qui l'anime ou d'ouvrir le ventre pour rendre le vomissement impossible.

Chez les enfants atteints de coqueluche, par exemple, ce sont d'abord les contractions du diaphragme et des parois abdominales qui chassent le contenu de l'estomac dans la partie thoracique de l'œsophage. Puis surviennent quelques accès de toux, c'est-à-dire des **expirations** violentes qui augmentent la pression dans le thorax

et expulsent, du côté de la bouche, la masse alimentaire contenue dans l'œsophage.

§ 10. — Intestin

La partie du tube digestif qui fait suite à l'estomac est un tube long de 10 mètres en moyenne (fig. 51 et 57). Sur un parcours de

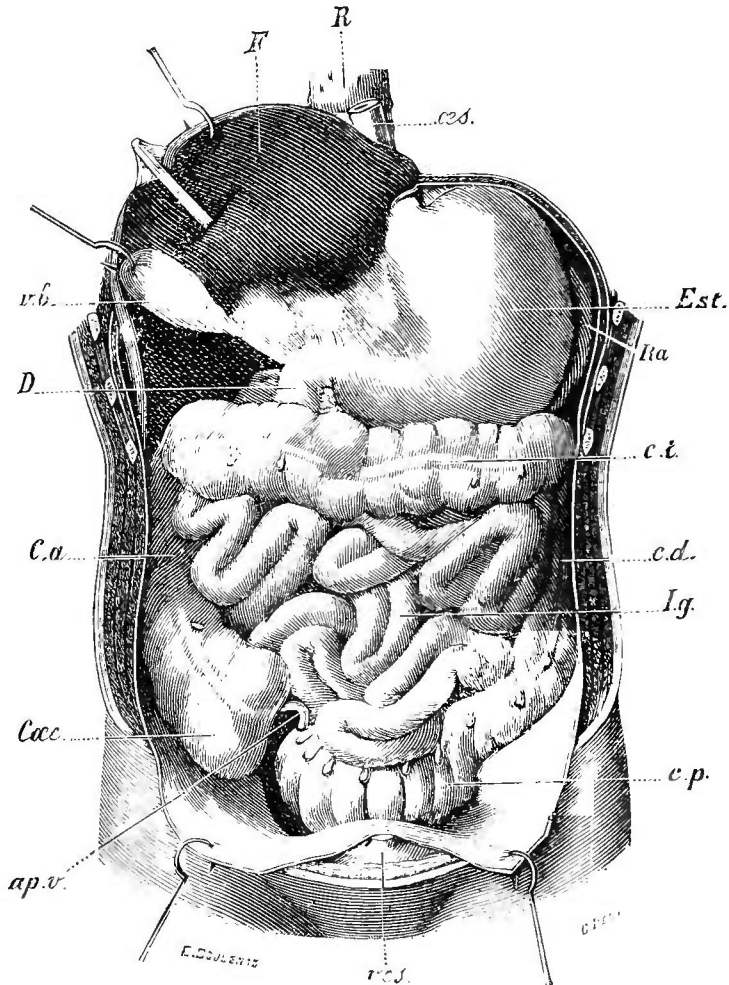


Fig. 51. — Estomac et Intestin.

D., duodénum; *I.g.* intestin grêle; *a.p.v.* appendice vermiculaire; *F.*, foie (relevé); *v.b.*, vésicule biliaire; *oes.*, œsophage; *cæc.*, cæcum; *C.a.*, côlon ascendant; *C.t.*, côlon transverse; *c.p.*, côlon pelvien ou S iliaque; *ves.*, vessie; *R.*, colonne vertébrale; *Est.*, estomac; *Ra.*, rate.

8 mètres environ, son calibre moindre lui a valu le nom d'*intestin grêle*; la dernière portion, plus large, s'appelle le *gros intestin*.

Intestin grêle. — Pour se loger dans la cavité abdominale, l'intestin grêle se plie et se replie en suivant un trajet très sinueux; il forme ainsi les *circonvolutions intestinales* (*circumvolvere*, rouler autour).

Il est à remarquer que l'intestin grêle diminue de calibre de haut en bas; il en est de même du gros intestin qui est plus large à son origine qu'à sa terminaison.

L'intestin a la composition générale du tube digestif; comme l montre la section en travers (fig. 11), il est formé essentiellement : 1^o d'une *tunique muqueuse*, doublée d'une sous-muqueuse, 2^o d'une *musculense*, que revêt extérieurement une séreuse, le *péritoine*

Le péritoine (fig. 52, *m*), après avoir revêtu la face extérieure de l'intestin, se dirige vers la colonne vertébrale en formant un pédicule qui rattache les circonvolutions intestinales aux vertèbres. Le repli ainsi constitué renferme les vaisseaux sanguins et lymphatiques (*v*) ainsi que les nerfs et porte plus spécialement le nom de *mésentère* (*mésos*, qui est au milieu; *entéron*, intestin).

Le mésentère sert non seulement à fixer l'intestin; il permet aux circonvolutions intestinales de glisser les unes sur les autres ainsi que sur le feuillet péritonéal (*p*) qui revêt toute la surface interne de la cavité abdominale.

Intestin grêle. La muqueuse de l'intestin grêle présente un aspect particulier dû à des accidents de surface de deux sortes. En regardant un lambeau de muqueuse de face, on y aperçoit une série de saillies lamellaires, formées par des plis de la muqueuse. Ce sont les *valvules conniventes* (*connivere*, chloover de l'œil, parce que, comparables à des paupières demi-closes, elles n'obstruent pas complètement la lumière du canal intestinal. Au nombre de 800 environ, elles servent à augmenter la surface de l'intestin.

Les autres saillies de la muqueuse sont plus petites et plus

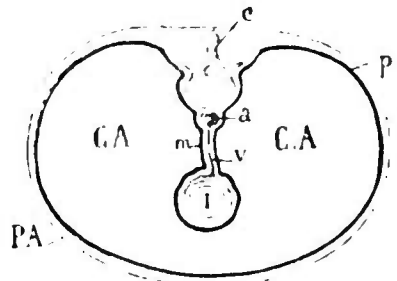


Fig. 52. — Coupe montrant les rapports de l'intestin I avec la cavité abdominale CA.

e, vertèbre; *a*, aorte; *v*, artère mésentérique; *m*, feuillet viscéral du péritoine; *p*, feuillet pariétal.

nombreuses : longues de 1 millimètre environ, et serrées les unes contre les autres, elles donnent à la surface une apparence veloutée : de là le nom de *villosités* (*villus*, poil) (fig. 53, *v*, *v*).

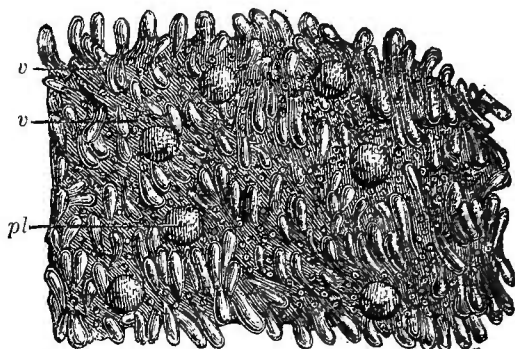


Fig. 53. — Lambeau de la muqueuse de l'intestin grêle, vu à la loupe.

pl, follicules clos; *vv*, villosités.

les a décrites vers la fin du xvii^e siècle (fig. 53 et 54 *pl*).

Enfin, dans l'intervalle des villosités, existent de nombreuses

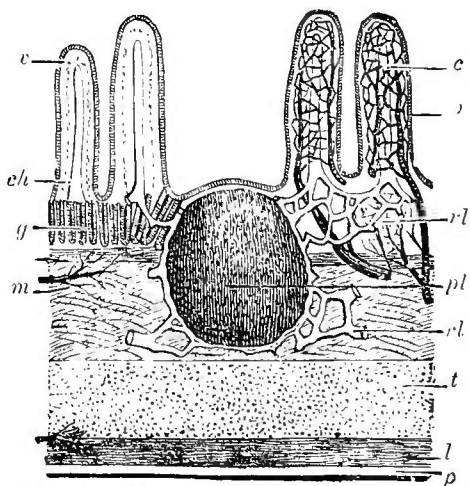


Fig. 54. — Coupe longitudinale de l'intestin (gros).

p, péritoine; *l*, couche musculuse longitudinale; *t*, couche musculuse transversale; *m*, chorion de la muqueuse; *pl*, plaque de Peyer; *g*, glandes de Galéati; *v*, villosités; *ch*, chylifère central; *vl*, réseau lymphatique; *c*, capillaires sanguins.

ou conique s'appuie sur le chorion. Ce sont des cellules épithé-

Signalons enfin la présence de grains blanchâtres, appelés *follicules clos*, qui sont des amas *glandulaires*, privés de conduits excréteurs. Par places, les follicules clos sont réunis en amas, dits *plaques de Peyer*, du nom du médecin Suisse qui

glandes en tubes (fig. 54 *g*) : ce sont les *glandes de Galeati* ou de *Lieberkühn*. A celles-ci s'ajoutent, dans la première portion de l'intestin grêle, des glandes plus volumineuses, faisant saillie dans la tunique sous-muqueuse : on les nomme les *glandes de Brunner*, médecin Suisse qui les a découvertes vers la fin du xvii^e siècle (fig. 55).

Le revêtement intérieur de la muqueuse intestinale se compose de cellules prismatiques ou cylindriques, juxtaposées par leurs faces (fig. 56). Leur base est libre, tandis que leur sommet effilé

liales, dont l'extrémité libre présente un liséré transparent et finement strié, le *plateau*. Entre ces cellules à plateau, on trouve çà et là des cellules caliciformes.

Pour le dire par anticipation, les cellules caliciformes élaborent le mucus, qui lubrifie la surface intestinale; les cellules à plateau jouent le rôle essentiel dans l'absorption; enfin, les glandes de Galeati sécrètent un suc, dit intestinal ou *entérique* (*entéron*, intestin). Pour obtenir ce liquide, on ouvre la cavité abdominale d'un animal et l'on isole, entre deux ligatures — une anse intestinale, qui se remplit peu à peu de ce suc. Celui-ci est alcalin, comme la salive; il renferme de l'eau, des sels, parmi lesquels il faut signaler le carbonate de soude, et enfin des matières albumineuses de nature indéterminée.

Comme le suc gastrique, ce suc opère la transformation des albuminoïdes en peptones; comme la salive, il change les hydrocarbures en glycose; enfin, il possède une troisième propriété, qui n'appartient ni au suc gastrique ni à la salive, celle de dédoubler les sucres (saccharose) en glycose et en un autre produit. En effet, les sucres ne passent dans le torrent circulatoire qu'après avoir subi ce dédoublement.

Gros intestin. L'intestin grêle débouche, au niveau de la fosse iliaque droite, dans le gros intestin, qui est de calibre plus notable que le premier et qui diminue également de volume de son origine vers sa terminaison. Ce n'est pas au bout du gros intestin, mais à une certaine distance de celui-ci, que l'intestin grêle se continue avec lui: on donne à cette extrémité borgne le nom de *cæcum* (*cæcum*, aveugle). En regardant les figures 54 et 57 on voit accolé au *cæcum* un appendice en forme de ver, l'appendice *vermiculaire* (*vb*), qui est

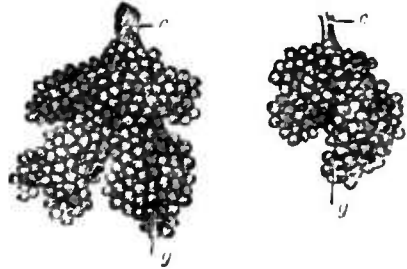


Fig. 55. Deux glandes de Brunner vues à la loupe. *c*, conduit excréteur; *g*, grains glandulaires.

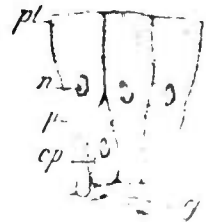


Fig. 56. L'apothème du gros intestin. *cp*, tissu conjonctif du chéilon; *p*, cellule cylindrique au superchilléron; *pl*, et d'un noyau; *cp*, cellule profonde.

une portion atrophiée de l'intestin et qu'on ne trouve que chez l'homme et les singes supérieurs, dits *anthropoïdes* (*anthropos*, homme; *eidos*, qui ressemble).

A partir du cœcum, le gros intestin monte le long du flanc

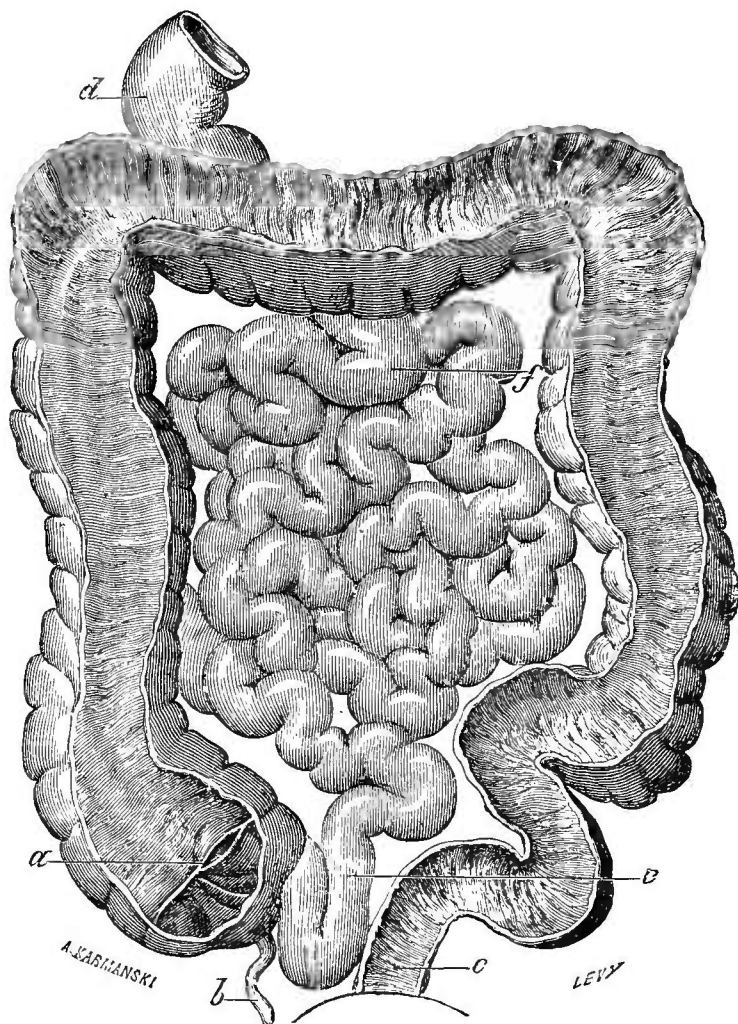


Fig. 57. — Intestin grêle et gros intestin, ce dernier ouvert.

a, valvule iléo-cœcale; *b*, appendice vermiculaire; *c*, rectum; *d*, duodénum
e, portion terminale de l'intestin grêle ou iléon; *f*, sa portion moyenne ou jéjunum.

droit (*côlon ascendant*); arrivé sous le foie, il se dirige à gauche au-dessus de la masse de l'intestin grêle : on l'appelle le *côlon transverse* (fig. 10, *gi*). Parvenu près de la rate (*rate*), il descend dans le flanc gauche (*côlon descendant*). Celui-ci se contourne en

(*S iliaque*), dont l'extrémité inférieure se continue avec la partie terminale (R), le *rectum* (*rectum*, droit). Le dernier est logé dans le petit bassin, où il suit en ligne plus ou moins droite la direction du sacrum, et enfin se termine par le segment final du tube digestif, qui porte le nom d'*anus*.

La muqueuse du gros intestin présente une surface lisse (absence de valvules conniventes et de villosités); mais elle renferme une quantité considérable de *glandes de Galecti*.

A mesure que les aliments traversent l'intestin grêle, les portions digérées sont absorbées; les résidus alimentaires (*maie*) impropres à la nutrition passent dans le gros intestin où ils prennent l'aspect et la couleur des matières fécales (*excrements*). Pour empêcher leur retour dans l'intestin grêle, celui-ci fait saillie dans le gros intestin sous la forme d'une bontoumière limitée en haut et en bas par une valve (fig. 57 *a*). Les deux valves constituent la *valvule ileo-cæcale* ou de Bauhin, qui laisse passer les matières venant de l'intestin grêle, mais si les matières contenues dans le gros intestin tendent à revenir en sens inverse, elles accablent les valves de la valvule et ferment la bontoumière d'autant plus énergiquement que la pression est plus forte.

Outre les petites glandes situées dans l'épaisseur des parois intestinales, deux glandes volumineuses, logées dans la cavité abdominale, déversent leurs produits dans l'intestin; ce sont : le *pancréas* et le *foie*.

§ II. — Pancréas

Pancréas. Le pancréas est une glande qui, comme les glandes salivaires, dérive d'une dépression de la paroi intestinale (fig. 10, p. 16). En se développant à gauche du duodénum et derrière l'estomac, il prend une situation profonde.

Chez l'adulte, le pancréas est une glande volumineuse du poids de 70 gr.; sa grosse extrémité ou *tête* est embrassée par le duodénum et son corps s'étend en s'atténuant à gauche vers la rate.

Si, après avoir étudié son aspect extérieur, on en enlève les portions superficielles, on ne tarde pas à voir dans la substance de sa tête un rondin, gros comme une plume d'oie, le *conduit excréteur principal* (fig. 58, 2). Les anciens ignoraient son existence; le médecin bavarois Wirsung en fit la découverte en 1652.

Au-dessus du canal de Wirsung on en trouve un autre *conduit accessoire*, signalé pour la première fois par le médecin italien Santorini, en 1725 (4).

Ces deux conduits, principal et accessoire, s'abouchent ensemble

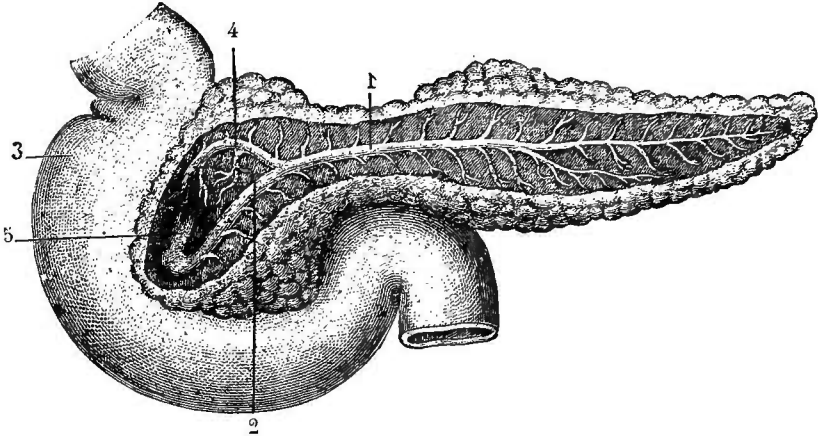


Fig. 58. — Pancréas et duodénum.

1, conduit excréteur (qui est devenu visible parce qu'on a enlevé la partie antérieure du pancréas); 2, canal de Wirsung, au-dessus duquel se trouve le canal accessoire (4); 3, duodénum; 5, canal cholédoque.

dans la glande (fig. 58); mais ils vont s'ouvrir en deux points différents de l'intestin : le canal de Wirsung débouche, avec le conduit excréteur du foie (5), dans une cavité formée par un pli de la muqueuse du duodénum. Cette cavité a été signalée par le médecin allemand Vater au commencement du xviii^e siècle : d'où son nom d'*ampoule de Vater*.

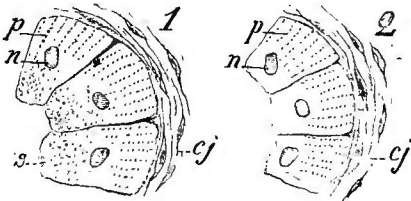


Fig. 59. — Cellules d'un cul-de-sac pancréatique sous deux aspects différents.

1, cellules pancréatiques gonflées de substance élaborée en *s*; 2, cellules pancréatiques vidées; *p*, protoplasma; *n*, noyau; *s*, extrémité libre de la cellule; *cj*, tissu conjonctif.

Le conduit accessoire s'ouvre 2 centimètres plus haut sur une saillie, dite *caroncule de Santorini*.

La structure du pancréas est celle des glandes salivaires (voir p. 50). Les cellules épithéliales, qui tapissent les grains glandulaires (fig. 59) préparent le *suc pancréatique* en élaborant dans leur extrémité libre une substance (*s*) qui subit la fonte au moment de l'arrivée des aliments dans l'intestin.

On obtient le suc pancréatique en masse en ouvrant, sur un animal vivant, le canal de Wirsung et en recueillant, au moyen d'une canule, le liquide qui s'en écoule. C'est un liquide limpide, visqueux, à réaction alcaline comme la salive et le suc entérique, et se coagulant dans les premiers temps de son écoulement. Il renferme de l'eau, de l'albumine, des ferments solubles, divers sels, parmi lesquels il importe de noter les phosphates.

Le suc pancréatique agit sur les albuminoïdes, les amylacés et les graisses. — Grâce aux fistules pancréatiques, établies par Claude Bernard dès 1840, on obtient du suc pancréatique en quantité suffisante pour étudier son action sur les aliments. On voit alors qu'il agit surtout par ses ferments qui sont au nombre de trois : l'un sur les albuminoïdes, comme le suc gastrique; l'autre sur les amylacés, comme la salive et le suc entérique; le troisième enfin, agit sur les corps gras. En agitant de la graisse avec le suc pancréatique, on obtient une émulsion (*emulger* = traire) semblable à du lait : les corps gras sont réduits en particules très fines qui sont tenues en suspension dans le liquide. Le suc pancréatique dédouble en outre les corps gras en glycérine et en acides gras.

En un mot, le pancréas continue l'action de la salive sur les matières amylacées; celle du suc gastrique sur les albuminoïdes et enfin il est l'agent principal de l'émulsion des graisses.

§ 12. — Foie

Foie. — Le foie est la glande la plus volumineuse du corps; il pèse de 1 kilogramme 1/2 à 2 kilogrammes. Comme toutes les glandes de l'appareil digestif, il prend naissance par un bourgeon de la portion initiale de l'intestin grêle (fig. 10, p. 16). Toute la vie le bourgeon primitif communique avec l'intestin sous la forme d'un conduit excréteur (fig. 51, *eb*, p. 44), qui y verse la bile (canal cholédoque, *choledochos*, qui conduit le bile).

Chez l'adulte, le foie a une forme ovale dont la face convexe est recouverte par le diaphragme, tandis que la face concave regarde l'intestin. Des replis du péritoine le retiennent dans la région supérieure et droite de la cavité abdominale sous les huit dernières côtes.

Quand on relève la glande de façon à voir sa face interne,

ou *intestinale* (fig. 40), on constate la présence de plusieurs sillons qui divisent le foie en *lobes* (A, B, C, D). De plus, on aperçoit : 1° le canal *cholédogue* (4) qui se bifurque en deux canaux secondaires; à l'un, *canal cystique*, est appendu une poche renfermant la bile ou vésicule *biliaire* (1); l'autre, *canal hépatique*, se ramifie dans le foie; 2° une artère, qui amène le sang rouge au foie :

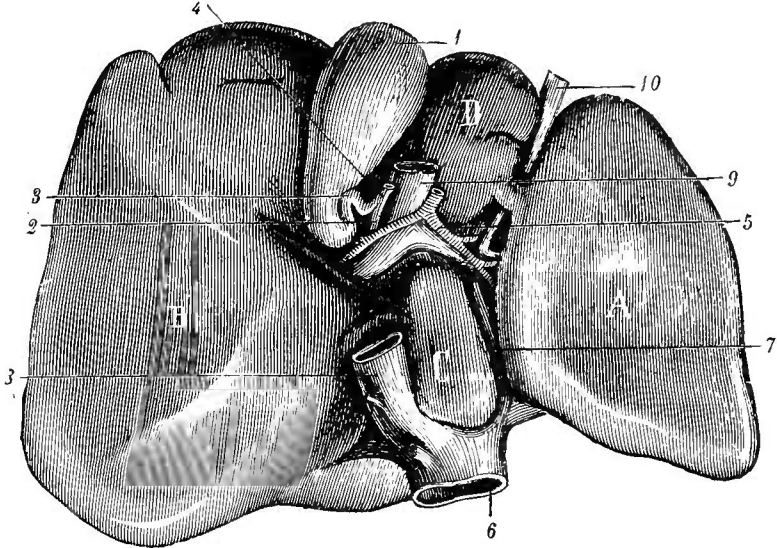


Fig. 40. — Foie relevé de façon que sa face intestinale est vue de face, son bord antérieur est devenu supérieur et son bord postérieur, inférieur.

A, lobe gauche; B, lobe droit; C, lobe de Spigel ou éminence porte postérieure; D, éminence porte antérieure ou *lobe carré*; 1, vésicule biliaire; 2, canal hépatique; 3, canal cholédogue; 4, canal cholédogue; 5, artère hépatique (figurée par erreur *en arrière* de la veine porte; elle se trouve toujours située du côté *ventral* de cette veine au niveau du foie); 6, veine cave inférieure; 7, cordon fibreux; 8, 8', veines sus-hépatiques, dont la droite a été sectionnée; 9, veine porte; 10, cordon fibreux résultant de l'oblitération de la veine ombilicale.

c'est l'*artère hépatique* (3); 5° une *veine*, qui y transporte le sang noir venant de l'intestin : on l'appelle *veine porte*.

Au lieu de se jeter dans l'une des veines caves, comme les veines à sang noir des autres organes, la veine porte se dirige vers le foie et s'y ramifie en vaisseaux capillaires. C'est seulement au sortir du foie que le sang amené par la veine porte est déversé dans la veine cave inférieure (voir fig. 41 et 99, p. 107).

Le sang qui passe par l'intestin traverse d'abord le système capillaire de l'intestin, puis il est amené au foie par un gros tronc

veineux, la veine porte (VP). Dans l'intérieur du foie la veine porte se divise en nombreux capillaires (CF) d'où le sang sort par les veines, dites *sus-hépatiques* (SH), qui le versent dans la veine cave inférieure (VC); celle-ci le conduit enfin à l'oreillette droite du cœur (OD).

Structure du foie. — Chaque lobe du foie se décompose en une série de grains de 1 millimètre environ. A chacun de ces grains ou lobules aboutissent les dernières divisions de la veine porte, de l'artère hépatique et du canal cholédoque.

Quant à la substance même du lobule, elle est constituée par une série de traînées (fig. 45, 44 et planche I) qui partent de son centre pour rayonner vers la périphérie; les traînées elles-mêmes résultent de la juxtaposition de cellules ayant la forme de polyèdres, *cellules hépatiques*. Ce sont des cellules épithéliales pressées les unes contre les autres, deux ou trois fois aussi volumineuses qu'un globule rouge

du sang (fig. 42); elles sont composées, comme les autres cellules, d'un protoplasma réticulé (*r*) et d'un noyau (*n*).

Les cellules hépatiques se groupent dans chaque lobule de façon à constituer des traînées rayonnant du centre vers la périphérie (fig. 44 s). Dans l'intervalle de chaque traînée se trouvent des espaces (*c'b*) qui représentent les conduits par lesquels s'écoule la bile. Au sortir du lobule, ils se continuent avec des conduits plus

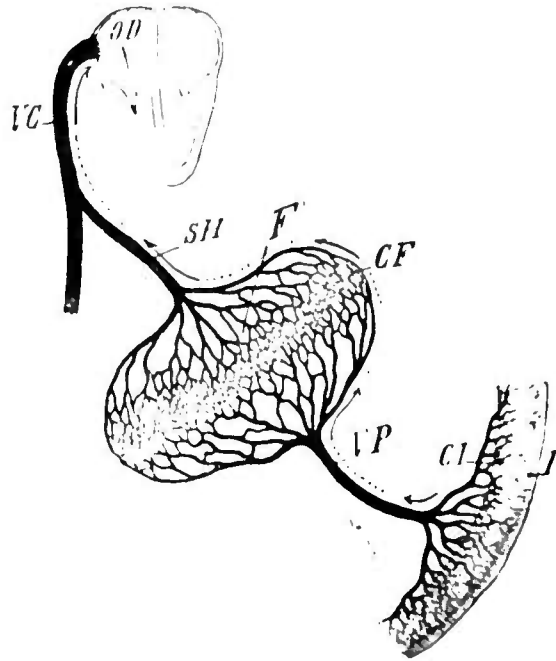


Fig. 44. — Système Porte du foie.

F, anse intestinale avec les capillaires; CF, VP, tronc de la veine porte; CL, capillaires du foie; SH, veines sus-hépatiques; VC, veine cave inférieure; OD, oreillette droite.

gros (*cb*), qui emmènent la bile dans la vésicule biliaire et le canal cholédoque.

Quant aux vaisseaux sanguins, qui résultent de la division de la veine porte, ils se placent d'abord à la surface du lobule (*vp*) ; là ils émettent des vaisseaux plus fins qui gagnent l'intérieur du

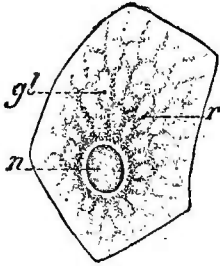


Fig. 42. — Cellule hépatique fortement grossie.

n, noyau ; *r*, réseau formé par le protoplasma ; *gl*, glycogène.

lobule où ils forment un réseau capillaire (*r'q'*) entre les traînées glandulaires. Après avoir parcouru ce dernier, le sang arrive au centre du lobule et se déverse dans une grosse veine, veine centrale ou *hépatique* (*oh* et *vc*) du lobule. Celle-ci se réunit plus loin à la veine centrale des autres lobules et forme plusieurs grosses veines (sus-hépatiques) se terminant dans la veine cave inférieure. Le sang venant de l'intestin parcourt de cette façon les lobules du foie pour rentrer, par l'intermédiaire de la veine cave inférieure, dans la circulation générale.

En résumé, le foie est une glande formée de grains ou lobules et munie de conduits excréteurs. Ce qui

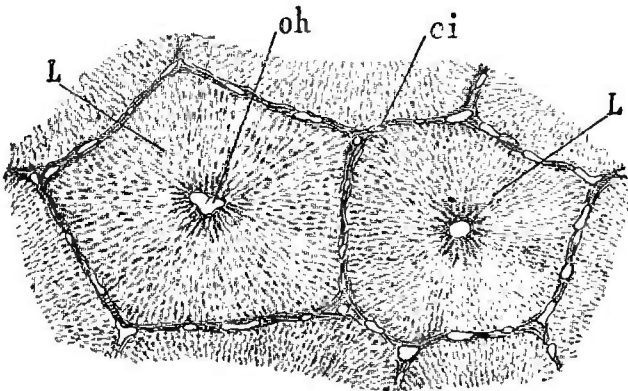


Fig. 45. — Lobules hépatiques grossis.

LL, lobules ; *ci*, espaces interlobulaires ; *oh*, veine centrale du lobule.

distingue le foie des autres glandes, c'est le groupement des traînées glandulaires autour des racines des veines sus-hépatiques.

A ce caractère spécial correspondent des fonctions particulières :

Les cellules hépatiques produisent la *bile* (substance amère) et le *glycogène* (substance sucrée) ; la première est entraînée par les

canalicules biliaires occupant le centre des traînées cellulaires, tandis que le second (glycogène) s'en va sur le pourtour des traînées cellulaires pour être emmené par les capillaires sanguins.

Le foie fabrique la bile. — La bile est un liquide jaune verdâtre; elle renferme essentiellement de l'eau, des sels minéraux, des sels *amers*, une matière colorante jaune qui, en s'oxydant, passe au vert. La bile suit les conduits excréteurs du foie et est versée par le canal cholédoque dans l'intestin pendant la digestion.

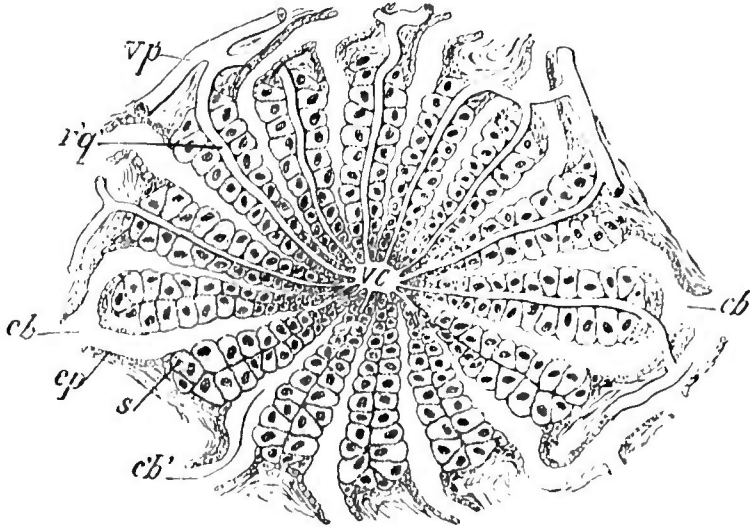


Fig. 44. — Vaisseaux sanguins et canalicules biliaires d'un lobule hépatique.

s, traînée de cellules hépatiques; *cb'*, canalicules biliaires; *cb*, canaux biliaires; *ep*, épithélium du canal biliaire en dedans de la membrane conjonctive; *vp*, branche interlobulaire de la veine porte; *vq'*, réseau capillaire du lobule; *vc*, veine centrale du lobule, origine des veines sus-hépatiques.

Son rôle consiste à favoriser l'absorption de la graisse en même temps qu'elle y est décomposée de sorte qu'elle est de nouveau résorbée en partie et réintroduite dans l'organisme.

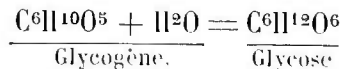
Une expérience courante dans les laboratoires semble le prouver : en détournant le cours de la bile par une canule introduite dans le canal cholédoque et en la laissant s'écouler au dehors, on voit le chien porteur de la *fistule biliaire* maigrir, ses poils tomber, tant qu'il ne reçoit qu'une ration alimentaire ordinaire. En même temps on constate qu'une quantité notable de corps gras s'en va avec les produits ultimes de la digestion. Pour rendre au

chien toutes les apparences de bonne santé, il est nécessaire de lui servir des repas plus copieux, ou bien encore, comme l'a montré M. Dastre, de mêler à sa nourriture la bile qui s'écoule par la fistule.

Le foie fabrique du sucre. — En 1840, CLAUDE BERNARD, examinant le sang de la veine porte chez un animal qui n'avait mangé ni féculents, ni sucre, trouva qu'il ne renfermait pas de sucre, tandis que le sang des veines sus-hépatiques contenait du sucre.

En traversant le foie, le sang s'était donc chargé de sucre. Claude Bernard donna une autre preuve de cette fonction glycogénique du foie : il enlève le foie sur un animal qui vient d'être sacrifié, et fait passer par les veines un courant d'eau, jusqu'à ce que le liquide sortant ne contienne plus trace de sucre. Alors il met ce *foie lavé* dans une étuve de 37 à 40 degrés, et, au bout de quelque temps, il y retrouve du sucre. En effet, le foie continue, dans ce milieu, à vivre et à travailler comme sur l'animal vivant. Le foie est donc un organe formateur du sucre.

Claude Bernard est arrivé dans la suite à isoler la substance qui produit le sucre ; il l'a appelée *glycogène* (*glycos*, doux ; *genao*, je produis). C'est une matière amylacée, ayant une composition analogue à celle de l'amidon végétal ($C^6H^{10}O^5$) ; elle est répandue comme une sorte d'huile dans le réseau protoplasmique de la cellule hépatique (fig. 42, *gl*). Traitée par l'alcool, elle y forme des granulations. En se chargeant d'eau sous l'influence de la vie cellulaire du foie, elle se transforme en glycose :



Celui-ci, qui est soluble, est emporté par le sang des veines sus-hépatiques qui le versent dans le torrent circulatoire. 1 000 grammes de sang ne renferment habituellement que 1 gramme 1/2 de sucre. Lorsque la quantité de sucre qui se trouve dans le sang dépasse 2 à 5 grammes par kilogramme de l'animal, le sucre passe dans l'urine : c'est la maladie qu'on appelle *diabète*.

Si le sang de la veine porte est riche en glycose, le foie arrête le sucre au passage, ses cellules se l'incorporent et le gardent sous la forme de glycogène. Autrement dit, le foie non seulement produit, mais emmagasine le sucre en excès.

§ 15. — Absorption alimentaire

Outre les vaisseaux rouges, la muqueuse intestinale possède des *vaisseaux incolores*, renfermant un liquide appelé *chyle* : de là le nom de *chylifères*; ils prennent naissance au centre de chaque villosité (fig. 54) et se réunissent plus loin pour former

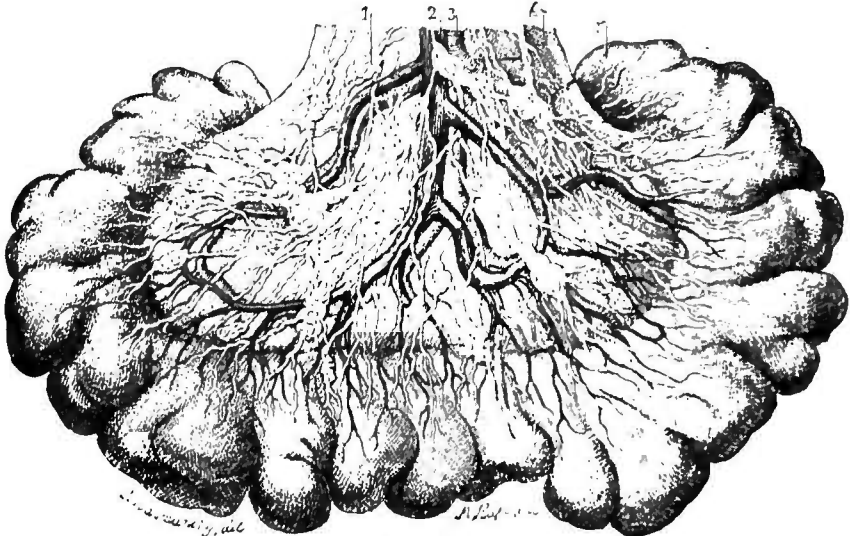


Fig. 53. — Anse intestinale (3) avec le mésentère (4)

1, vaisseau chylifère présentant des renflements (ganglions); 2, rameau de la veine porte; 3, rameau de l'artère mésentérique.

des vaisseaux plus volumineux allant se jeter dans le canal thoracique (voir p. 99).

Quand les aliments ont subi l'action des sucs digestifs (salive, sucs gastrique, pancréatique, intestinal, etc.), ils se sont hydratés et sont devenus solides.

Dans ces conditions, ils traversent, comme les boissons, les parois du tube digestif, et vont se rendre dans les vaisseaux sanguins et chylifères pour faire partie de nos tissus. On donne à ce passage à travers les membranes imperforées le nom d'*absorption*.

L'absorption commence déjà dans l'estomac, mais elle s'opère surtout dans l'intestin dont les villosités semblent jouer le rôle de ramilles absorbantes. Pour que ce phénomène ait lieu, il est nécessaire que les aliments soient liquéfiés. Les cellules épithéliales de la muqueuse intestinale choisissent alors les principes

nutritifs, les incorporent et les transmettent aux cellules voisines,

qui les amènent dans les vaisseaux sanguins et lymphatiques.

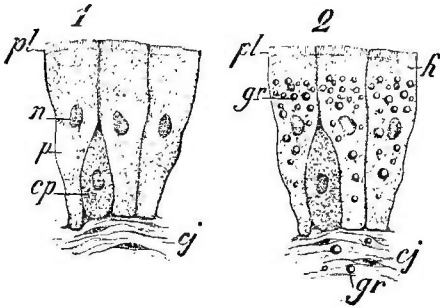


Fig. 46. — Épithélium intestinal.

p, cellule cylindrique avec son noyau (*n*); *cp*, cellule profonde; *pl*, plateau; *cj*, tissu conjonctif du chorion. — 1, état de l'épithélium avant la digestion; 2, aspect de l'épithélium après l'absorption: *h*, segment de la cellule sous-jacente au plateau (*pl*); *gr*, corpuscules graisseux.

On peut voir au microscope la façon dont certaines substances, telles que les graisses, pénètrent à travers les parois du tube digestif.

En nourrissant des animaux, des tritons ou des chiens, avec des aliments chargés de corps gras, on voit, au moment de l'absorption, les cellules épithéliales de l'intestin se remplir de boules graisseuses (fig. 46), qui sont

amenées ensuite dans les tissus voisins et enfin dans le chylifère central de chaque villosité constituant les racines des vaisseaux lymphatiques de l'intestin ou *chylifères* (voir fig. 54). Ceux-ci les transportent dans le sang, qui distribue tous les principes absorbés dans les divers tissus de l'organisme.

Appareil digestif dans la série animale

Nous avons vu (p. 6 et 7) que les animaux vertébrés et l'homme manquent de tube digestif, pendant leur premier développement, alors qu'ils ne sont formés que d'une cellule (ovule) ou des premières cellules qui résultent de la division de l'ovule. Lorsque ces cellules, à force de se multiplier, deviennent très nombreuses, un certain nombre d'entre elles se disposent de façon à constituer d'abord une dépression, puis une gouttière qui, en se fermant, donne naissance au canal alimentaire traversant le corps de l'embryon et s'ouvrant au dehors par deux orifices, l'un antérieur et l'autre postérieur (p. 6, fig. 5 et p. 9, fig. 5).

Les dispositions qui rappellent ces divers états, transitoires chez l'homme, se retrouvent à l'état permanent chez les divers animaux¹

1. En ce qui concerne la signification des termes et la classification des animaux (voir p. 406 et suivantes).

I. Protozoaires. — Les Protozoaires (fig. 47 et 48), animaux microscopiques dont le corps a la valeur d'une cellule, d'un globule blanc, par exemple, manquent de tube digestif. Certains Protozoaires (*amibes*, *foraminifères* et *radiolaires*) émettent des saillies protoplasmiques sur un ou plusieurs points de leur surface et s'en servent pour entourer et englober les parcelles alimentaires. D'autres Protozoaires ont une forme définie et sont revêtus de cils (*infusoires*) ou munis d'un flagellum ou fouet (fig. 48) (*flagellates*) : ils emploient ces prolongements protoplasmiques mobiles pour s'emparer des particules alimentaires et les introduire dans la masse générale du corps soit par un orifice déterminé (bouche), soit par un point quelconque.

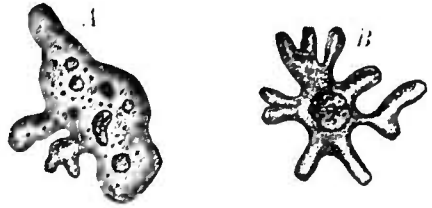


Fig. 47. — Amibe.

A, même amibe n'ayant émis que deux pseudopodes. — B, amibe à pseudopodes rayonnant en tous sens.

Après en avoir digéré et assimilé les portions nutritives, les Protozoaires rejettent le résidu par un orifice spécial ou par un point quelconque du corps.

II. Spongiaires. — Les *Spongiaires* sont des masses gélatineuses, spongieuses, ou encroûtées de silice et de sels calcaires; ils sont fixés au sol. Quelle que soit leur consistance, leur corps est formé d'un amas de cellules arrondies ou étoilées; il est traversé par de nombreux canaux s'ouvrant à la surface par des orifices multiples dont les uns servent à l'entrée et les autres à la sortie de l'eau. Les cils vibratiles qui tapissent certaines portions (*corbeilles vibratiles*) des canaux mettent en mouvement l'eau chargée de principes nutritifs, qui arrivent ainsi au contact des cellules (fig. 49).

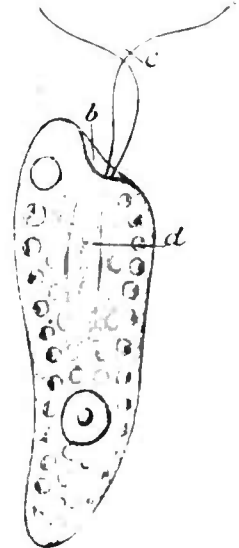


Fig. 48. — Flagellate.

b, bouche; — flagellum; d, chemin parcouru par les substances alimentaires introduites par la bouche.

III. Coelentérés. Les *Coelentérés* (hydre, polype, méduse) ont la forme d'un tube ou d'une cloche dont l'un des bouts ou

pôles est fermé ou imperforé, tandis que l'autre présente une

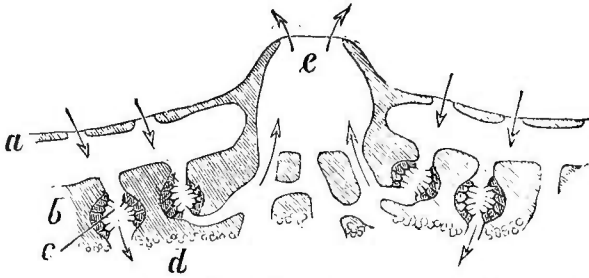


Fig. 49. — Spongille d'eau douce (vue en coupe).

a, pores d'entrée ou inhalants; *b*, canaux situés dans l'Éponge; *c*, corbeilles vibratiles; *e*, oscule ou orifice de sortie.

ouverture entourée d'une couronne de filaments ou tentacules. Cette ouverture conduit dans un sac, limité de toutes parts par les parois mêmes du corps; elle est unique et sert à l'entrée des aliments, ainsi qu'à la sortie des portions non digérées (fig. 50 et 51).

Du fond de ce

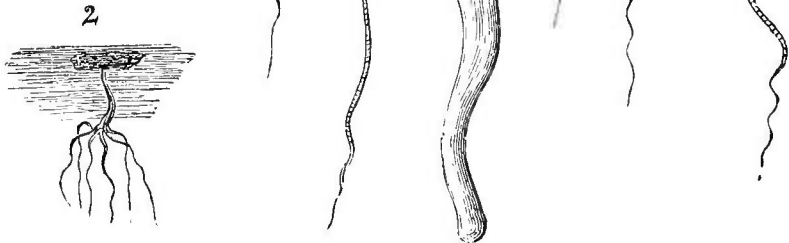


Fig. 50. — 1, Hydre grise, grossie; 2, Hydre, grandeur naturelle.

tube partent fort souvent des canaux (*v*), qui conduisent les substances digérées dans les diverses régions du corps, les bras, etc. On donne à la réunion du tube digestif et des canaux

vasculaires le nom de *système gastro-vasculaire* (fig. 51 *v* et *g*). La cavité digestive des Cœlentérés est revêtue par une assise de cellules épithéliales ciliées ou munies d'un long cil en forme de fouet (cellules *flagellées*). Entre cet épithélium digestif et l'épithélium extérieur ou ectoderme apparaît une substance transparente gélatineuse formant un mince liséré chez l'Hydre (fig. 51).

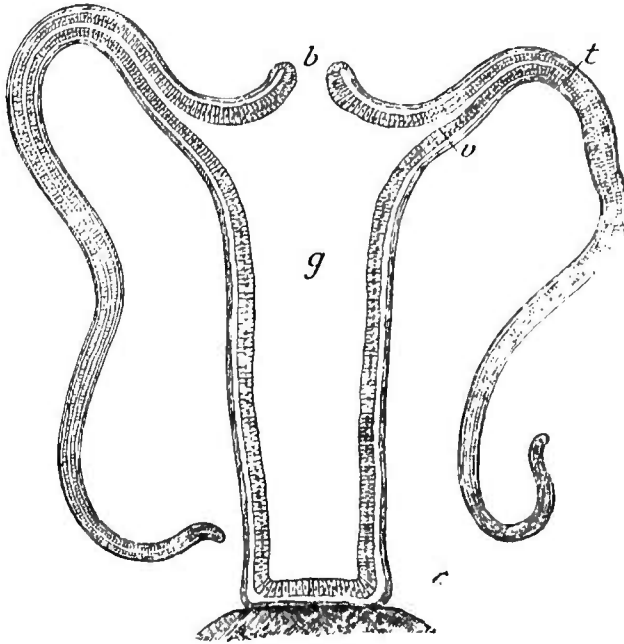


Fig. 51. — Section en long d'une hydre; *a-t*, extrémité adhésive; *b*, bouche; *g*, cavité digestive; *v*, espace gastro-vasculaire s'étendant dans les tentacules.

Chez les Méduses (fig. 522, p. 418), autres formes de *Cœlentérés* qui nagent librement à la surface de la mer, on voit l'axe du corps se raccourcir : son pôle adhésif se détache et s'étale en un disque dont la face convexe est tournée en haut, tandis que la face concave supporte la cavité digestive et la bouche entourée de tentacules. L'appareil gastro-vasculaire de la méduse est plus complexe que celui de l'Hydre; en effet, la bouche conduit dans un tube *œsophagien*, qui un anneau contractile, c'est-à-dire susceptible de s'ouvrir et de se fermer, sépare de la cavité centrale digestive. Cette dernière est cloisonnée en loges verticales par des lames radiales ou *replis mésentériques* (fig. 523, p. 420). Ces loges elles-mêmes se continuent avec un système de canaux se

ramifiant dans les organes; mais chez la méduse les parois du corps sont épaissies grâce à une couche abondante de substance amorphe déposée entre l'endoderme et l'ectoderme. Malgré ces différences, l'appareil gastro-vasculaire de l'hydre et de la méduse représente un ensemble de canaux plus ou moins compliqués dont

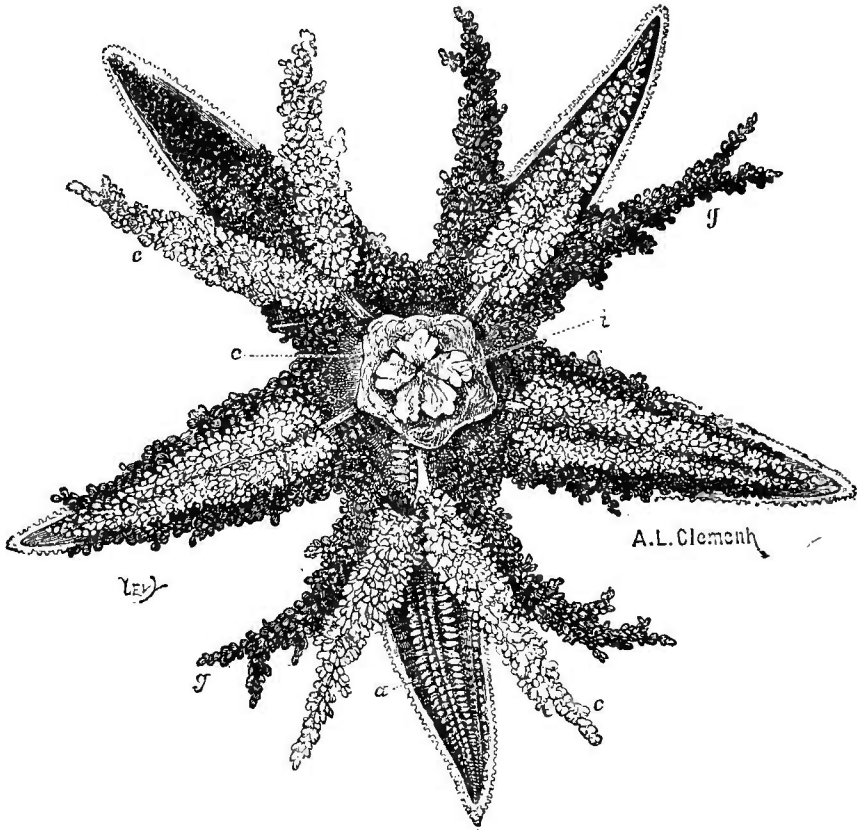


Fig. 52. — Étoile de mer (ouverte par sa face dorsale).

a, pièces dures de la gouttière logeant les tubes ambulacraires; *e*, estomac; *c*, glandes annexées à l'estomac et représentant le foie; *i*, prolongements de l'estomac en forme d'ampoules; *g*, aïnés d'œufs.

la partie centrale reçoit les aliments, leur fait subir l'action des sucs digestifs, tandis que la partie périphérique conduit les principes digérés dans les divers organes.

IV Échinodermes. — Les *Echinodermes* (étoile de mer, oursin, holothurie) sont des animaux à forme rayonnée comme les précédents; ils ont un tube digestif non seulement pourvu de parois propres, mais séparé de l'enveloppe cutanée par un espace en forme de cavité appelé *cavité générale*. Chez l'oursin, ce tube se

replie sur lui-même et se trouve muni d'une bouche et d'un anus; chez l'étoile de mer, il présente des prolongements qui s'étendent jusque dans les bras et souvent il manque d'anus. La bouche de l'oursin est armée d'un appareil (*lanterne d'Aristote*), formé de plusieurs pièces dures qui servent à broyer les aliments.

V Vers. — Les *Vers* ont une forme qui rappelle plus ou moins celle du ver de terre. Leur corps est souvent constitué par une série d'anneaux. En raison des conditions différentes dans lesquelles ils vivent, leur appareil digestif atteint un degré de développement bien variable.

Un premier groupe comprend les *Vers plats* ou *Plathelminthes*,

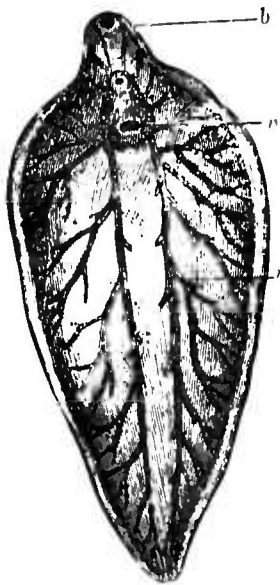


Fig. 55. — Douve du Mouton (grosse).

b, bouche; *v*, ventouse;
r, branches du tube digestif.

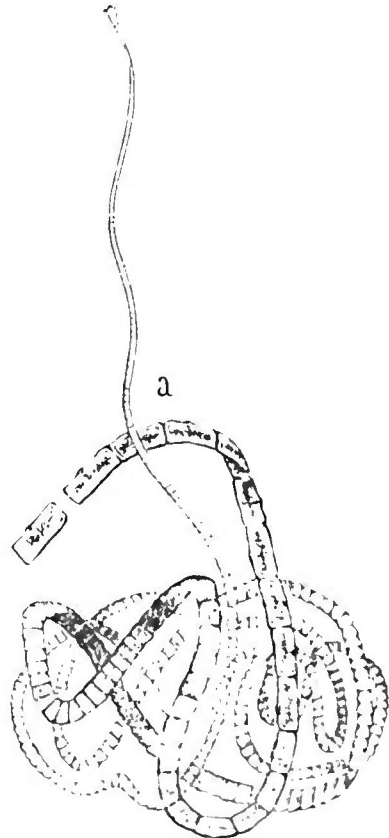


Fig. 54. — Ver solitaire.

parmi lesquels on distingue les *Cestodes* (ver solitaire), les *Trematodes* et les *Turbellariés*.

Les *Cestodes* vivent en parasites dans le canal intestinal d'autres animaux; aussi se nourrissent-ils des sucs élaborés par leurs hôtes et manquent-ils de tube digestif (fig. 54).

Les *Trematodes* sont également parasites; telle est la douve du

foie ; mais ils ont un tube digestif ramifié et à parois propres, bien que privé d'orifice anal (fig. 55).

Les *Turbellariés*, quoique menant une vie libre dans l'eau, sont constitués à cet égard comme les Trématodes.

Les *Vers cylindriques* comprennent des animaux la plupart marins et dont les anneaux sont en général pourvus de soies : ce sont les *Nématodes* (trichine, anguillule du vinaigre) ; les *Chétopodes*, dont les uns ont des soies nombreuses (fig. 57) (*Polychètes*) et les autres, comme le ver de terre, possèdent peu de soies (*Oligochètes*). Les sangsues manquent de soie et ont le corps annelé ; elles forment la classe des *Hirudinées*.

A côté des vers cylindriques on peut mettre :

1° les *Rotifères* ; 2° les *Bryozoaires* ; 3° les *Brachiopodes*.

Les différents *vers cylindriques* et les groupes que nous avons mis à leur suite sont pourvus d'un tube digestif qui a la forme d'un canal cylindrique ou étranglé de distance en distance et dont les orifices d'entrée et de sortie sont distincts (fig. 55). La bouche est souvent munie d'un pharynx protractile (fig. 57) ou de mâchoires ; les sangsues, par exemple, possèdent trois mâchoires armées d'épines ou dents.

VI. Articulés. — Les ani-

maux, tels que le hanneton, le papillon, l'écrevisse et l'araignée, ont également un corps divisé en une série d'anneaux placés les uns à la suite des autres mais munis d'appendices formés d'articles : ce sont les *Articulés* ou *Arthropodes*. Les Articulés ont un tube digestif complet, qui se divise en bouche, œsophage, estomac et intestin (fig. 58). La bouche est une fente longitudinale, entourée de pièces solides faisant fonction de lèvres et de mâchoires. Chez l'écrevisse, qui nous servira d'exemple parmi les Crustacés, la bouche est limitée par deux

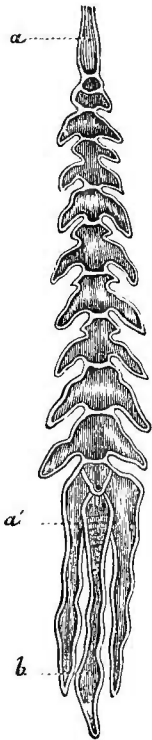


Fig. 55. — Tube digestif de la Sang-sue.

α, œsophage ; b, rectum ; a', poches intestinales.



Fig. 56. Rotifère.

lèvres, l'une supérieure et l'autre inférieure, et ses côtés entourés d'appendices articulés, qu'on appelle d'avant en arrière *mandibules* (1 paire), *mâchoires* (2 paires) et *pattes-mâchoires* (5 pai-

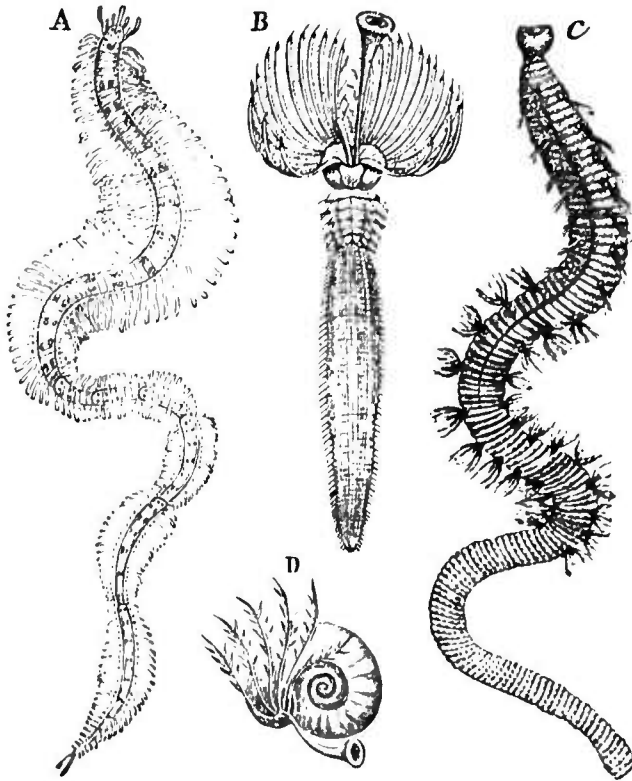


Fig. 57. — Vers chétopodes.

A, *Nereide*, dont les anneaux du corps sont munis d'appendices nombreux et l'extrémité antérieure ou *tête*, d'une trompe et de deux mâchoires; B, *Serpule*, avec sa couronne de branchies sur la tête; — C, *Arénicole des pecheurs*; — D, *Spirorbe* (genre de *Serpule*) dans son tube calcare.

res). Ces appendices, munis de saillies chitineuses et de palpes, servent à la préhension et à la division des aliments.

À la cavité buccale fait suite un œsophage qui s'ouvre dans l'estomac, auquel succède un intestin rectiligne (fig. 58).

L'œsophage et l'estomac sont tapissés intérieurement d'un revêtement dur ou chitineux semblable à celui de l'enveloppe cutanée; dans l'estomac même, la chitine encroûtée de sels calcaires, forme des crêtes et des saillies, constituant le *moulin gastrique* et servant à la trituration des aliments.

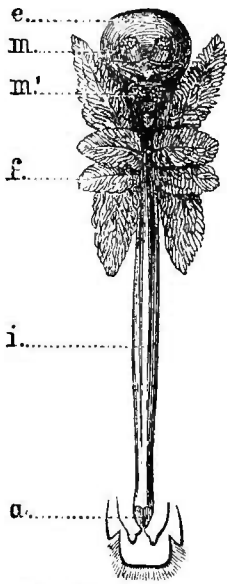


Fig. 58. — Tube digestif de l'Écrevisse.

e, estomac; m, m', muscles; f, foie; i, intestin; a, anus.

L'intestin a un revêtement épithélial, sauf son bout terminal qui présente de nouveau une cuticule chitineuse.

Généralement un foie volumineux débouche dans le tube digestif.

Les *Myriopodes* et les *Arachnides* ont un canal digestif presque rectiligne; celui des *Arachnides* se distingue par ses prolongements latéraux allant jusque dans les pattes.

L'intestin présente des prolongements filiformes, faisant fonction d'organes urinaires, et appelés *tubes de Malpighi*; ils débouchent dans un segment plus ou moins rapproché du rectum (voir p. 451).

Quant aux *Insectes*, leur régime est fort varié. Aussi observe-t-on de grandes différences dans la conformation de certains segments de leur tube digestif.

Chez les *Coléoptères*, les *Névroptères* et les *Orthoptères*, on voit deux lèvres, l'une supérieure, l'autre inférieure, une paire de mandibules et une paire de mâchoires disposées pour broyer les substances dures (fig. 60). Chez les *Lépidoptères*, ces diverses pièces forment une *trompe* servant à sucer (fig. 61); chez d'autres *Insectes* (*Diptères*, *Aptères*), elles se transforment en stylets pour piquer (fig. 59). En un mot, ce sont partout les mêmes pièces qui prennent

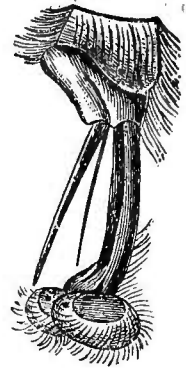


Fig. 59.
Trompe de Mouche.

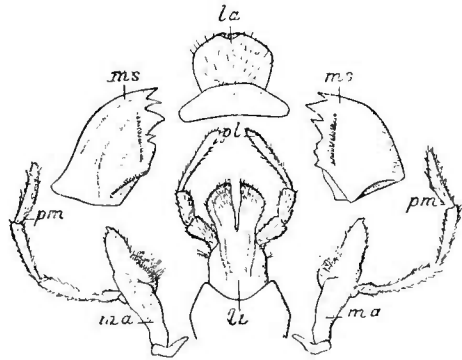


Fig. 60. — Bouche d'un insecte broyeur (Blatte Kakerlac).

la, lèvre supérieure ou labre; ms, mâchoires supérieures ou mandibules; ma, mâchoires inférieures ou maxilles, munies de palpes maxillaires (pm); li, lèvre inférieure, munie de palpes (pl).

En un mot, ce sont partout les mêmes pièces qui prennent

ARTICULÉS.

des formes différentes selon l'usage qu'en fait l'insecte. Dans la cavité buccale viennent s'ouvrir des glandes salivaires (fig. 62 *b*).

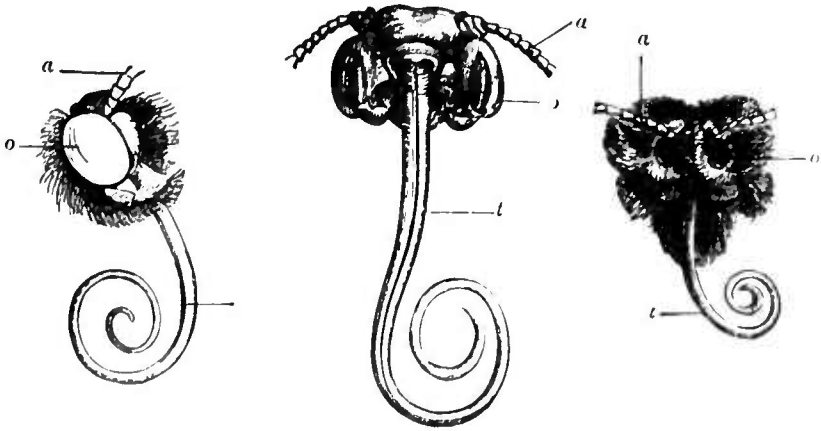


Fig. 61. — Têtes de Papillons.

a, antennes; *o*, œil; *l*, trompe formée par l'allongement des mâchoires.

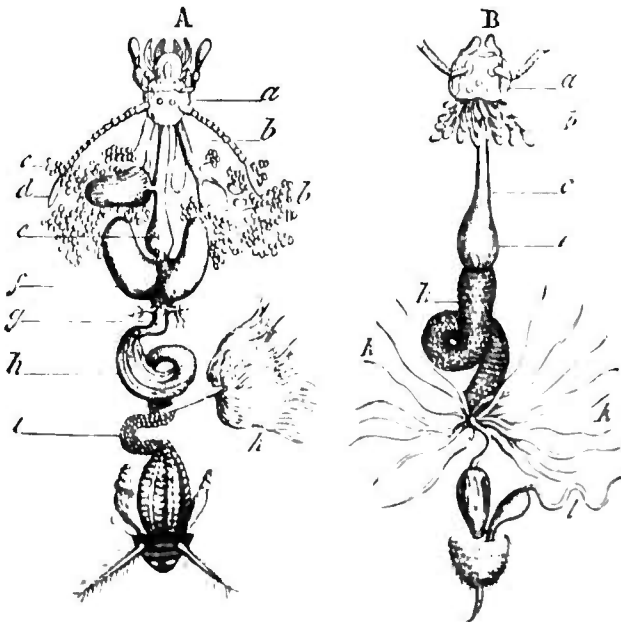


Fig. 62. — A, appareil digestif de la Courtilière; B, appareil digestif de l'Abcille.
a, tête; *b*, glandes salivaires; *c*, œsophage, avec le jabot (*e*; *f*, gésa); *g* et *h*,
 ventricule chylifère; *k*, tubes de Malpiglia; *i*, intestin; *l*, glande du ymn.

Puis vient l'*œsophage*, souvent muni d'un renflement appelé *jabot*.

Chez les Insectes, qui se nourrissent d'aliments solides et durs, le jabot est suivi d'un second renflement, le *gésier* (fig. 62 A, f). Le dernier segment élargi est le *ventricule chylifique*, auquel

fait suite l'intestin, divisé en intestin grêle et en gros intestin (fig. 63).

Quel que soit le nombre des renflements qu'on remarque sur la portion antérieure du tube digestif (jabot, gésier), celle-ci est tapissée d'un revêtement chitineux semblable à celui de la peau; le gésier, par exemple, est parfois muni de dents chitineuses.

Le ventricule chylifique, au contraire, et l'intestin grêle sont revêtus de cellules glandulaires qui opèrent la chylification et l'absorption. Le gros intestin, muni de renflements, est de nouveau tapissé d'un revêtement intérieur de nature chitineuse.

Bien qu'appartenant à un groupe d'animaux d'une organisation supérieure, les *Articulés* n'échappent pas aux conséquences fâcheuses qu'en-

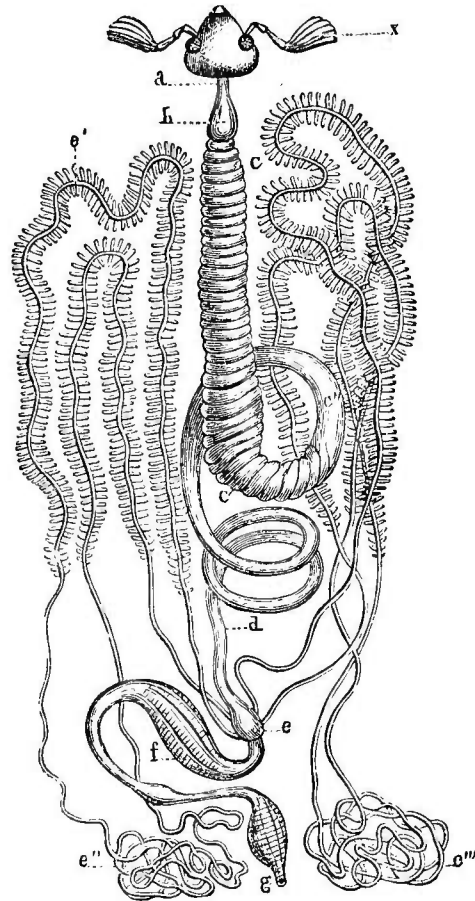


Fig. 65. — Tube digestif du Hanneton.

x, antennes; *a*, œsophage; *b*, jabot; *cc'*, ventricule chylifique; *d*, intestin grêle; *e*, *e'*, *e''*, tubes de Malpighi; *f*, gros intestin; *g*, anus.

traîne la vie parasite : c'est ainsi que certains Crustacés manquent d'anus et qu'on observe l'absence complète de tube digestif chez la larve et l'adulte de certains Cirripèdes (*Rhizocéphales*).

VII. Mollusques. — Les animaux tels que la limace et le poulpe, ont le corps complètement mou, nu ou bien protégé par une coquille, comme l'escargot, l'huître et la moule; ils constituent le groupe des *Mollusques*.

Le tube digestif des Mollusques est un canal à parois propres et à deux ouvertures distinctes, l'une d'entrée et l'autre de sortie. Il se divise en segment antérieur (bouche et œsophage muni souvent d'un jabot (fig. 64 *j*), en partie moyenne (estomac (*e*) et intestin (*i*), et en partie terminale, ou *rectum*. L'intestin se replie

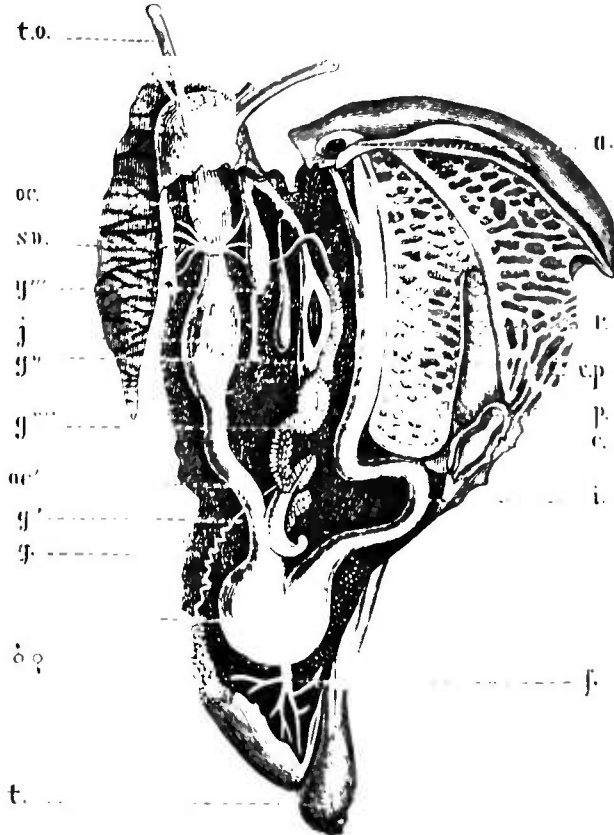


Fig. 64 — Organisation d'un Mollusque, voisin de l'Escargot (A. Lillie).

to, tentacules portant les yeux; *a*, *a'*, œsophage; *sd*, ganglion nerveux; *j*, jabot; *e*, estomac; *f*, foie; *i*, intestin; *a*, anus; *p*, *cp*, poumon et vaisseaux pulmonaires; *r*, rein; *c*, cœcum; *g*, *g'*, *g''*, *g'''* — appareil reproducteur; *t*, testicule.

sur lui-même de sorte que le rectum se dirige du côté de la bouche, au voisinage de laquelle il va s'ouvrir (*a*).

Les *Céphalopodes* présentent des mâchoires en forme de bec de perroquet et nue radula; les *Gastéropodes* ont une langue couverte de dents qui fait office de râpe (radula); les *Acéphales* manquent de mâchoires et de radula, deux replis membraneux entourent le forifice buccal et servent à amener les aliments dans la bouche.

Certains Mollusques sans coquille, tels que l'éolide (fig. 65), présentent le long de leur tube digestif des prolongements ou diverticules, dont les cellules sont chargées de pigment et remplissent le rôle des cellules hépatiques.

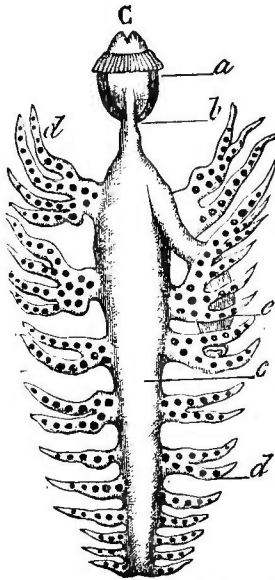


Fig. 65. — Appareil digestif de l'Éolide.

a, bouche avec ses mâchoires chitineuses (*C*); *b*, œsophage; *c*, estomac; *e*, rectum; *d*, appendices du tube digestif chargés de pigment et figurant le foie.

VIII. Vertébrés. — Les Vertébrés sont des êtres dont l'axe du squelette est formé, comme chez l'homme, par une colonne vertébrale. Parmi les *Vertébrés*, il est des animaux possédant des glandes spéciales ou *mamelles*, sécrétant le lait dont ils nourrissent les jeunes : ils forment le groupe des *Mammifères*. D'autres Vertébrés ont le corps couvert de plumes : ils constituent la classe des *Oiseaux*. D'autres encore ont des écailles et respirent au moyen de poumons : on les appelle *Reptiles*. D'autres ensuite, tels que la grenouille et le triton, ont la peau nue et respirent dans le jeune âge ou toute la vie comme le poisson : ils forment la classe des *Amphibiens* ou *Batraciens*. D'autres enfin respirent dans l'eau et ont la peau nue ou couverte d'écailles : ce sont les *Poissons*.

Quelle que soit la classe à laquelle il appartient, le Vertébré possède un canal alimentaire à parois distinctes et rattachées, sur une grande étendue, par un repli séreux (péritoine) à la colonne vertébrale. Les orifices d'entrée et de sortie de ce canal sont situés sur la face ventrale des extrémités opposées du corps.

On peut distinguer à cet appareil divers *segments* : l'un antérieur (bouche, pharynx, œsophage); 2° l'autre moyen (estomac et intestin grêle); 3° un autre terminal (gros intestin).

Le segment moyen reçoit partout les produits du foie et du pancréas.

Les mâchoires se meuvent, chez tous les Vertébrés, dans le sens vertical.

Les différences que présente le canal alimentaire des divers Vertébrés sont déterminées par le régime et le milieu où ils vivent.

A. *Poissons*. — Chez les poissons, la cavité buccale et le pharynx servent au passage des matières alimentaires et de l'eau qui va baigner les branchies.

De nombreuses dents garnissent en général toutes les parties de la bouche et du pharynx.

L'œsophage est court et se continue insensiblement avec

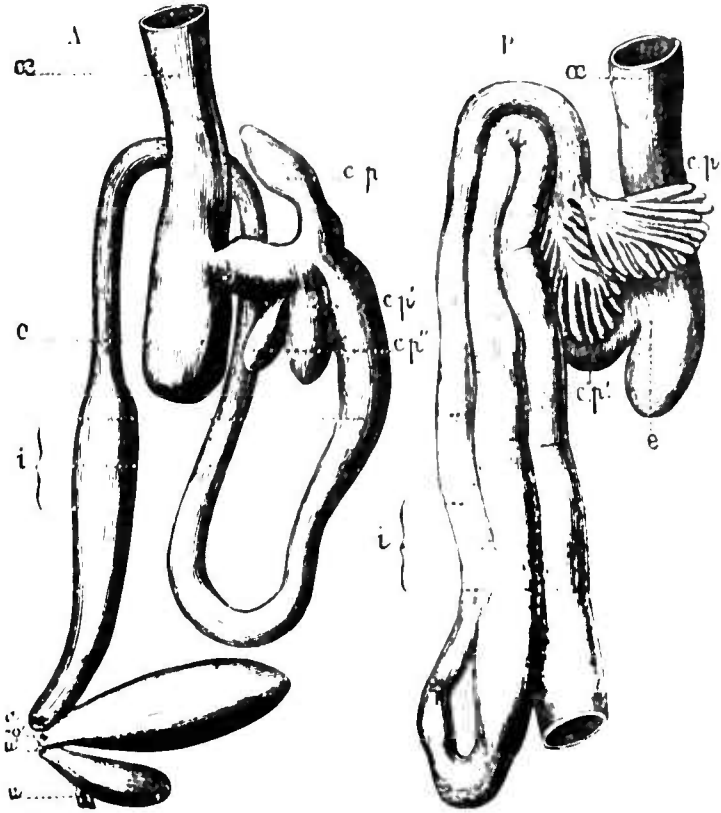


Fig. 66. — Tube digestif des Poissons osseux.

A. Perche.

B. Mugil ou au.

œ, œsophage; e, estomac; cp, cp', cp'', appendices pyloriques; i, intestin; a, anus; u, u', ovaires; u, u', vessie et canal qui conduit l'urine au dehors.

l'estomac; un intestin presque rectiligne lui fait suite. En un mot, le tube digestif conserve plus ou moins la forme et le trajet que nous avons décrits chez les jeunes Mammifères (Voy. p. 16).

De nombreux appendices, dits *pyloriques* (fig. 66, cp), couvrent à la limite de l'estomac et de l'intestin; leur produit de sécrétion agit comme le suc gastrique. Il est à remarquer qu'il existe chez

les Poissons cartilagineux une poche commune où vont se rendre l'urine et les matières fécales, c'est le *cloaque*; mais chez les Poissons osseux l'anus est distinct de l'ouverture des urètres et de celle qui laisse échapper les œufs (fig. 66 A).

La division du travail est donc poussée, chez les poissons osseux, beaucoup plus loin que chez tous les autres Vertébrés.

B. — Les *Batraciens* et les *Reptiles* ont un canal alimentaire presque aussi simple que les Poissons. Sauf les *Tortues*, dont le bec est corné, les *Batraciens* et les *Reptiles* ont de nombreuses dents; mais, chez les crocodiles seuls, les dents sont implantées dans des cavités ou alvéoles des mâchoires.

c. — Les *Oiseaux* ont tous un bec corné et leur canal alimentaire présente, surtout chez ceux qui se nourrissent de graines, les renflements suivants : l'un, sur l'œsophage, s'appelle *jabot* (fig. 67 *b*); l'autre, possédant des glandes gastriques, est nommé *ventricule succenturié* (*c*); un troisième, revêtu intérieurement d'une plaque cornée, est dit *gésier* (*ed*).

Il convient de signaler deux prolongements ou *cæcums* (*i, i*), qu'on trouve sur le gros intestin.

Les Oiseaux, comme les Reptiles, possèdent un *cloaque* (*l*).

D. — *Mammifères*. — Le tube digestif des Mammifères est con-

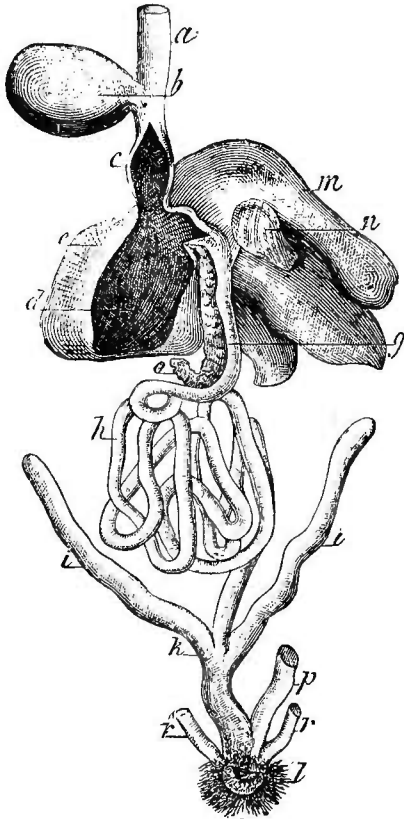


Fig. 67. — Tube digestif d'un Oiseau (Coq).

a, œsophage; *b*, jabot; *c*, ventricule succenturié (ouvert); *ed*, gésier (ouvert); *m*, foie; *n*, vésicule biliaire; *o*, pancréas; *g*, duodénum; *h*, circonvolution de l'intestin grêle; *i, i*, les deux cæcums; *k*, rectum; *p*, conduit des œufs ou oviducte; *rr*, urètres; *l*, cloaque.

de l'homme. Il diffère : 1° par le nombre et la forme des dents; 2° par les mouvements que peut exécuter la mâchoire inférieure;

Explication des figures de la Plaque I (p. 52).

Le *jaune* représente les voies biliaires; le *bleu*, le système de la veine porte, le réseau capillaire du foie et l'origine des veines sus-hépatiques.

Fig. A. — *Figure théorique d'un lobule hépatique d'un vertébré inférieur.*
(poisson, reptile) (très grossie).

Fig. B. — *Section du foie de l'homme, montrant un lobule hépatique complet et une portion des lobules voisins* (L. L. L.) (très grossie).

L. L. lobules;

S, cellules hépatiques;

c' b', canalicules biliaires;

cb, canaux biliaires;

ep, épithélium du canal biliaire que circonscrit une membrane conjonctive;

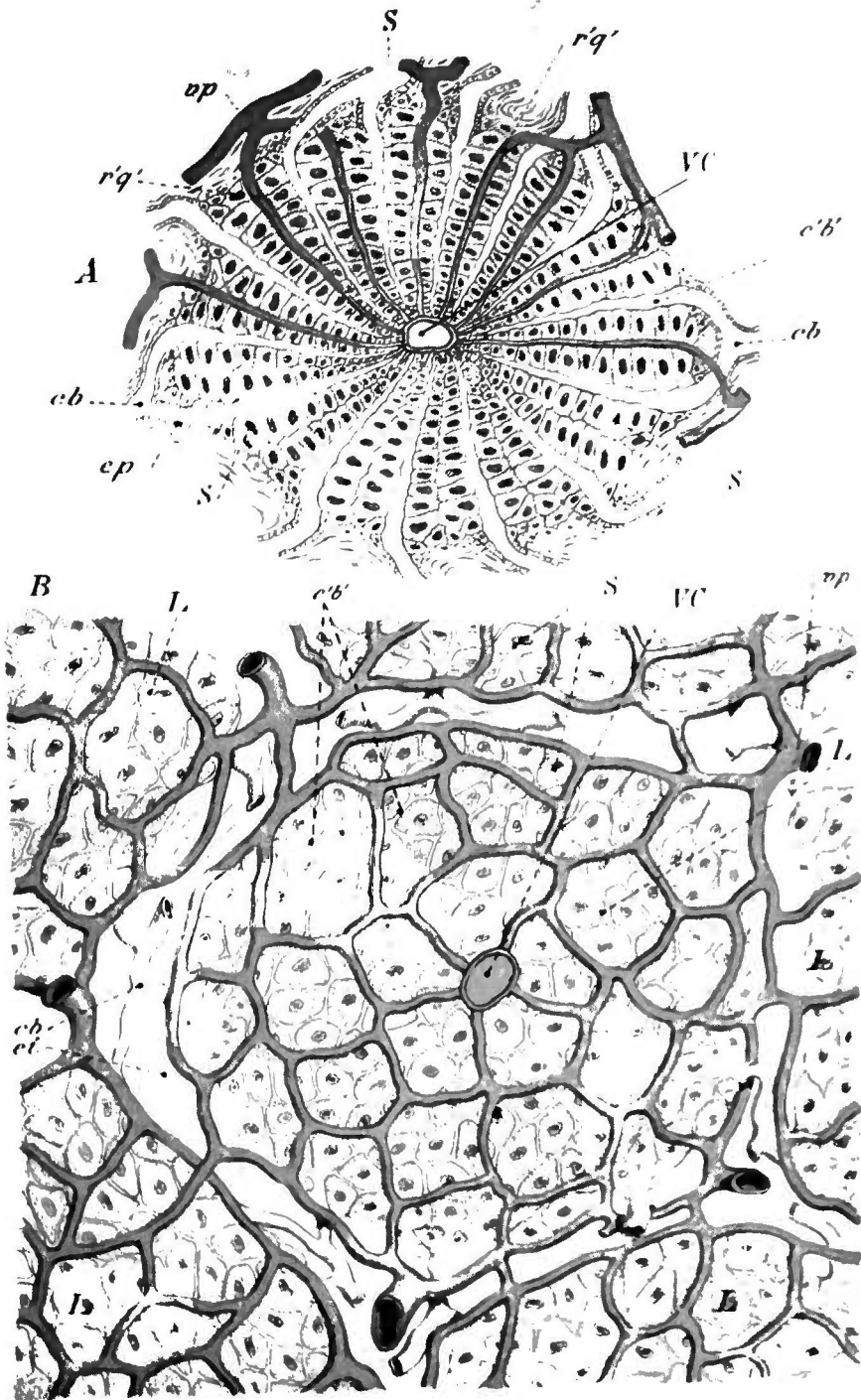
r' q', réseau capillaire du lobule;

vc, veine centrale du lobule, origine des veines sus-hépatiques;

ei, espaces interlobulaires;

vp, branche interlobulaire de la veine porte.

Planche I.



STRUCTURE DU FOIE

3° par le volume de l'estomac; 4° par la longueur de l'intestin.

Denture. — Sauf la baleine et quelques *Édentés*, tous les Mammifères ont des dents implantées dans des alvéoles.

Les *Carnivores* (chat, chien, etc.), ont des incisives petites, des canines pointues et longues, des molaires hérissées de lobes aigus.

Les *Rongeurs* (lapin, lièvre) manquent de canines et le mouvement de leur mâchoire inférieure se fait surtout d'avant en arrière; ils coupent avec les incisives. Le bœuf, le mouton, la chèvre n'ont pas de canines et leur mâchoire supérieure est privée d'incisives. Les mouvements de leur mâchoire inférieure se font surtout dans le sens latéral, de façon à broyer les aliments durs dont ils se nourrissent.

Estomac. — L'estomac des Mammifères est d'autant plus petit que les animaux (chat, chien) se nourrissent d'aliments plus substantiels. Le lapin et le cheval commencent déjà à présenter un estomac plus volumineux : la partie gauche servant de réservoir et la partie droite préparant le suc gastrique. Chez le bœuf, le mouton, la chèvre, etc., l'estomac comprend quatre poches : 1° la *panse* ou *rumen*; 2° le *bonnet*; 3° le *feuillet*; 4° la *caillette* (fig. 68).

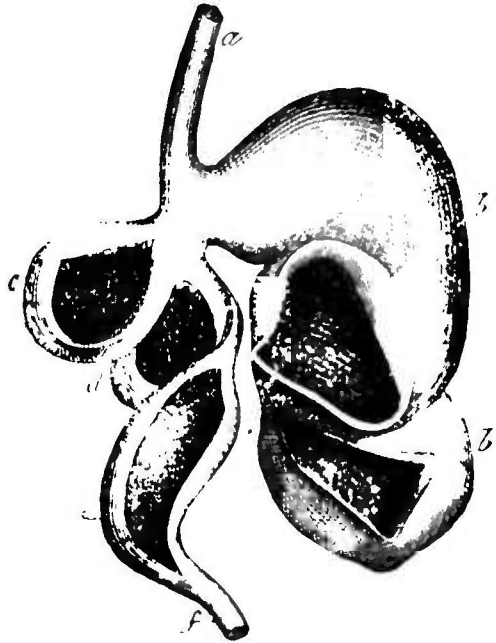


Fig. 68. — Estomac ouvert de Mouton
(Mouton)

a, œsophage; b, panse; c, bonnet; d, feuillet
e, caillette; f, commencement de l'intestin

Les animaux qui sont pourvus de ces quatre poches avalent une première fois les aliments après les avoir grossièrement mâchés. Les aliments s'accablent dans la panse. Plus tard, ils les font remonter dans la bouche, les mâchent complètement (acte de *ruminer*) et les avalent définitivement.

La panse sert donc de réservoir temporaire aux aliments solides, le bonnet aux liquides. Le feuillet achève la trituration des aliments qui passent entre ses lames disposées comme les feuillets d'un livre. La caillette, enfin, joue le même rôle que l'estomac de l'homme en versant le suc gastrique sur les aliments et en les réduisant en chyme.

L'intestin des Mammifères est d'autant plus long que les aliments sont plus durs et contiennent moins de substances nutritives.

Celui du chat (*carnivore*) est long de 2 mètres. L'intestin des animaux qui se nourrissent de substances végétales acquiert une longueur notable : celui du lapin est long de 6 mètres; celui du cheval de 26 mètres, et celui du bœuf de 50 mètres environ.

Cloaque des embryons de Mammifères et des Monotrèmes.

— Les Mammifères ordinaires ont l'orifice (*anus*) qui termine le tube digestif distinct de celui qui livre passage à l'urine venant de la vessie (voir p. 143). Tel est l'état adulte; mais pendant les premiers temps de leur développement, les Mammifères sont conformés comme les Oiseaux le restent toujours. En effet, la vessie n'est à l'origine qu'une portion, une sorte de diverticule de la partie terminale de l'intestin et communique largement avec le tube digestif; autrement dit, la vessie débouche alors dans le rectum. Cet état persiste chez des animaux de l'Australie (*Ornithorhynque* et *Echidné*), qui sont couverts de poils ou de piquants comme les Mammifères, mais possèdent un bec corné comme les Oiseaux; en un mot, ils sont munis d'une poche commune au tube digestif et aux organes urinaires; c'est l'homologue du cloaque des oiseaux (fig. 67). Ces Mammifères inférieurs ont reçu pour ce motif le nom de *Monotrèmes* (*monos*, seul; *tréma*, pertuis). Ajoutons enfin que chez d'autres Mammifères de l'Australie et de l'Amérique, appelés *Marsupiaux* (voir p. 452), le rectum et la vessie se séparent, il est vrai, par une cloison complète, mais ils continuent toute la vie à s'ouvrir l'un près de l'autre dans une poche ou dépression commune de la peau.

CHAPITRE II

APPAREIL CIRCULATOIRE DE L'HOMME

§ 1. — Circulation

But de la circulation. Les produits de la digestion sont absorbés par les parois intestinales et passent ainsi dans les vaisseaux chylifères et sanguins. Comme le chyle lui-même se déverse en fin de compte dans le sang, toutes les parties liquides du sang tirent en définitive leur origine des principes absorbés au niveau du tube digestif. Telle est l'origine des principes qui servent à nourrir et à réparer toutes les parties de l'organisme; pour les mettre en contact avec les tissus les plus éloignés, un système de canaux les transporte et les promène dans l'organisme. Ce n'est pas tout : outre ces principes liquides, les tissus vivants ont besoin de l'un des éléments de l'air, l'*oxygène*; aussi le sang, chargé des matières absorbées dans le tube digestif, va-t-il d'abord se rendre au poumon, faire une provision d'oxygène, de façon à distribuer simultanément aux organes : 1° les *principes nutritifs liquides*; 2° l'*élément gazeux ou oxygène*.

Nous avons à étudier 1° le *sang*, 2° l'*organe ou cœur* qui lui communique son impulsion et les *vaisseaux* qui le transportent. Nous nous occuperons ensuite du *poumon* qui le met au contact avec l'air.

Sang. — Tout le monde connaît le sang. Ainsi que chacun l'a vu sur une coupure, le sang coule d'abord *liquide*; puis peu à peu une portion se prend en une sorte de gelée, devient consistante et se coagule; on dit alors que le sang se caille. Ce changement d'état, qui fait que le sang, de liquide, devient consistant et solide, est un phénomène des plus curieux qu'on peut comparer à ce qui se passe lorsqu'on durcit les œufs dans l'eau bouillante.

Pour rendre les faits plus frappants, on recuit une certaine quantité de sang liquide de poulet, de lapin, etc., dans un vase (fig. 69); on constate, au bout de quelque temps, qu'il s'est partagé en deux parties : l'une liquide, dite le *serum* (petit-lait); l'autre,

de couleur rouge-foncé, représente une sorte de gelée de grosseille, qui nage dans le *sérum* : on l'appelle *caillot* (*coagulum*).

En examinant le *caillot* sous le microscope, on aperçoit des filaments multiples qui s'entre-croisent en tous sens et qui ont fait donner à la substance le nom de *fibrine* (*fibra*, filament). Le réseau formé par ces filaments englobe une quantité énorme de globules (Voir plus loin).

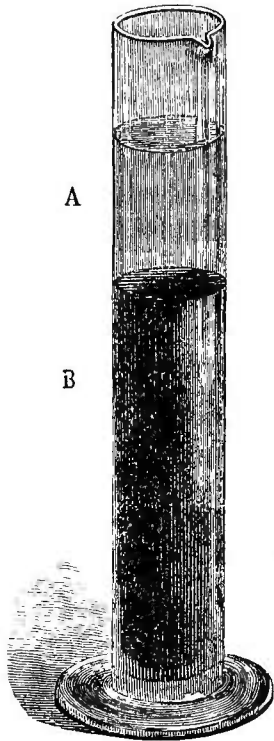


Fig. 69. — Sang qui s'est caillé.

A, sérum ; B, caillot nageant dans le sérum.

Il est facile d'isoler la fibrine : il suffit de battre avec un balai le sang au sortir des vaisseaux ; les filaments de fibrine s'attachent au balai et se présentent sous forme d'une masse blanche opaque et résistante.

Le sang se compose donc de deux parties : 1° de *globules*, 2° d'une partie *liquide*, appelée *plasma*, qui, au sortir des vaisseaux, se décompose en filaments solides (fibrine) et en un liquide, le *sérum*.

Le sérum du sang a une composition des plus complexes et variable à tout moment ; la plupart des produits de la digestion (albumines, glycoses, sels, eau) passent en effet dans le sang, qui les transporte dans les tissus. Dans ces derniers, le sang se charge en outre des produits de déchet résultant du jeu des organes.

Éléments figurés du sang. — Pour étudier les éléments figurés qui nagent dans le plasma sanguin, il suffit de se piquer la pulpe des doigts avec une aiguille. En recueillant la goutte de sang qui sort sur une lame de verre et en l'examinant au microscope, on voit deux sortes de corpuscules : les uns *rouges* (*globules rouges* ou *hématies*) les autres moins nombreux, *incolors* (*globules blancs* ou *leucocytes* (*leucos*, blanc ; *kytos*, cellule).

Les globules rouges ont, chez l'homme et la plupart des Mammifères, la forme de disques excavés sur leurs deux faces (fig. 70, *m*) ; leur grand diamètre est de 7 millièmes de millimètre et leur épaisseur de 2 millièmes de millimètre. Ils ont une couleur rouge due à la présence d'une substance rouge, le hémoglobine.

140 environ, posés bout à bout, pour faire la longueur d'un millimètre, et, en en superposant 500, on aurait la hauteur d'un millimètre. Ils offrent une grande tendance à s'accoler par leurs faces et à s'empiler comme des pièces de monnaie.

Le nombre des globules rouges est considérable; on en compte 5 millions environ dans un millimètre cube de sang, ce qui fait 5×1000

ou 5 billions pour un centimètre cube, et pour un litre 5000×100 ou 5 trillions. Comme il y a environ 5 litres de sang dans le corps, le nombre d'hématies approche du chiffre de 25 trillions.

Composition des globules rouges. Les globules rouges sont formés d'une trame de protoplasma qui est chargée d'une substance spéciale, dite *hémoglobine* (*haima*, sang). L'hémoglobine est une matière albuminoïde qui présente le caractère singulier de renfermer du fer et de cristalliser; aussi porte-t-elle encore le nom d'*hématocristalline*. Pour l'obtenir dans cet état, il suffit de refroidir le sang jusqu'à la congélation en y versant de l'éther; il en résulte un dépôt sous forme de gelée qui, au microscope, montre des tablettes ou aiguilles cristallisées. Leur forme varie selon l'espèce animale dont provient le sang.

L'hémoglobine a des propriétés qui font comprendre le rôle des globules rouges dans la respiration; elle fixe l'oxygène de l'air, et en même temps devient une substance de couleur rouge-rutilant; on l'appelle *oxyhémoglobine* (voir p. 129).

Globules blancs. — Ces globules sont en réalité *micobles*; ils sont moins nombreux que les globules rouges; chez l'homme sain, il n'y a qu'un globule blanc pour 1000 globules rouges.

Les globules blancs présentent l'une des propriétés essentielles du protoplasma, le *mouvement*. Si l'on examine une goutte de sang au microscope, on voit le globule blanc d'abord immobile, pousser sur un point de son corps un ou plusieurs prolongements, appelés *pseudopodes* (*pseudos*, faux; *pous*, *podos*, pied). Ceux-ci s'allongent et la masse du corps confine vers ces prolongements (fig. 71, 2 a) qui grossissent. En même temps que le globule blanc a ainsi changé de forme, son corps se trouve déplacé du côté des pseudopodes. Tel est le mouvement dit *amiboidal* parce qu'on



Fig. 70. — Globules rouges du sang de Mammariens *m*, de Batraciens *o*.

l'observe sur les êtres inférieurs, *les amibes*, qu'on trouve sur les plantes aquatiques.

Sang rouge. Sang noir. — Dès que le sang est au contact de l'air, il se charge d'oxygène, qui se fixe sur l'hémoglobine; celle-ci prend alors une teinte rouge et porte le nom d'*oxyhémoglobine*. 100 grammes d'hémoglobine absorbent 150 centimètres cubes d'oxygène. Tel est le *sang rouge* au niveau du poumon. Nous verrons qu'il est transporté dans cet état dans les tissus, auxquels il abandonne la plus grande partie de son oxygène. Alors il prend une teinte sombre, il devient *sang noir*, qui est ramené de nouveau au poumon où il se transforme en sang rouge et ainsi de suite.

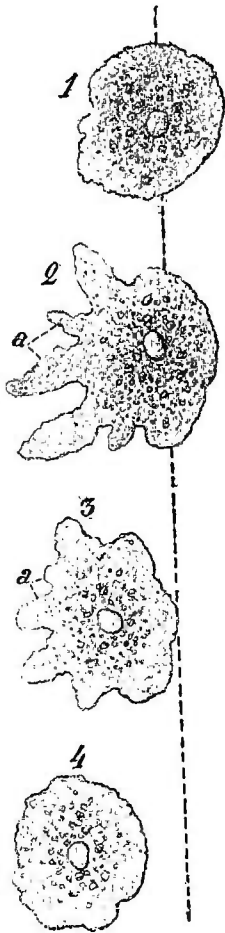


Fig. 71. — Globule blanc.

1, au repos; 2, émettant à gauche, en *a*, des pseudopodes; 3, le protoplasma conflue vers les pseudopodes; 4, globule blanc revenu au repos, après déplacement (d'après le cours de M. Duval).

§ 2. — Cœur et vaisseaux

Le sang est contenu dans un système de canaux qui partent des ventricules du cœur (*artères*) et se ramifient dans les organes en se subdivisant en tubes de plus en plus fins (*capillaires*). Ces derniers se continuent avec les *veines*, qui aboutissent aux oreillettes du cœur.

Cœur. — Le cœur est situé dans la poitrine, entre les deux poumons (fig. 12). En plaçant la main sur la poitrine, au niveau du sein gauche, on perçoit des mouvements et des chocs; ils sont produits par le cœur qui bat.

Le cœur n'est pas à nu dans la poitrine: il est entouré d'une poche fibreuse, le *péricarde* (*péri*, autour; *cardia*, cœur). La surface extérieure du cœur est tapissée, comme

la plupart des viscères, par une séreuse, sorte de bonnet de coton double rappelant le péritoine; la séreuse présente ainsi deux

sur la face intérieure du péricarde. Entre les deux feuillets, existe une cavité virtuelle, se remplissant de liquide dans les péri-cardites. Cette sécrèse permet au cœur de se dilater et de se rétrécir en glissant sur la face intérieure du péricarde.

Après avoir enlevé le péricarde, on voit la masse du cœur, qui a la forme d'une poire et qui atteint la grosseur du poing (poids de 250 à 500 grammes). Le cœur n'a pas une direction verticale, mais il est couché obliquement de haut en bas et de droite à gauche sur le diaphragme, de sorte qu'il a sa base tournée en arrière et à droite, et sa pointe en avant et à gauche. Les gros tronc artériels qui partent du cœur le suspendent dans la poitrine. Pour la commodité de la description, on suppose, comme dans les figures 72 et 75, que la base regarde en haut, la pointe ou sommet en bas, et la face supérieure en avant.

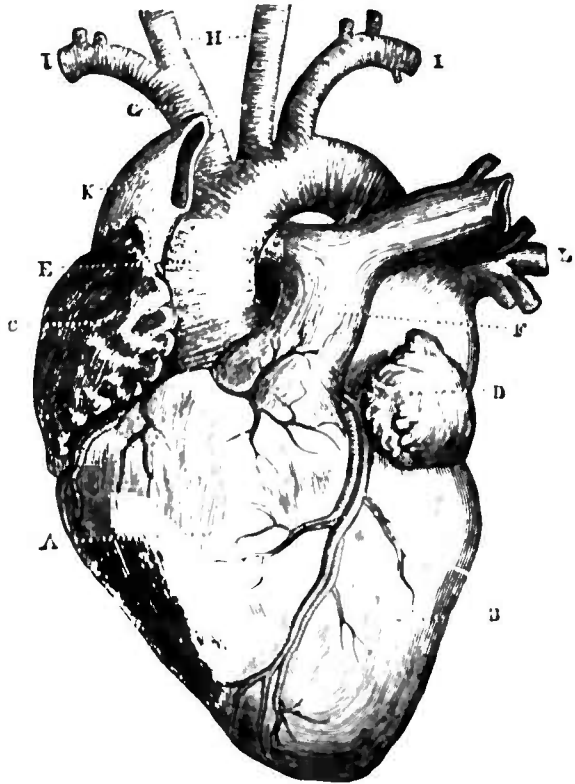


Fig. 72. — Le cœur vu par sa face antérieure.

A, ventricule droit; B, ventricule gauche; C, E, oreillettes droite et gauche, diverticules des artères; F, artère pulmonaire; G, grosse de l'aorte; H, tronc brachio-céphalique; I, artères carotides primitives; J, artères sous-clavières; K, veine cave supérieure; L, veines pulmonaires se jettent dans l'oreillette gauche.

Oreillettes et ventricules. — Les deux tiers du cœur correspondant à sa pointe forment une masse, qu'un sillon vertical partage en deux moitiés inégales ou *ventricules*. Un sillon circulaire sépare les ventricules de la partie supérieure ou *oreillettes* (fig. 72). D'autre part, lorsqu'on pratique sur le cœur une section

verticale (fig. 75), on voit qu'il est formé de deux parties, l'une droite (*cœur droit*), l'autre gauche (*cœur gauche*). Une cloison complète sépare le cœur droit du cœur gauche¹.

Chaque cœur présente deux compartiments : l'un supérieur, l'*oreillette*, et l'autre inférieur, le *ventricule*. Chaque oreillette s'ouvre dans le ventricule correspondant par un orifice situé à leur point de jonction : ce sont les orifices *auriculo-ventriculaires*, l'un gauche et l'autre droit.

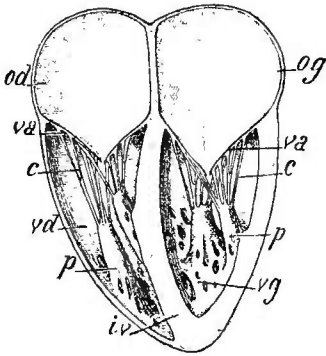


Fig. 75. — Schéma montrant les quatre cavités du cœur.

od, og, oreillettes droite et gauche; *vd, vg*, ventricules droit et gauche; *p, p*, colonnes charnues; *c*, cordages tendineux; *va, vg*, valvules auriculo-ventriculaires; *iv*, cloison inter-ventriculaire.

Valvules auriculo-ventriculaires.

— Ces orifices sont garnis de voiles ou replis membraneux dits *valvules* (fig. 75, *va*) ; ce sont des membranes en forme de manchon dont le bord supérieur s'insère sur tout le pourtour de l'orifice auriculo-ventriculaire, mais dont le bord inférieur est déchiqueté par de profondes échancrures ou *incisures*. La valvule auriculo-ventriculaire droite présente trois incisures qui la partagent en trois lambeaux ou trois

valves : d'où le nom de *valvule tricuspide* (*cuspis*, pointe) ; la valvule auriculo-ventriculaire gauche n'a que deux incisures et deux valves, d'où le nom de valvule *bicuspidale* ou *mitrale*, parce qu'on l'a comparée à une mitre renversée.

La face interne de ces valvules tournée vers l'oreillette est libre et lisse, mais, par leur face externe tournée vers le ventricule et par leur bord, ces valves donnent attache à une série de cordes tendineuses (*c*). Celles-ci vont s'insérer d'autre part à des saillies qui se voient dans l'intérieur des ventricules (fig. 75, *p*).

Le cœur est une masse charnue. — Pour montrer la nature de ces saillies, il nous faut étudier la structure du cœur. Le cœur est une masse de chair creuse ; il est de même nature, formé de la même substance que les muscles du squelette. Ce sont des fibres musculaires *striées* (voir *muscles*, p. 196), qui présentent néanmoins certaines particularités : tandis que les fibres muscu-

1. C'est par rapport au sujet examiné qu'on emploie les termes de *droit et*

lares attachées sur le squelette sont parallèles les unes aux autres, et simplement juxtaposées, nous voyons les fibres du cœur se bifurquer de distance en distance pour communiquer et s'anastomoser avec les fibres voisines (fig. 74).

Les fibres musculaires sont en couches plus épaisses autour des ventricules que sur la paroi des oreillettes. Celle-ci est mince et s'affaïsse; elle n'atteint qu'une épaisseur de quelques millimètres à peine. Le ventricule *droit* qui est chargé d'envoyer le sang au poulmon a des parois plus épaisses que celles des oreillettes (6 millimètres environ), tandis que le ventricule *gauche*, qui est obligé de pousser le sang dans toutes les parties du corps est pourvu de parois deux fois plus fortes (12 millimètres).

La surface intérieure du cœur est hérissée de saillies musculenses appelées *colonnes charnues*. Dans les ventricules elles sont de trois sortes : les unes sont adhérentes sur toute leur longueur; les autres sont fixées par leurs deux bouts et libres dans leur partie moyenne; enfin, les troisièmes, dites *piliers* ou *muscles papillaires* (fig. 75, *p*), sont fixées par une extrémité et s'élèvent dans la cavité en une véritable colonne charnue, d'où partent les cordages tendineux qui vont se terminer sur les valvules auriculo-ventriculaires.



Fig. 74. — Fibres striées du cœur se bifurquant en *a, a*, noyaux des fibres musculaires.

§ 5. Artères, Veines et Capillaires.

Les artères sont les vaisseaux qui partent des ventricules du cœur. Elles sont au nombre de deux à leur origine : l'une naît du ventricule droit, c'est l'*artère pulmonaire* (fig. 72 F). L'autre part du ventricule gauche; c'est l'*aorte* (E). L'aorte et l'artère pulmonaire sont munies, à leur origine, chacune de trois replis en forme de nid de pigeon ou *valvules sigmoïdes*, en forme de la lettre grecque *sigma* (σ) et qui peuvent oblitérer leur lumière.

Artère pulmonaire. L'artère pulmonaire (Pl. H. AP, p. 82)

monte à gauche de l'aorte et, après un trajet de 3 centimètres environ, elle se divise en deux branches, l'une, droite, qui passe sous la crosse de l'aorte et qui va au poumon droit; l'autre, gauche, passe sur l'oreillette gauche et se termine dans le poumon gauche. Nous retrouverons ces vaisseaux, en étudiant le poumon.

Aorte. — L'aorte (*ca*), comme nous l'avons déjà indiqué, monte d'abord et contourne la branche droite de l'artère pulmonaire, puis elle se recourbe en arrière et à gauche (*crosse de l'aorte*) pour

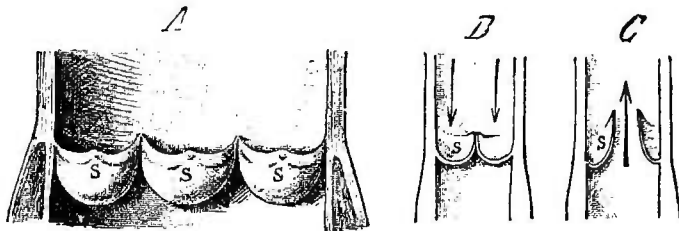


Fig. 75.

A, aorte fendue et étalée pour montrer en S les trois valvules sigmoïdes. — B, aorte coupée en long et montrant le mode de fermeture des valvules sigmoïdes (S) par le courant sanguin s'engouffrant dans la concavité des valvules. — C, valvules sigmoïdes (S) écartées l'une de l'autre et rapprochées de la paroi de l'aorte par le courant sanguin venant du ventricule.

aller s'appliquer sur la colonne vertébrale qu'elle suit en descendant jusque vers la fin des vertèbres lombaires (aorte descendante) (*a*). (Voir aussi fig. 12, p. 18).

De l'aorte se détachent successivement les artères qui vont aux organes. Notons que le cœur lui-même en reçoit (voy. fig. 72), car son tissu ne se nourrit pas directement aux dépens du sang que renferment ses cavités. De la concavité de la crosse de l'aorte naissent en outre deux ou trois artères, qui vont aux bronches et à leurs subdivisions (voir *Poumon*).

Principales artères fournies par l'aorte. — Sur la convexité de la crosse de l'aorte prennent naissance les artères qui vont au cou, à la tête et aux membres supérieurs (fig. 12, p. 18).

Les artères qui vont vers le cou et la tête portent le nom de *carotides*¹ (*cp*), celles qui se distribuent, en passant au-dessous

1. Les Anciens ont appelé ces vaisseaux *carotides*, parce qu'ils leur attribuaient un rôle capital dans la production du sommeil (*caros*, sommeil profond).

ARTÈRES, VEINES ET CAPILLAIRES.

de la clavicule, à l'épaule et aux bras, celui de *sous-clavière* (*as*).

Les sous-clavières (fig. 12, *v.sc*) fournissent une série de branches qui se distribuent aux parois du thorax, au cou, à l'épaule et se continuent enfin en un gros vaisseau (*th*) qui suit l'aisselle et le bras (artères *axillaire*, puis *brachiale* ou *humérale*) pour se diviser au coude : 1° en artère *radiale* (*r*) correspondant au radius et 2° en artère *cubitale* (*c*), qui longe le cubitus. En donnant des rameaux aux organes près desquels elles passent, en se divisant et en se subdivisant, ces artères arrivent jusqu'à la main et au bout des doigts.

Les carotides se comportent de même du côté de la tête.

L'aorte descendante (*a*) fournit des artères à toutes les parties du tronc.

Elle donne en outre des artères volumineuses aux organes digestifs : 1° à la hauteur de la face inférieure du foie, le *tronc cœliaque* (*ca*), ventre, qui n'a qu'un trajet de 1 centimètre, et qui se divise en trois artères, pour l'estomac, le foie et la rate.

Ensuite naissent de l'aorte les artères de l'intestin allant se loger entre les deux feuilles du mésentère (*mésentériques*), et à la hauteur du rein, l'artère *rénale*, une de chaque côté (*re*).

Près du bassin, l'aorte fournit deux branches, les *artères iliaques primitives* (*ai*), qui, après un trajet de 5 centimètres environ, se divisent chacune en iliaque interne et externe. L'iliaque interne plonge dans le petit bassin pour donner des rameaux à la vessie (*V*) et aux organes avoisinants; l'externe se dirige vers la cuisse pour devenir l'*artère femorale* (*af*). Celle-ci se comporte, vis-à-vis du membre inférieur, comme l'humérale dans le membre supérieur.

Mode de division des artères. Capillaires. — En examinant les artères, on voit leur calibre diminuer à mesure qu'elles s'éloignent de l'aorte. En même temps les artères se divisent en branches plus nombreuses (fig. 76), qui présentent ce fait remarquable qu'elles s'unissent souvent entre elles, c'est-à-dire qu'elles s'anastomosent (*stoma*, bouches). Enfin leurs rameaux se terminent par des tubes si fins (fig. 77 et 78) qu'on les a comparés à des cheveux; ce sont les vaisseaux *capillaires* (*capillus*, cheveu). Ceux-ci sont beaucoup plus fins que leur nom ne l'indique, car leur lumière peut, dans certains organes, à peine livrer passage à un globule rouge. Le plus souvent leur

calibre ne dépasse pas le double du diamètre d'un globule rouge. Les capillaires forment dans les tissus, en s'anastomosant, des réseaux de forme variable, mais qui les sillonnent en tous sens, circonscrivant dans leurs mailles les éléments des tissus et des organes. La figure 77 montre à un faible grossissement les branches terminales d'une artériole (*a*) qui se continuent par un réseau plus fin (*c*), les *capillaires*. Ceux-ci se réunissent à gauche en tubes plus gros (en *v* sur la figure 78) : ce sont les *radicules*

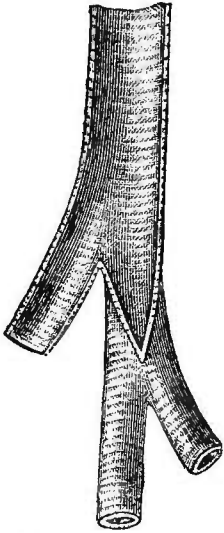


Fig. 76. — Artère ouverte et se divisant en trois branches.

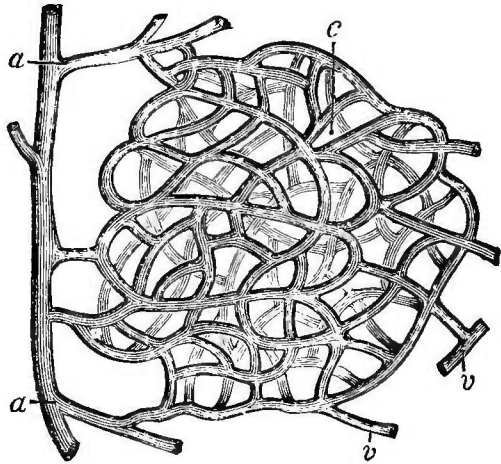


Fig. 77. — Réseau capillaire d'un lobule de graisse.

a, artériole ; *v*, veinule ; *c*, capillaires.

des *veines* ou *veinules* (*v*). Les capillaires sont donc les tubes intermédiaires entre les artérioles et les veinules.

Veines. — Les veinules, continuant à se réunir les unes aux autres, forment les veines visibles à l'œil nu. Les veines des viscères sont ordinairement en même nombre que les artères (*branches de la veine porte, veines rénales*). Mais, dans les membres, on trouve deux veines, dites *satellites*, pour chaque artère ; elles portent le même nom qu'elle, de sorte que nous aurons *deux* veines radiales, *deux* veines cubitales, *deux* veines humérales, etc. De plus on trouve sous la peau, un certain nombre de veines *superficielles* ou *sous-cutanées*, qui n'accompagnent pas de troncs artériels. En examinant celles du dos de la main, on en voit un bel

exemple et l'on y peut se rendre compte des membraneuses anastomoses que s'envoient ces vaisseaux.

Dès que les veines arrivent à la racine des membres, elles se réunissent (superficielles et profondes) en un tronc unique : les veines des membres abdominaux vont former la veine cave inférieure (pl. II, *vi*) située à droite de l'aorte abdominale. Celle-ci monte le long de la colonne vertébrale : elle reçoit, chemin



Fig. 78. — Réseau capillaire.

a, artériole; *r*, réseau capillaire; *c*, veinules; *e*, grosse veine plus profonde.

faisant, toutes les veines qui proviennent de la partie du corps située au-dessous du diaphragme; enfin elle se termine dans l'oreillette droite.

Les veines de la tête et du cou, *jugulaires* (*jugulum*, 202), celles des membres thoraciques (*sous-clavières*) se réunissent en un tronc unique, appelé *veine cave supérieure* (1). Celle-ci, nous le savons, se termine à la surface supérieure de l'oreillette droite (fig. 72, *k*).

Artère et veines pulmonaires. — Les branches gauche et droite de l'artère pulmonaire se comportent dans le poumon comme les divisions de l'aorte dans le reste du corps en formant un réseau capillaire des plus riches, auquel font suite les veinules. Celles-ci se réunissent dans chaque poumon en deux *veines*, dites *pulmonaires*. Il existe donc quatre *veines pulmonaires* qui vont aboutir à l'oreillette gauche (fig. 84 et 85).

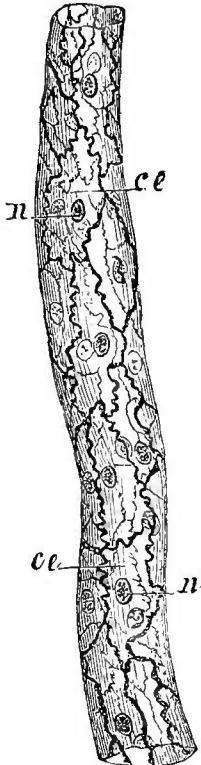


Fig. 79. — Capillaire nitraté.
ce, cellule épithéliale avec son noyau (n).

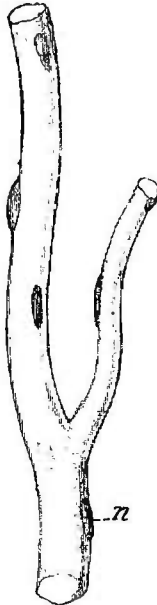


Fig. 80. — Capillaires sanguins avec les noyaux de la paroi.

Structure des capillaires.

— Les capillaires (fig. 80) représentent des tubes transparents et hyalins (*hyalos*, pareil à du cristal). En y ajoutant une goutte de carmin, on aperçoit des noyaux de distance en distance; et enfin en y versant une solution de nitrate d'argent en pleine lumière, on voit peu à peu dans l'intervalle de deux noyaux se dessiner un liséré noir, à trajet sinueux (fig. 79). Autrement dit, la paroi du capillaire est formée de cellules minces de 1 millimètre de millimètre, dont les bords ondulés s'engrènent avec les dentelures des cellules voisines et circonscrivent la lumière du capillaire. Celui-ci résulte donc de la juxtaposition de cellules épithéliales dites *endothéliales*.

Structure des artères. — En nous dirigeant vers les artérioles, nous constatons que cette couche endothéliale (fig. 81, ce) s'y continue et repose même sur une lame mince de tissu conjonctif formant ensemble ce qu'on appelle la *tunique interne* (fig. 81, e) des artères. Mais, déjà sur les artérioles, on voit apparaître, en dehors de la tunique interne, une seconde tunique, composée d'une série de faisceaux de *fibres musculaires lisses*, qui s'enrou-

lent en spirale autour de la tunique interne. Dans les artérioles, la seconde tunique est donc une tunique *musculaire* (*m*). En augmentant de calibre, les artères s'entourent en outre d'une troisième tunique, formée de tissu conjonctif : c'est la *tunique adventice* ou *externe* (*v*). Les artères de petit calibre de 1 à 5 et même $\frac{1}{4}$ millimètres de diamètre ont cette structure et sont dites *artères musculaires*. Mais en arrivant aux artères de moyen calibre (humérale, fémorale) on voit apparaître, entre les faisceaux de fibres musculaires de la tunique moyenne, un réseau de fibres élastiques. Celui-ci prend un développement énorme dans les grosses artères, en même temps que les fibres musculaires diminuent, de telle sorte que la tunique moyenne devient gaine et élastique et que le vaisseau reste béant lorsqu'on le coupe. Les grosses artères ont donc une tunique moyenne *élastique*, tandis que les petites artères ont une tunique moyenne *musculaire*.

Telles sont les tuniques que l'on distingue dans les parois des artères. Il est nécessaire d'ajouter que ces trois tuniques forment un tout continu et qu'il est impossible de les séparer avec la pince et le scalpel. L'élément qui assure cette unité est le tissu élastique formant un réseau continu depuis les cellules endothéliales de la face interne jusqu'à la face externe de la paroi artérielle. Seulement ce réseau prédomine dans la partie moyenne des grosses artères et leur donne leur propriété fondamentale, l'*élasticité*.

Valvules des veines. En fendant en long la veine d'un membre et en regardant l'intérieur du vaisseau, on voit de distance en distance des sortes de nids de pigeon, rappelant par leur forme les valvules sigmoïdes de l'artère pulmonaire ou de l'aorte : ce sont les *valvules des veines* (fig. 82), qui sont disposées **alternativement l'une vis-à-vis de l'autre**. Les valvules sont situées sur la

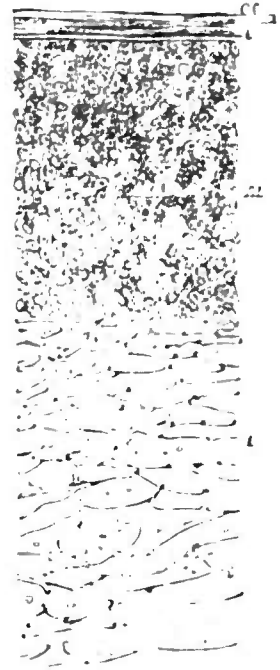


Fig. 81. — Coupe en long d'une petite artère.

cc, tunique interne avec son revêtement endothélial. e, m, tunique moyenne avec fibres musculaires. Tissus coupés en travers. v, tunique adventice.

breuses dans les veines des membres, et plus abondantes encore dans les membres abdominaux que dans les thoraciques.

Les veines pulmonaires, les veines caves, la veine porte, la veine rénale, etc., manquent de valvules. En somme, les valvules se sont surtout développées dans les vaisseaux où il fallait des soupapes empêchant que la pesanteur, les contractions musculaires, etc., ne fissent refluer le sang vers les extrémités.

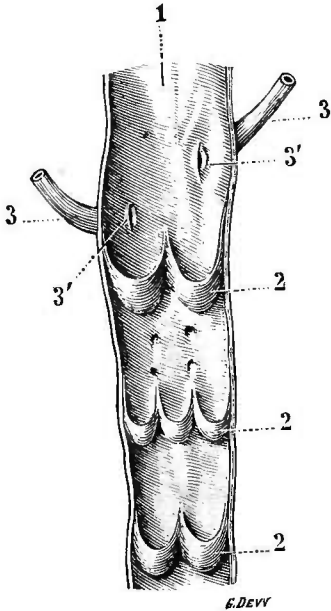


Fig. 82. — Valvules veineuses.

1, Veine fendue en long et étalée; 2, 2, 2, valvules; 3, 3, 3, veinules qui débouchent dans le tronc veineux; 3', 3', orifices de ces veinules.

Structure des veines. — Les veines ont des parois beaucoup plus minces que les artères et s'affaissent lorsqu'on les sectionne en travers. Une couche de cellules plates, semblable à celle des capillaires et des artères, revêt leur face interne et repose sur une paroi formant un tout continu comme dans les artères. Cette paroi a également un réseau élastique des plus fins et des plus élégants, dont les mailles renferment du tissu conjonctif et souvent des fibres musculaires lisses. Selon la disposition de celles-ci, on a voulu également distinguer plusieurs tuni-

ques à la paroi veineuse; mais, tandis que les uns admettent trois tuniques, d'autres en trouvent quatre, et d'autres enfin deux seulement. Répétons que la paroi vasculaire forme un tout continu, constitué par un réseau élastique, du tissu conjonctif et du tissu musculaire. Ce dernier peut manquer complètement (veines de la dure-mère). Dans d'autres veines, le tissu musculaire peut former une couche interne circulaire, une couche externe longitudinale (veine porte, veine rénale, etc.). Dans d'autres veines enfin, une couche musculaire à direction longitudinale vient se placer en dedans des deux précédentes (veines iliaques, crurales).

Les valvules sont des replis de la tunique interne des veines. La présence des valvules donne aux veines un aspect particulier : la paroi veineuse est dilatée au-dessus des valvules en une poche,

ce qui donne à la veine une apparence de chapelet. Ce qui est plus intéressant, c'est que chaque segment, en se divisant, va donner ou recevoir une branche, dite *collatérale*, qui le fait s'aboucher (s'anastomoser) avec un segment semblable d'une veine voisine (fig. 82).

§ 4. — Circulation du sang

Les anciens croyaient que les artères étaient remplies d'air : de là le nom de ces vaisseaux (*aer*, air; *lérèin*, conserver). Ils ignoraient les capillaires. Ils pensaient que le sang était renfermé dans les veines, où il subissait, dans certaines conditions, un mouvement de flux et de reflux.

En 1545, Michel Servet décrivit le premier le trajet du *sang noir* partant du ventricule droit, passant par l'artère pulmonaire, traversant le poumon et revenant par les veines pulmonaires au cœur gauche. On donna à ce parcours du sang le nom de *petite circulation*.

Un peu plus tard, vers 1569, le médecin italien André Cesalpin vit le sang s'accumuler dans les extrémités, quand il avait comprimé ou lié les veines.

Au commencement du xvii^e siècle, le médecin Anglais Harvey soupçonna que les valvules devaient favoriser le retour du sang noir des extrémités vers le cœur. Il appliqua à démontrer le cours régulier du sang.

En haut, par exemple, une veine du bras ou la voit se gonfler du côté des extrémités : si la veine est piquée au dessous de la ligature, le sang s'échappe plus abondamment que si l'on n'a pas fait de ligature ; du côté du cœur, au contraire, la veine se flasque et, si on l'ouvre, on la trouve vide de sang.

Si l'on répète la même expérience sur une artère, la radiale, par exemple, elle se comporte tout différemment : elle se remplit de sang *au-dessus* de la ligature (c'est-à-dire, entre celle-ci et le cœur) et se vide *au-dessous*. Harvey établit ensuite que les contractions du ventricule gauche chassent le sang dans les artères des extrémités, tandis que les veines correspondantes le ramènent aux oreillettes.

S'appuyant sur de nombreuses expériences semblables, et répétées un grand nombre de fois pendant treize ans,

Harvey démontra définitivement que le sang rouge part du ventricule gauche, qu'il est dirigé, par l'aorte et ses branches, vers les différents organes du corps et que les veines le ramènent ensuite à l'oreillette droite.

Il donna le nom de *grande circulation* au circuit (fig. 85) formé par l'aorte (*h*) et ses branches (*i'*), puis par les veines caves (*a*), et parcouru par le sang depuis le ventricule gauche jusqu'au ventricule droit. Il l'opposa à la *petite circulation*, c'est-à-dire au trajet que parcourt le sang qui part du ventricule droit, passe successivement par l'artère pulmonaire (*d*), le poumon (*i*), les veines pulmonaires (*e*) et revient à l'oreillette gauche.

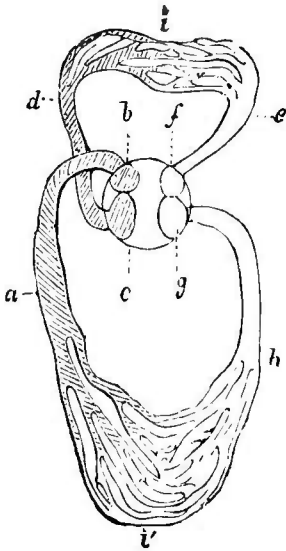


Fig. 85. — Figure théorique de la circulation du sang chez l'homme; elle s'applique également aux mammifères et aux oiseaux.

a, veine cave; *b*, oreillette droite; *c*, ventricule droit; *d*, artère pulmonaire; *e*, veines pulmonaires; *f*, oreillette gauche; *g*, ventricule gauche; *h*, aorte; *i*, réseau capillaire pulmonaire; *i'*, réseau capillaire général.

Le sang décrit un seul cercle. — Au lieu de distinguer une grande et une petite circulation, il est plus simple de diviser, avec BICHAT (1800), cette fonction en deux phases : « l'une porte le sang des poumons dans toutes les parties du corps; l'autre le ramène de toutes les parties aux poumons. La première est la circulation du sang rouge; la seconde, celle du sang noir ».

Circulation du sang rouge. — Comme le montre la figure 85, le sang, devenu rouge dans les capillaires des poumons (*i*), passe dans les veines pulmonaires (*e*); celles-ci le versent dans l'oreillette gauche du cœur (*f*), qui le transmet dans le ventricule gauche (*g*). Ce dernier le pousse dans l'aorte (*h*), qui le distribue dans les capillaires (*i'*) de tous les organes du corps. « Le sang rouge est donc continuellement porté du système capillaire du poumon au système capillaire général » (Bichat).

Circulation du sang noir. — Dans le système capillaire général, le sang rouge perd une partie de son oxygène et devient du sang noir. Celui-ci entre dans les radicules du système des veines caves

supérieure ou inférieure (*a*), qui le portent à l'oreillette droite (*b*). Celle-ci l'envoie dans le ventricule droit (*c*), qui le pousse dans l'artère pulmonaire (*d*) et de là aux capillaires du poumon (*e*). Le sang noir se porte donc incessamment du système capillaire général au système capillaire du poumon.

Les deux circulations sont ainsi isolées partout, — excepté à leur origine et à leur terminaison, où le sang rouge et le sang noir se transforment alternativement l'un en l'autre et communiquent pour cela par les vaisseaux capillaires. Quoique les deux portions du cœur soient assemblées en un organe unique, cependant on peut les considérer comme constamment indépendantes dans leur action. Il y a vraiment deux cœurs, l'un à droite, l'autre à gauche. Tous deux pourraient peut-être aussi bien remplir leurs fonctions, s'ils étaient séparés, qu'étant adossés comme ils le sont » (Bichat)¹

Fonctionnement du cœur.

Pour comprendre le mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires et la façon dont le sang circule dans les cavités du muscle cardiaque, il nous suffira de décrire l'état du cœur gauche, par exemple, au repos et au moment de la contraction des parois ventriculaires. À l'état de repos (fig. 84) le sang afflue par l'orifice des veines pulmonaires (*vp*) dans l'oreillette gauche; les deux valvules (*vm* et *v'm'*) de la valvule mitrale sont éloignées l'une de l'autre, de sorte que la cavité de l'oreillette se continue en une sorte de

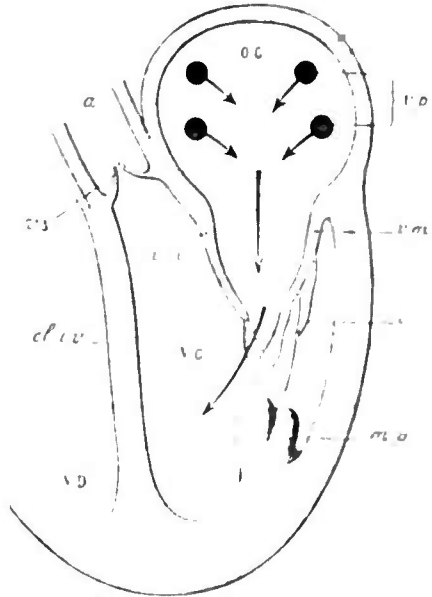


FIG. 84. — Schéma pour montrer le ventricule gauche, à l'état de repos.

OG, oreillette gauche; VG, ventricule gauche; VD, ventricule droit; *a*, aorte; *vp*, orifices des veines pulmonaires; *mp*, muscle papillaire; *c*, cordages tendineux; *vm*, *v'm'*, les deux valvules de la valvule mitrale. Les flèches indiquent la direction du courant sanguin; *rv*, valvules sigmoïdes.

1. Cette vue de Bichat semble réalisée chez un mammifère *macaca mulatta*, dont le cœur gauche est distinct *extérieurement* du cœur droit.

long canal (indiqué par la flèche) jusque dans le ventricule. Lorsque les parois de l'oreillette se contractent, elles n'ont à déployer qu'une énergie très faible pour chasser dans le ventricule le sang contenu dans sa cavité et dans le canal inter-valvulaire.

Dès que le ventricule est plein de sang, ses parois se contractent dans toute leur masse; d'où diminution de sa cavité. Les

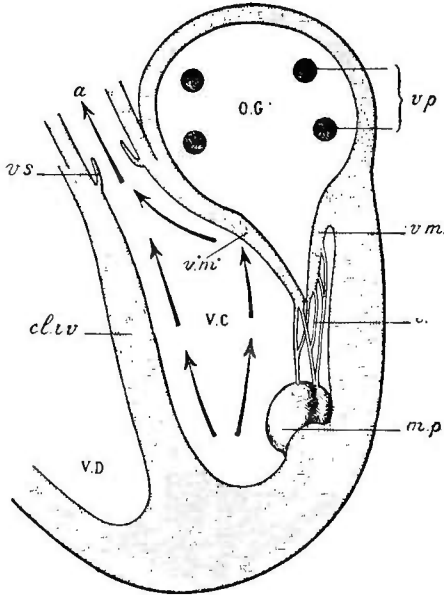


Fig. 85. — Schéma du cœur gauche au moment de la systole ventriculaire.

OG, oreillette gauche; VG, ventricule gauche; VD, ventricule droit; a, aorte; vp, orifices des veines pulmonaires; mp, muscle papillaire; c, cordages tendineux; vm, v'm', les deux valves de la valve mitrale qui est attirée à gauche et dont les bords sont accolés tandis que les valvules sigmoïdes (vs) sont éloignées les unes des autres.

muscles papillaires (mp) participent à la contraction générale et tendent les cordages tendineux de façon à affronter et à accoler énergiquement les bords des deux valves auriculo-ventriculaires (fig. 85). C'est ainsi que se produit l'occlusion hermétique de l'orifice auriculo-ventriculaire, en même temps que les deux valves sont rapprochées de la paroi ventriculaire (fig. 85).

Ainsi l'orifice auriculo-ventriculaire est non seulement fermé, mais l'espace, qui se trouve entre la cloison interventriculaire et la valve correspondante est notablement élargi. Aussi le sang, pressé de toutes parts par la contraction des parois ventriculaires, s'engage-t-il dans l'espace précité, refoule les valvules

sigmoïdes (vs) et est précipité dans l'aorte (a).

Le cœur droit fonctionne d'après un mécanisme analogue, si ce n'est qu'il contient du sang noir.

On donne le nom de *systole* (*systello*, je contracte) à la contraction des fibres musculaires du cœur : la *systole auriculaire* précède toujours la *systole ventriculaire*. La systole du cœur se répète environ 70 fois par minute, chez l'homme; elle est suivie

chaque fois d'une dilatation des parois du cœur, la *diastole* (*diastello*, je dilate) correspondant au repos des fibres musculaires. La durée de la contraction des oreillettes n'est que d'un dixième de seconde; elle est suivie presque immédiatement de la contraction des ventricules, qui a une durée de 5/10 de seconde, enfin vient le repos durant 6/10 de seconde.

Rôle des valvules sigmoïdes. Dès que la contraction ventriculaire cesse, le sang de l'aorte et de l'artère pulmonaire tend à revenir dans le ventricule correspondant, en raison de la forte pression à laquelle il est soumis dans ces vaisseaux (voir plus loin). C'est alors que les valvules sigmoïdes entrent en jeu; la colonne sanguine qui reflue s'engage dans la concavité des valvules, en redresse les bords, par un mécanisme qui rappelle pour chaque valvule la façon dont on ouvre la poche de son gilet quand on y met la main: plus la main enfoncée, plus les parois de la poche s'écartent. Les bords libres des *trois* valvules ainsi redressés, arrivent au contact, s'accrochent et obtèrent la lumière du vaisseau (fig. 75, B).

Bruits du cœur. — Lorsqu'on applique l'oreille sur la région du cœur de l'homme, on entend deux bruits qu'on a comparés au tic-tac d'une montre. Le premier bruit est le plus prononcé du côté de la pointe du cœur, tandis que le second est plus intense du côté de la base. Le premier bruit est plus prolongé et plus sourd, le second plus court et plus clair. Le premier bruit se produit pendant la contraction des ventricules, le second au début de la diastole des ventricules. Le premier bruit résulte des *vibrations* des parois ventriculaires; ces vibrations sont produites: 1° par la contraction des ventricules, 2° par l'augmentation de la tension sanguine, 3° par le frottement du sang, qui est poussé dans l'aorte et l'artère pulmonaire. Le second bruit résulte du choc en retour de l'onde artérielle qui redresse et fait *vibrer* les valvules sigmoïdes.

La succession normale des bruits du cœur a une grande importance pour le médecin, parce qu'elle indique l'état des valvules. Que les valvules soient altérées par la maladie, qu'elles ferment incomplètement l'un ou l'autre orifice, il se produira des bruits anormaux (*souffle*, etc.), dont la nature et le siège permettront de diagnostiquer la lésion.

Choc du cœur. — En regardant attentivement la poitrine au niveau de la pointe du cœur sur une personne nue, on voit

un léger soulèvement à chaque contraction. En y appliquant le doigt, on perçoit un battement. Si l'on saisit entre les doigts le cœur d'un animal vivant, il produit une sensation analogue sur toute sa surface au moment où il se contracte. Le choc du cœur est donc dû à la contraction des fibres musculaires des ventricules : de flasques, elles deviennent brusquement très dures et déterminent un ébranlement, qui se traduit par le choc du cœur.

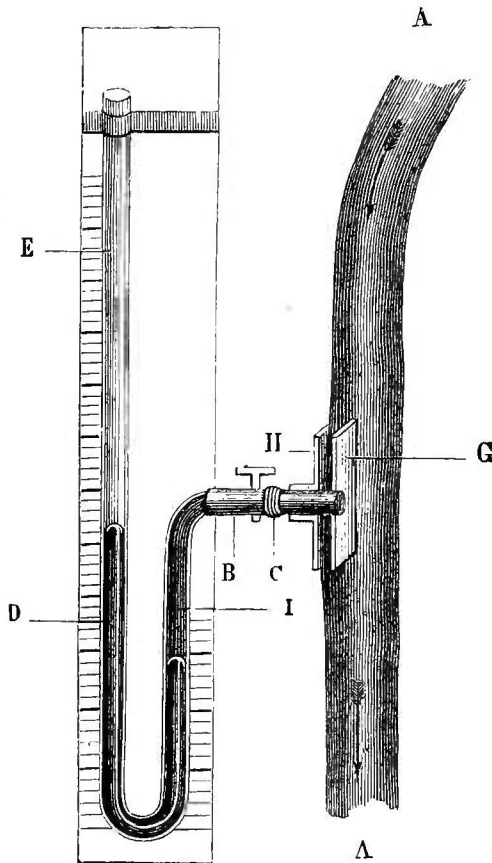


Fig. 86. — Appareil pour mesurer la tension du sang. (Hémo-dynamomètre de Poiseuille.)

DEIC, tube de verre recourbé deux fois et renfermant du mercure en DI; AA, artère; BC, tube introduit dans l'artère divisée au moyen de l'ajutage II G.

introduite dans l'artère (fig. 86) et y est fixée au moyen d'un ajutage (G II). Le sang s'écoule dans la branche horizontale du

Circulation du sang dans les artères. —

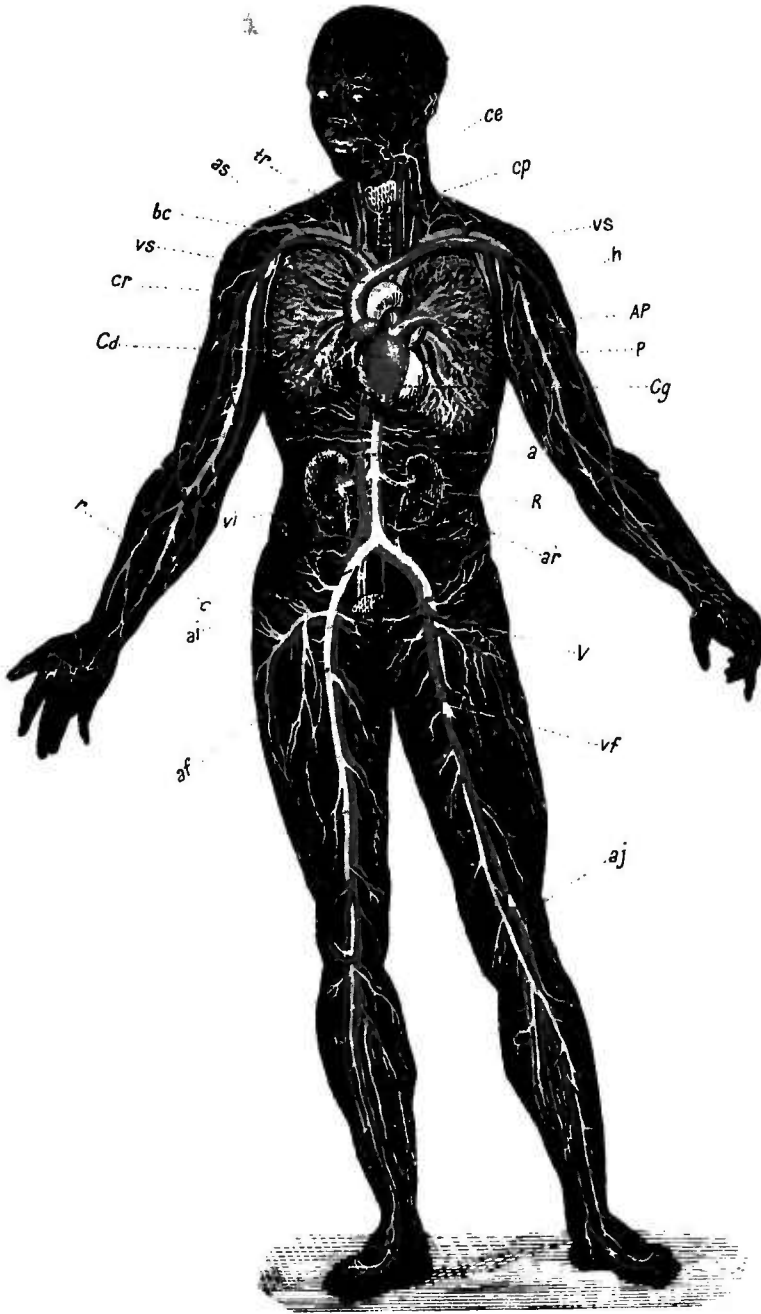
Chaque systole ventriculaire lance dans les artères une masse de sang évaluée à 180 grammes environ. Cette nouvelle colonne sanguine pousse l'ancienne devant elle du côté des capillaires, en même temps qu'elle dilate la paroi artérielle. Cette dernière, qui est élastique, se laisse distendre et revient en vertu de son élasticité sur elle-même, au moment où cesse la contraction ventriculaire. Il en résulte que le sang est soumis, dans tout le système artériel, à une certaine pression : c'est la *tension du sang*. Pour la mesurer sur le chien ou le cheval, on se sert, comme l'a fait Poiseuille le premier, d'un tube recourbé en U, qui est un manomètre à mercure.

La courte branche est in-

Explication de la planche 41 (p. 82).

ORGANES DE LA CIRCULATION

Cd, cœur droit ;
AP, artère pulmonaire ;
P, pommou ;
Cg, cœur gauche ;
Cr, crosse de l'aorte ;
bc, tronc brachio-céphalique ;
as, artère sous-clavière ;
cp, carotide primitive ;
ce, carotide externe ;
tv, trachée-artère ;
a, aorte abdominale ;
ai artère iliaque ;
af, artère fémorale ;
aj, artères de la jambe ;
R, rein ;
ar, artère rénale ;
vs, veine cave supérieure
vi, veine cave inférieure
vf, veine fémorale ;
V, vessie.



ORGANES DE LA CIRCULATION

tube *I*, presse sur le mercure, qui s'élève dans l'autre branche; la hauteur à laquelle monte le mercure indique la tension du sang. Dans les grosses artères, cette tension fait équilibre à une colonne mercurielle de 25 centimètres de haut, chez le cheval, de 15 centimètres chez le chien. Chez l'homme, on a trouvé par d'autres procédés, qu'elle correspond à une colonne mercurielle de 20 centimètres de mercure, équivalente à une colonne d'eau de plus de 2 mètres. Elle augmente légèrement à chaque systole, mais elle va en diminuant à mesure qu'on s'adresse à des artères plus éloignées du cœur.

Cette tension permanente de l'arbre artériel est donc produite par la systole ventriculaire et subordonnée à l'élasticité des artères.

Influence de l'élasticité artérielle sur la circulation. — L'onde sanguine projetée par le cœur distend la paroi artérielle. Le tissu élastique de l'artère agit à la façon d'un ressort, qui rend l'effort qu'il a reçu : il joue le même rôle que la chambre à air de la pompe à incendie ou bien la pomme d'un pulvérisateur. Il régularise la circulation en la rendant continue. A chaque systole du cœur, le courant deviendrait intermittent, si la paroi artérielle n'était pas élastique. L'artère revenant sur elle-même après chaque contraction cardiaque, continue à chasser le sang pendant que le cœur se repose.

En second lieu, l'élasticité artérielle rend le débit plus abondant. M. Marey le démontre de la façon suivante : il prend un vase (fig. 87) terminé en bas par une tubulure qui se bifurque : à l'une des branches, il adapte un tube en métal ou en verre (*V*); à l'autre, un tube de caoutchouc (*c*). Ces deux tubes ont exactement le même calibre. On fait l'expérience en deux temps : 1° on ouvre le robinet *R* et on laisse l'écoulement se faire pendant quelque temps : lorsque l'écoulement est continu, sous la même pression, le débit est le même dans les deux tubes ; 2° si, par un mécanisme approprié, on ouvre et ferme alternativement le robinet, c'est-à-dire d'une façon intermittente, le tube élastique donne plus d'eau que le tube rigide. Dans celui-ci l'eau vient se heurter contre la paroi et l'eau qui y est déjà contenue, d'où résulte un frottement qui perd une partie de la force. Dans le tube élastique, au contraire, le choc n'existe pas, la paroi se distend et emmagasine la force qui est restituée ensuite. C'est ainsi que *le tissu élastique des artères soulage l'action du cœur.*

Quant aux petites artères, où domine l'élément musculaire, elles exercent une influence considérable sur la circulation particulière à chaque région du corps. Nous verrons qu'elles sont sous la dépendance du système nerveux (voir *Sympathique*). Supposons que, dans une région, toutes les petites artères se rétrécissent : il y arrivera moins de sang, tandis que les régions voisines seront plus abondamment arrosées que d'habitude. La musculature artérielle règle donc les circulations locales. Elle peut agir dans un endroit pour retarder la circulation, et dans d'autres endroits pour l'activer *simultanément*.

Vitesse. — Ces diverses influences font varier le temps que

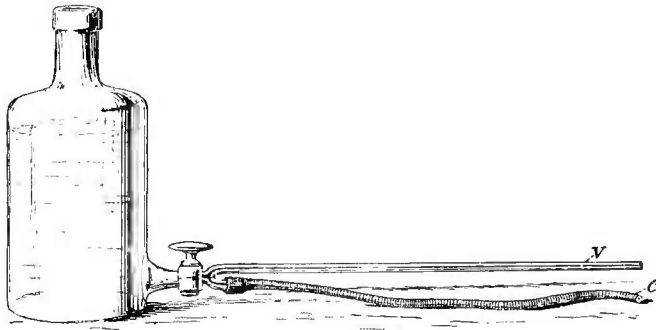


Fig. 87. — Expérience de M. Marey.

v. tube en verre ; c. tube en caoutchouc.

le sang met à parcourir l'arbre artériel. Dans les gros vaisseaux, la vitesse du sang est la plus grande ; chez le cheval, le sang parcourt, dans les grosses artères situées près du cœur, une longueur de 50 centimètres par seconde, tandis que la vitesse du sang dans les extrémités des membres n'est que de 5 centimètres par seconde.

Pouls. — La connaissance du mouvement de progression du sang nous met à même de comprendre le phénomène du *pouls*. Chacun sait qu'en comprimant l'artère radiale contre le radius, on perçoit un soulèvement, un choc (*pulsus*, pulsation), qui est *presque* isochrone à la contraction des ventricules ou, en d'autres termes, le soulèvement du vaisseau suit de *très près* la systole ventriculaire. Le retard n'est que d'un dixième de seconde. Or, pour arriver là, le sang mettra 2 à 3 secondes chez l'adulte. Ce

n'est donc pas l'arrivée de l'ondée sanguine elle-même qui soulève l'artère radiale pour produire le pouls. Le mécanisme du pouls est de tous points comparable à ce qui se produit dans le *ricochet* : des points où la pierre touche l'eau, il part une série de *vagues*, c'est-à-dire d'ondes qui s'étendent en rayonnant pour se perdre au loin. Ces ondes résultent d'un soulèvement de l'eau par rupture d'équilibre : ce sont des oscillations qui se propagent. Eh bien, le pouls est un phénomène semblable ; chaque fois que 180 grammes de sang, lancés par le ventricule, viennent s'ajouter au sang de l'aorte, il s'y produit une augmentation de pression et, par suite, une *onde sanguine* qui se propage avec une vitesse de plus de 9 mètres par seconde du côté des artérioles. La paroi artérielle se trouve soulevée, comme la surface de l'eau dont l'équilibre est troublé par la pierre.

Circulation capillaire. — Des petites artères le sang passe dans les capillaires : ces derniers sillonnent nos fissus, qu'on peut comparer à une prairie irriguée par des milliers de canaux émanés d'une rivière. La vitesse et la pression du sang dans les capillaires diminuent avec l'élargissement de l'ensemble des conduits. La pression y est encore notable : elle est la moitié environ de ce qu'elle était dans les artères, soit 10 centimètres de mercure. Cette pression a une grande influence non seulement sur la progression du sang jusque dans les veines, mais surtout sur la sortie des éléments nutritifs du plasma hors des parois vasculaires.

Quant à la vitesse du sang dans les capillaires, on l'apprécie aisément si, à l'exemple de Malpighi, on examine au microscope une membrane transparente (poumon, mésentère) d'un animal vivant ; on voit les globules rouges entraînés par le courant. En mesurant l'espace qu'un globule parcourt en une seconde, on a la vitesse du courant capillaire. Elle est en moyenne d'un demi-millimètre par seconde. Bien que le courant y soit continu et uniforme, on voit les globules rouges tourner sur eux-mêmes, s'arrêter à cheval sur un éperon entre deux capillaires ; puis, après avoir été étirés et effilés, le courant les emporte dans l'un des canalicules, où ils reprennent leur forme primitive.

Circulation veineuse. — Le sang des capillaires, poussé constamment par une nouvelle quantité de sang arrivant des artères, s'engage dans les *veines* et y progresse vers les oreillettes. Celles-

ci se vident à chacune de leurs systoles ; chaque diastole appelle une nouvelle quantité de sang et en débarrasse les veines.

La circulation veineuse rencontre beaucoup d'obstacles : c'est ainsi que les veines des membres inférieurs ont à surmonter la pression de toute la colonne sanguine des veines qui leur font suite vers le cœur. La présence des valvules réagit efficacement contre la pesanteur et subdivise la colonne liquide en une série de segments où le reflux dans la direction des capillaires devient impossible. Une expérience très simple montre le rôle des valvules : comprimez avec le doigt une veine du dos de la main, vous la verrez s'affaisser du côté du poignet ; d'où il suit que le sang des veines de l'avant-bras ne peut refluer vers la main.

Nous savons que la paroi des veines renferme un réseau élastique très mince et des fibres musculaires. L'élasticité des veines est facile à forcer, et quand les veines sont restées longtemps dilatées, elles n'ont plus la force de revenir à leur calibre primitif ; les valvules deviennent insuffisantes dans ces veines dilatées. On observe alors ces dilatations veineuses dites *varices*, qui se produisent surtout dans les membres inférieurs, par l'effet de la station prolongée.

Les fibres musculaires des veines leur permettent de se contracter sous l'influence du froid, par exemple. Un choc produit le même effet. Enfin une série d'autres influences favorisent la circulation veineuse. Les exercices musculaires compriment certains segments veineux et, chassant le sang dans les veines voisines, activent le courant.

Enfin, l'inspiration, en dilatant la poitrine et les parois des veines thoraciques, augmente le calibre de ces vaisseaux et produit un appel de sang. C'est une véritable aspiration qui amène l'écoulement du sang veineux de la périphérie vers le centre.

§ 5. — Circulation lymphatique.

Bien que, trois siècles avant notre ère, Hérophile et Érasistrate aient observé des vaisseaux *blancs* dans le mésentère des chevreux, on ne connut jusqu'au xvii^e siècle que la circulation sanguine.

Le 22 juillet 1622, le médecin italien Aselli, en ouvrant la cavité abdominale d'un chien vivant, aperçut dans le mésentère (fig. 88, 4)

une série de trainées blanches (1), qu'il prit d'abord pour des nerfs; mais, les ayant piquées, il en vit sortir un liquide blanc. Il les chercha sur un autre animal, et il ne les retrouva plus. Alors se rappelant que le premier chien avait fait un repas copieux, tandis que le second était à jeun au moment de l'observation, Aselli reconnut qu'il fallait ouvrir les animaux pendant la digestion pour voir les vaisseaux blancs, les *veines lactées* ou vais-

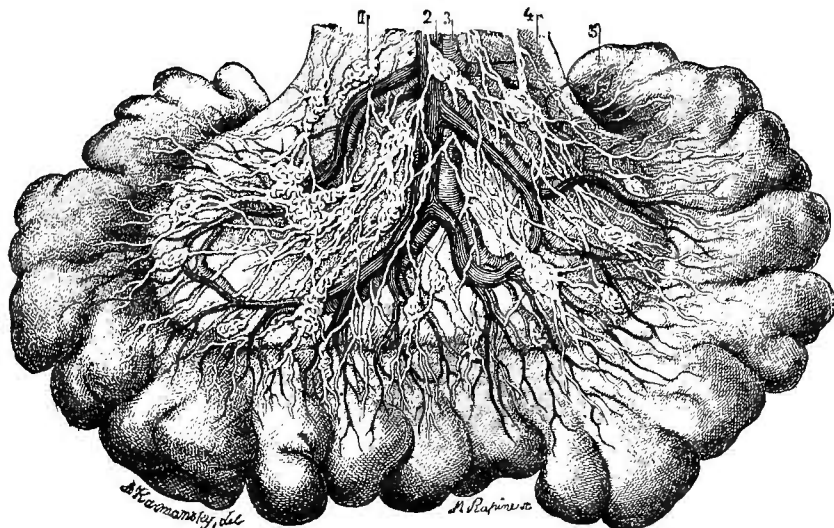


Fig. 88. — Anse intestinale (5) avec le mésentère (1).

1, vaisseau chylifère présentant des renflements (ganglions); 2, rameau de la veine porte; 5, rameau de l'artère mésentérique.

seaux chylifères (1). Galien avait donné le nom de *chyle* au liquide séparé des aliments par les actes de la digestion.

ASELLI ne put suivre les chylifères au delà du foie et il pensa que le chyle était porté à cet organe.

En 1643, Jean Pecquet, étudiant en médecine à Montpellier, découvrit le canal où aboutissent les chylifères. C'est un gros vaisseau situé devant la colonne vertébrale et à côté de l'aorte : on l'appelle *canal thoracique*. Il présente à son extrémité inférieure, au niveau de la région lombaire, un renflement, nommé *réservoir* ou *citerne de Pecquet* (fig. 90, 2).

Quelques années plus tard, en 1662, le Suédois Olaus Rudbeck découvrit dans les membres, des vaisseaux transparents, remplis d'une sérosité qu'on appela *lymphe* (*lymphe*, eau), et les vaisseaux

eux-mêmes reçoivent le nom de *vaisseaux lymphatiques*. La lymphe est du chyle, moins les globules graisseux.

Lymphatiques. — Ces vaisseaux représentent des canaux transparents, qui recouvrent et sillonnent les organes; c'est même à raison de leur transparence que les anatomistes furent si longtemps à les remarquer. Pour les voir, il est nécessaire de les remplir d'une masse colorée, ou bien d'un métal fluide tel que le mercure, qu'on y fait pénétrer par pression, ainsi qu'on le voit sur

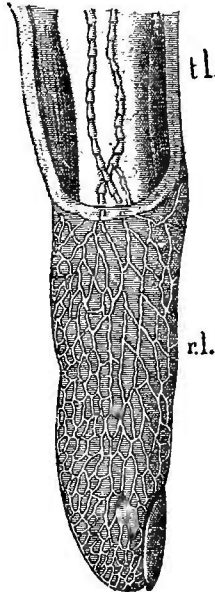


Fig. 89. — Lymphatiques d'un doigt.

rl., réseau lymphatique; *tl.*, deux vaisseaux lymphatiques.

la figure 89. Les vaisseaux, qui naissent par des réseaux, restent petits et ne se dirigent pas l'un vers l'autre, comme les veines, pour s'anastomoser. Ils marchent (*tl*) parallèlement et vont de toutes les parties du corps se rendre dans deux grands canaux, le *canal thoracique* et la *grande veine lymphatique droite*. Au canal thoracique aboutissent les vaisseaux lymphatiques des membres inférieurs, de l'abdomen, de la moitié gauche du thorax, du cou et de la tête, du membre supérieur gauche. Large de $1/2$ centimètre au niveau de la citerne de Pecquet, le calibre du canal ne dépasse pas dans sa partie supérieure le diamètre de 2 à 5 millimètres. Après avoir côtoyé la colonne vertébrale dans toute sa hauteur, il se recourbe (*5*) à gauche pour se terminer dans la veine sous-clavière gauche.

Outre ce grand canal collecteur, il en existe un autre à droite: on l'appelle la *grande veine lymphatique droite* (fig. 99); sa longueur est de là 2 centimètres seulement. Elle est située dans une partie droite du cou et reçoit les lymphatiques de la moitié droite du thorax, du cou, de la tête et du membre supérieur droit. Elle se termine dans la veine sous-clavière droite (fig. 99. GVLD).

Comme le montre cette description, la lymphe est versée dans le sang noir, et l'ensemble des lymphatiques n'est qu'un système de canaux complétant le système veineux pour ramener des organes les matériaux sortis des capillaires.

Mais la lymphe charriée par ces vaisseaux n'est versée dans le sang qu'après avoir traversé une série d'organes placés sur leur

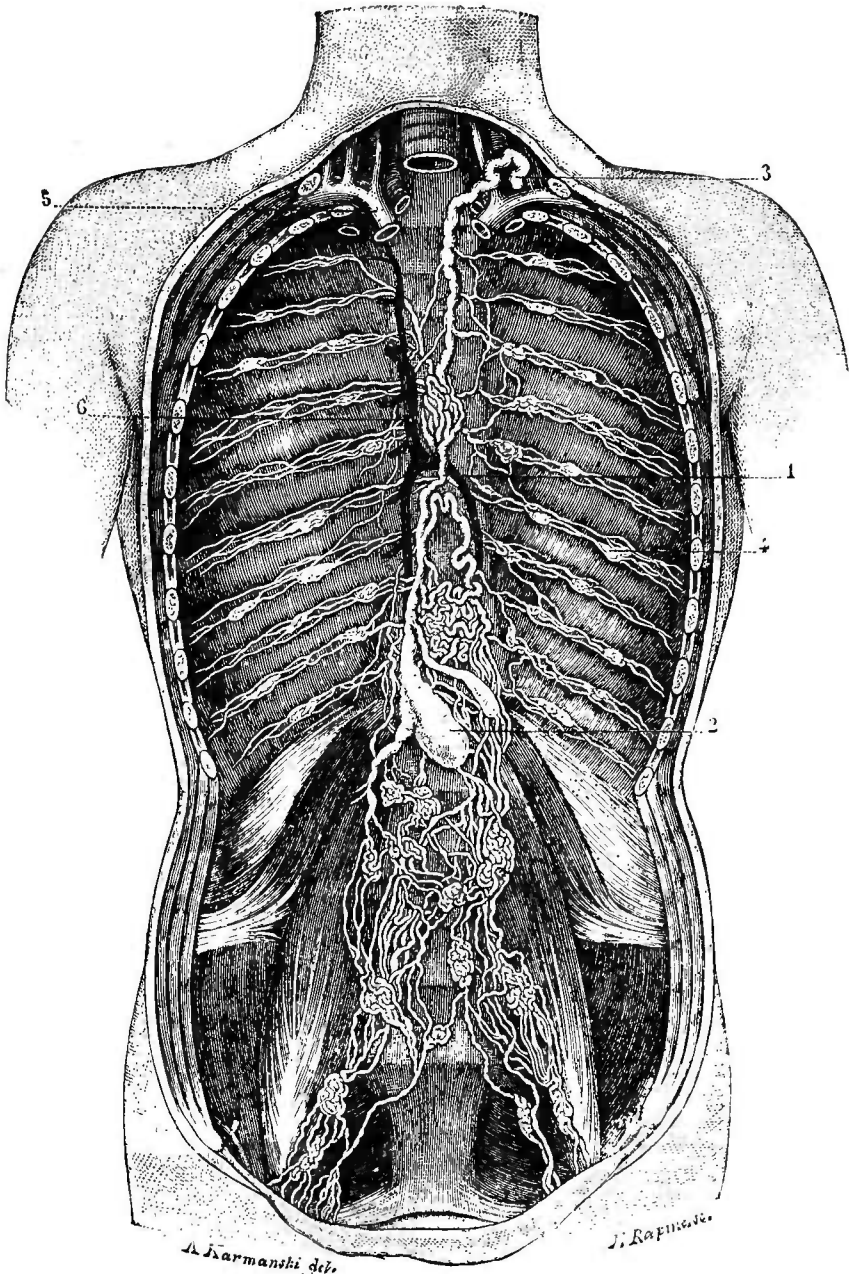


Fig. 90. — Vaisseaux lymphatiques de la face antérieure de la colonne vertébrale.

1, canal thoracique recevant latéralement les lymphatiques intercostaux (4) et en bas les lymphatiques lombaires; 2, citerne de Pecquet; 5, terminaison du canal thoracique dans la veine sous-clavière gauche; 3, veine sous-clavière droite; 6, grande veine azygos ou veine des parois thoraciques.

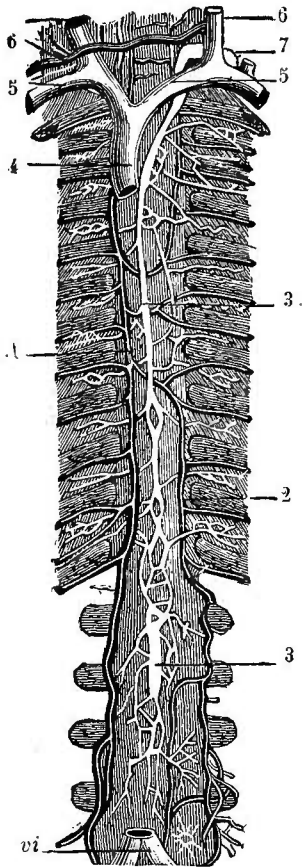


Fig. 91. — Veines et lymphatiques de la face antérieure de la colonne vertébrale.

1, grande veine azygos se jetant dans la veine cave supérieure (4); 2, veine demi-azygos se jetant dans (1); 5, 5', citerne de Pecquet et canal thoracique se terminant en (7) dans la veine sous-clavière gauche; 5, 5', tronc brachio-céphalique, qui résulte de l'abouchement de la veine sous-clavière et de la jugulaire (6, 6); vi, veine cave inférieure (coupée).

trajet. Ces organes, arrondis ou ovaires, sont connus sous le nom de *ganglions lymphatiques*. On les trouve surtout au hile des viscères, dans le creux de l'aisselle, à l'aîne, au cou, etc.

Lymphhe. — La lymphhe est un liquide incolore et transparent. Comme le sang, la lymphhe sortie des vaisseaux se coagule, ce qui est dû à la présence d'un peu de fibrine.

La lymphhe se compose : 1° de globules blancs, dits *cellules lymphatiques*, de tous points semblables à ceux du sang; 2° d'un liquide appelé *plasma*. Après la coagulation du plasma, il ne reste qu'un liquide séreux, le *sérum* de la lymphhe.

Structure des lymphatiques. — Les lymphatiques sont minces lorsqu'on les compare aux artères et aux veines de même calibre. Ils sont irréguliers, grâce à une série de renflements ou de nodosités que présente leur paroi. En ouvrant le vaisseau, on constate qu'au-dessous de chaque nodosité (fig. 92) se trouvent deux valvules placées l'une en regard de l'autre et dont la forme et la disposition sont celles d'un double nid de pigeon, comme dans les veines. Elles règlent le cours de la lymphhe, comme les valvules des veines règlent celui du sang; si la lymphhe tend à refluer vers la périphérie, elle s'engage dans le gousset de la valvule, qui s'abaisse et s'oppose au passage. La dilatation de la poche située au-dessus de la valvule résulte de la distension de la paroi du vaisseau, par suite de la stagnation de la lymphhe.

Ces valvules sont rapprochées et par conséquent très nombreuses.

Les vaisseaux lymphatiques présentent une paroi très *musculeuse*, surtout au niveau des renflements (fig. 95); au niveau des capillaires lymphatiques la paroi n'est formée que d'une couche de cellules endothéliales (fig. 94); mais le calibre de ces capillaires est deux à dix fois plus large que celui des capillaires sanguins.

Ces capillaires lymphatiques forment, en s'anastomosant dans les tissus, un réseau très riche, dont les canaux sont irréguliers



Fig. 92. — Section en long d'un vaisseau lymphatique avec ses valvules (*v*) disposées par paires.

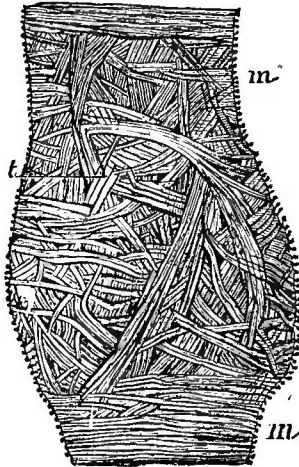


Fig. 95. — Tunique musculaire d'un vaisseau lymphatique, d'après M. Ranvier.

t, faisceaux de fibres musculaires entrecroisés au niveau d'un renflement; *m*, faisceaux circulaires au-dessus et au-dessous du renflement.

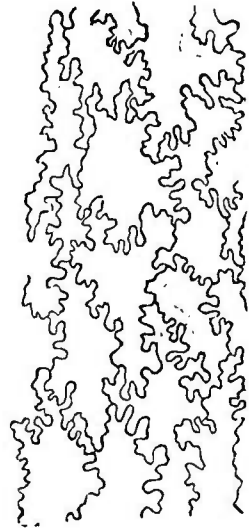


Fig. 94. — Contours sinueux, indiqués en noir par le nitrate d'argent, d'un capillaire lymphatique (d'après M. Ranvier).

et dont la paroi offre également des renflements alternant avec des parties étranglées (fig. 95).

Le réseau lymphatique de la peau et des muqueuses est situé dans la portion profonde du derme, au niveau du réseau sanguin; mais ce dernier envoie, dans la partie superficielle de cette membrane, des capillaires qui traversent les mailles du réseau lymphatique et arrivent au-dessous et au contact de l'épithélium.

Ganglions lymphatiques. — les ganglions lymphatiques sont des organes d'apparence glandulaire placés sur le trajet des vais-

seaux lymphatiques; les plus petits sont gros comme une tête d'épingle, mais il y en a dont la taille atteint celle d'une lentille ou d'un haricot. Les vaisseaux lymphatiques qui y amènent la lymphe sont nombreux (fig. 96); ce sont les vaisseaux *afférents* (*a*); trois sont figurés dans le dessin; le vaisseau qui emporte la lymphe,

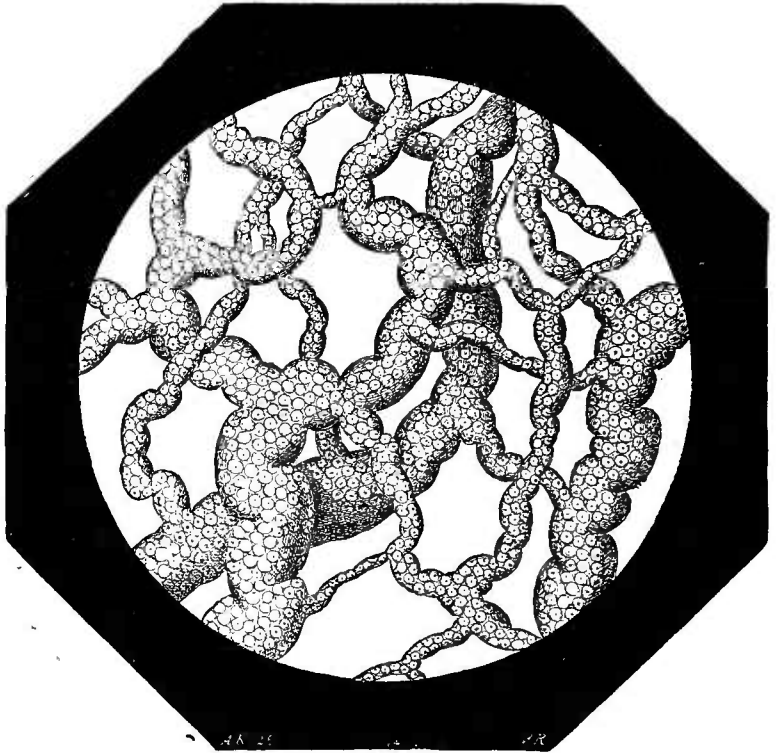


Fig. 95. — Réseau formé par des capillaires lymphatiques qui sont gonflés par une masse injectée dans leur intérieur.

ou *vaisseau efférent* (*e*), est généralement unique; c'est le vaisseau représenté en haut du dessin.

La structure des ganglions lymphatiques est la suivante (fig. 97); à la périphérie se trouve une enveloppe conjonctive ou capsule qui envoie dans l'intérieur de l'organe nombre de cloisons donnant sur leur pourtour une série de prolongements conjonctifs. Ceux-ci constituent un réseau des plus fins et des plus élégants (fig. 98).

Les mailles de ce réseau sont remplies de jeunes cellules analogues aux globules blancs, mais à protoplasma plus réduit autour du noyau. On les appelle *cellules lymphatiques*; elles constituent à

la périphérie des amas arrondis, dits *follicules*, et, vers le centre, des trainées allongées en forme de *cordons*. De nombreux capillaires sanguins (fig. 98) parcourent le tissu du ganglion lymphatique.

En arrivant au ganglion lymphatique, les vaisseaux lymphatiques *afférents* perdent leur paroi et la lymphe s'engage dans les espaces laissés entre la capsule et le tissu de l'organe. De là, elle pénètre dans l'intervalle des follicules, puis des cordons centraux.

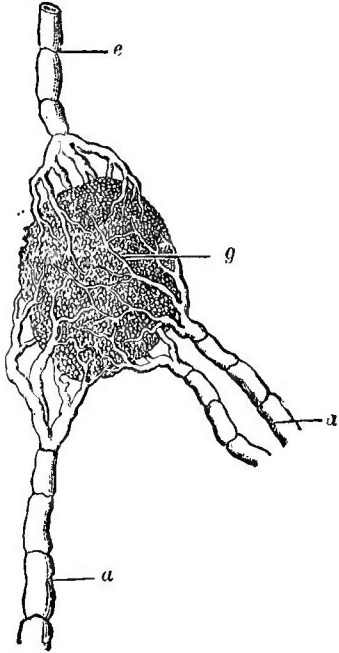


Fig. 96. — Ganglion lymphatique (*g*), avec ses vaisseaux afférents (*a*) et son vaisseau efférent (*e*).

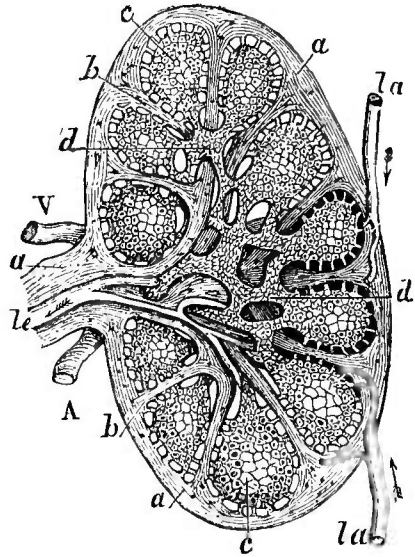


Fig. 97. — Coupe d'un ganglion lymphatique.

a, capsule; *b*, *b*, cloisons qui en partent; *c*, alvéoles renfermant les follicules; *d*, *d*, cordons folliculaires; *la*, *la*, lymphatiques afférents; *le*, lymphatique efférent; *A*, artère; *v*, veine.

Pendant ce trajet à travers le tissu du ganglion, la lymphe parcourt des voies qui ne sont limitées que par la substance même de l'organe. A partir du hile, elle s'engage dans un canal à paroi propre, le *vaisseau efférent*. Celui-ci l'emporte dans le canal thoracique ou la grande veine lymphatique droite.

Origine de la lymphe. — D'où vient la lymphe? Il existe dans les vaisseaux capillaires du sang une pression égale à 10 millimètres de mercure environ, qui fait transsuder un plasma allant *baigner* et *nourrir* les tissus : ce plasma est la *lymphe*, qui constitue véritablement le *milieu intérieur* de l'organisme. Ce qui prouve

que les choses se passent ainsi, c'est qu'une substance injectée dans les vaisseaux sanguins se retrouve de bonne heure dans la lymphe recueillie par une fistule lymphatique.

Le liquide qui sort des vaisseaux sanguins non seulement entre en contact avec les tissus, mais les imbibé et les pénètre. A mesure qu'une nouvelle quantité de plasma arrive aux tissus et aux organes, elle chasse devant elle le trop-plein chargé de déchets organiques. Ce liquide superflu ou

lymphe rencontre des canaux terminés en extrémités aveugles, comme ceux que nous avons trouvés dans les villosités intestinales (fig. 34, p. 46). Ces canaux ou *radicules lymphatiques* s'abouchent plus loin les uns avec les autres et constituent les *capillaires lymphatiques*, qui sont de deux à dix fois plus larges que les capillaires sanguins et limités, comme ces derniers, par une paroi propre, infiniment mince, qui est un revêtement endothélial. La lymphe qui les remplit y chemine constamment refoulée vers le centre par un

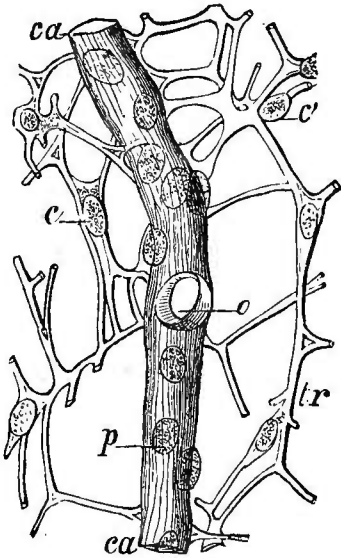


Fig. 98. — Réseau conjonctif de la charpente d'un ganglion lymphatique, d'après M. Ranvier.

ca, capillaire sanguin avec les noyaux de sa paroi; *o*, coupe d'un capillaire qui s'y abouche; *c*, cellule conjonctive dont les prolongements (*tr*) forment, en s'anastomosant avec les voisins, le réseau conjonctif.

nouvel afflux de lymphe. Comme nous le savons, la présence des valves s'oppose à tout reflux du côté périphérique. De cette façon, la lymphe est dirigée vers les ganglions lymphatiques, qu'elle traverse, avant de s'écouler dans le canal thoracique ou la grande veine lymphatique.

La circulation lymphatique est des plus actives; qu'il me suffise de rappeler la rapidité avec laquelle une excoriation de la peau des orteils, suivie de fatigue, amène le gonflement des ganglions de l'aîne. Chez certains individus, surtout chez les enfants faibles et anémiés, des éruptions répétées sur la peau de la face et du crâne, entretiennent une irritation constante des ganglions sous-maxillaires et de ceux qui siègent près de l'oreille : ces ganglions se gonflent, s'enflamment

et souvent suppurent pour laisser des taches violacées, traces indélébiles du *tempérament lymphatique et scrofuleux*. Ces exemples vulgaires montrent avec quelle activité les vaisseaux lymphatiques ramassent et absorbent les substances normales ou les liquides plus ou moins altérés qu'ils trouvent dans les tissus.

Quelle est l'action des ganglions sur la lymphe qui les traverse?

On sait que la lymphe des vaisseaux efférents est plus riche en globules blancs que celle des afférents; ce fait indique que les ganglions produisent des cellules lymphatiques. Parfois même les ganglions deviennent volumineux et les globules blancs ou leucocytes s'y multiplient en si grande abondance, qu'on trouve dans le sang 1 globule blanc pour 5 globules rouges. C'est là la maladie dite *leucocytose*.

En résumé, le sang arrivant au niveau du réseau capillaire général se divise en deux courants de retour (fig. 99) : l'un, qui reste renfermé dans les vaisseaux sanguins du système à sang noir, emporte

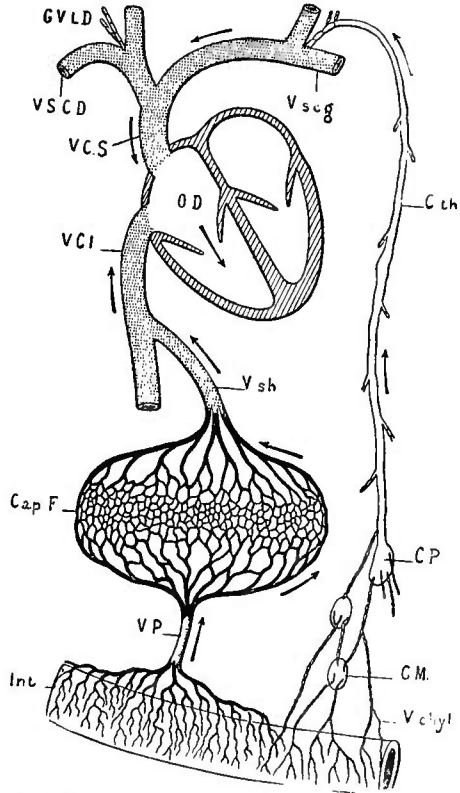


Fig. 99. — Circulation du sang et de la Lymphe.

Int, ause intestinale, dont le sang, amené dans la veine porte (VP), traverse le foie (Cap F), les veines sus-hépatiques (Vsh), la veine cave inférieure (VCI), puis l'oreillette droite (OD). C'est la veine cave supérieure (VCS), qui reçoit le chyle et la lymphe de toutes les parties du corps : 1° par la *grande veine lymphatique droite* (GVL D), qui se jette dans la veine sous-clavière droite (VSCD) et 2° par le *canal thoracique* (Cth) qui aboutit à la veine sous-clavière gauche (Vscg). CP, citerne de Pecquet; GM, ganglions méésentériques; Vchyl, vaisseaux chylifères, qui absorbent le chyle et le versent dans le canal thoracique, comme les lymphatiques des autres régions résorbent le plasma exsudé et le déversent dans le sang noir par la grande veine lymphatique droite (GVL D) ou le canal thoracique (Cth).

tous les globules rouges et une partie des globules blancs ; l'autre, traversant les parois du réseau capillaire général, baigne les tissus, où il est résorbé par les capillaires lymphatiques, qui le ramènent par les vaisseaux lymphatiques dans le système à sang noir. La voie lymphatique constitue donc une voie collatérale et de perfectionnement de la voie à sang noir.

Tous les Vertébrés possèdent des vaisseaux lymphatiques, dont la disposition varie (voir p. 117) mais qui assurent partout un renouvellement plus constant du plasma nutritif en recueillant et en emportant la lymphe qui a transsudé ou le chyle qui a été absorbé.

Appareil circulatoire dans la série animale.

Tant que l'être n'est formé que d'une cellule ou d'un amas de cellules, les sucs alimentaires arrivent aisément jusqu'au protoplasma de chacun de ces éléments, sans qu'un système spécial de canaux soit nécessaire pour conduire les principes nutritifs. Mais dès l'époque où le tube digestif s'est constitué, on voit se former des vaisseaux particuliers qui y puisent les substances élaborées et les transportent au contact des tissus et des organes.

A. **Protozoaires.** — Les *Protozoaires* dont le corps n'a la valeur que d'une cellule sont dépourvus de canaux circulatoires à parois propres; cependant de temps en temps on voit apparaître dans leur protoplasma des vésicules (*vacuoles pulsatiles*) remplies de liquide; elles ont une existence temporaire et disparaissent ensuite après avoir chassé leur contenu plus loin.

B. **Métazoaires.** — Les *Spongiaires* ne présentent que leur système de canaux traversés par l'eau extérieure (V. p. 60).

Les *Cœlentérés* sont pourvus de leur appareil gastro-vasculaire (V. p. 61).

Hémolymphe. — Chez les autres Invertébrés, pourvus d'un tube digestif, les produits de la digestion sont amenés aux tissus et aux organes par un système particulier de vaisseaux. Le liquide nutritif ou plasma, est généralement incolore et ne présente comme éléments figurés que les globules transparents, improprement dits globules blancs. C'est ce même plasma qui fixe l'oxygène et le transporte aux éléments du corps. Les liquides qui ont servi à la nutrition retournent à ce même plasma, qui tient la place du

sang et de la lymphe; aussi, convient-il de lui donner le nom d'*hémolymphe* (*haima*, sang). Quant au système de canaux qui renferment l'hémolymphe chez les Invertébrés, il présente un autre caractère spécial; au lieu de former un appareil complètement fermé, ces canaux perdent sur certains points leurs parois, de sorte que l'hémolymphe entre en contact direct avec les tissus et circule dans l'intervalle des cellules et des fibres, dans une série

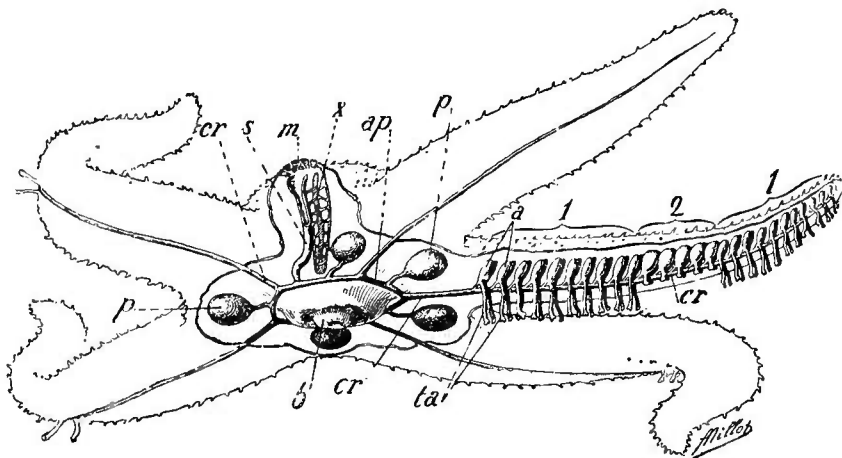


Fig. 100. — Système ambulacraire d'une étoile de Mer (vue oblique).

b, bouche; *ap*, anneau péri-œsophagien; *cr*, canaux radiaires; *P*, vésicules de Poli; *ta*, tubes ambulacraires avec ampoules (*a*); *S*, canal du sable; *X*, organe axial; *m*, plaque madreporique; 1, 1, tubes ambulacraires allongés (ampoule petite, c'est-à-dire contractée); 2, tubes ambulacraires raccourcis (ampoule grosse, c'est-à-dire dilatée).

d'espaces ou de lacunes, dépendances de la *cavité générale du corps* (voir p. 62).

Tel est le système circulatoire des Invertébrés. Cependant chaque groupe présente quelques particularités intéressantes.

I. Échinodermes. — Le corps des Échinodermes présente des canaux et des cavités, qu'on peut répartir ainsi : 1° *système ambulacraire*; 2° *cavité générale*; 3° *système lacunaire*.

I. Système ambulacraire. — C'est un système de canaux propre aux *Échinodermes*; il est composé *a*) d'un canal entourant l'œsophage en forme d'anneau (fig. 100 *ap*); *b*) de canaux partant de cet anneau péri-œsophagien, correspondant aux rayons du corps et s'étendant jusqu'au bout des rayons où ils se terminent en culs-de-sacs (*canaux radiaires cr*).

A ce système sont annexés les organes suivants : 1° un conduit

qui est disposé dans l'axe du corps, dont les parois sont habituellement encroûtées de sels calcaires (*canal pierreux* ou *canal du sable S*) et qui, après s'être dilaté en ampoule, communique avec l'extérieur par une série d'orifices pratiqués sur une plaque calcaire poreuse (*plaque madréporique m*); 2° des appendices contractiles. Les appendices contractiles sont situés les uns sur l'anneau péri-œsophagien et portent le nom de vésicules de *Poli*; les autres sont disposés sur les canaux radiaires et s'appellent les *tubes ambulacraires (ta)*. Les tubes ambulacraires, branchés sur les canaux radiaires, présentent une extrémité profonde en forme d'ampoule et une extrémité superficielle qui peut faire saillie au dehors. Lorsque les parois de l'ampoule, qui sont musculeuses, se contractent, elles chassent le liquide intérieur vers l'extrémité libre du tube qui se gonfle et s'allonge; en même temps la surface du bout libre fait office de ventouse, se fixe sur les objets, entraîne le corps et sert ainsi d'organe locomoteur (1, 1). A raison du rôle joué par ces organes, on a donné à l'ensemble de ces canaux le nom de *système ambulacraire (ambulare, se promener)*.

II. Cavité générale. — Outre le système ambulacraire, les Échinodermes ont le corps rempli d'un liquide de constitution analogue au précédent et contenu surtout dans la cavité qui entoure les viscères (*cavité générale*). Dans cette cavité générale existe un organe, disposé, à côté du canal du sable, dans l'axe du corps; c'est l'*organe axial (X)*, dont la structure rappelle celle d'un ganglion lymphatique et dont les espaces sont en relation avec l'ampoule du canal du sable, et, par son intermédiaire, avec l'extérieur.

III. Système lacunaire. — Enfin on trouve un système de lacunes cloisonnées par des traînées conjonctives et disposées sur la périphérie des organes. Ce système lacunaire, qui est très développé autour du tube digestif, charrie les substances nutritives absorbées par le canal alimentaire et renferme un liquide plus riche en albuminoïdes que n'est le liquide ambulacraire ou celui de la cavité générale. Le contenu des lacunes semble correspondre à l'hémolymphe des autres Invertébrés. Les contractions des tissus le mettent en mouvement, mais il ne paraît pas soumis à une circulation déterminée et régulière, tout organe spécial d'impulsion faisant défaut.

II. Vers. — Les Vers plats, les Bryozoaires, les Rotifères n'ont

en général pas de vaisseaux propres. Les Brachiopodes sont pourvus d'un cœur contractile et de quelques vaisseaux. Les *Vers cylindriques* et les *Hirudinées* présentent un système de deux ou quatre vaisseaux longitudinaux, contractiles sur certains points et dans lesquels circule une hémolymphe, dont la couleur, rouge parfois, est due à l'hémoglobine dissoute dans le plasma. Certains vers, tels que le lombric, ont un liquide (à globules rouges) analogue au sang des vertébrés.

III. Articulés. — Les Articulés possèdent une hémolymphe mise en mouvement par la contraction soit des organes qu'elle baigne, soit d'un vaisseau allongé ou ramassé, situé du côté dorsal du tube digestif.

Les Crustacés inférieurs manquent d'organe d'impulsion spécial; chez d'autres, à corps allongé et munis de branchies sur la plupart des pattes, le cœur est représenté par

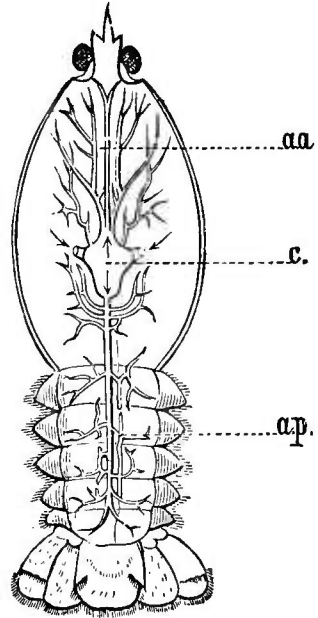


Fig. 101. — Appareil circulatoire de l'Écrevisse (vu de dos).

aa, aorte antérieure; c, cœur; ap, aorte postérieure.

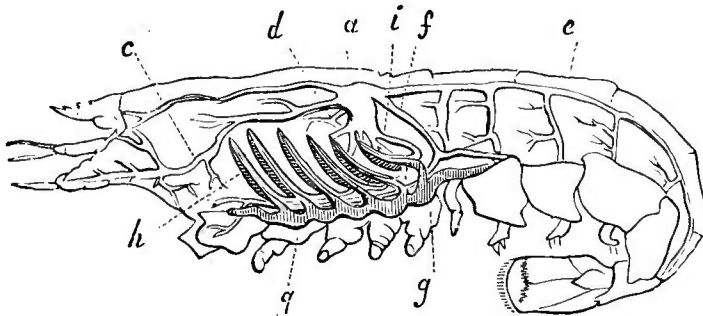


Fig. 102. — Appareil circulatoire et respiratoire de l'Écrevisse.

a, cœur; h, branchies; cd, vaisseaux allant du cœur vers la tête; ef, vaisseaux allant du cœur vers la queue; gg, vaisseaux rapportant l'hémolymphe non oxygénée aux branchies; i, vaisseaux ramenant l'hémolymphe oxygénée des branchies au cœur.

un vaisseau dorsal; enfin, il en est (l'écrevisse par exemple) où les

branchies sont limitées à une certaine région du corps et le cœur affecte une forme ramassée (fig. 101 et 102); l'hémolymphe oxygénée est ramenée des branchies au péricarde par des veines ou vaisseaux propres. Le cœur se compose de deux parties : 1° un réservoir extérieur, appelé *péricarde*, et 2° l'organe contractile, intérieur, ou cœur proprement dit. Celui-ci lance l'hémolymphe dans des vaisseaux à parois propres qui la conduisent aux

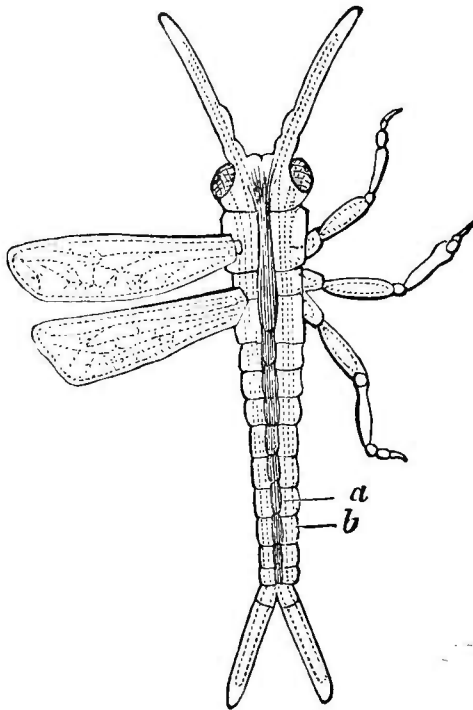


Fig. 105. — Organes circulatoires d'un Insecte (larve d'Ephémère).

a, vaisseau dorsal; *b*, courants de l'hémolymphe dans le corps.

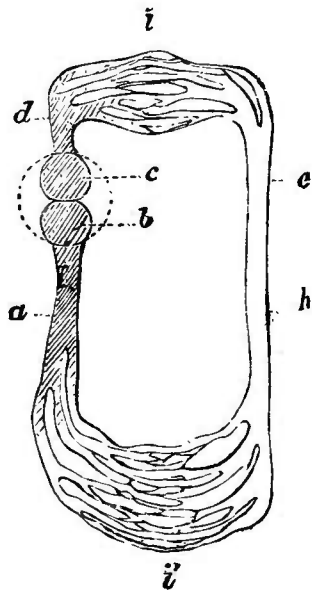


Fig. 104. — Figure théorique de l'appareil circulatoire des Poissons.

eh, aorte; *i*, capillaires généraux; *a*, veine cave; *b*, oreillette; *c*, ventricule; *d*, artère amenant le sang noir aux capillaires(*i*)des branchies.

organes; après avoir passé par les lacunes intra-organiques, elle se dirige vers les branchies où elle s'oxygène.

Chez les Insectes, les Myriopodes et les Arachnides, la disposition est la même : le vaisseau dorsal (fig. 105) contractile, court ou allongé selon la taille de l'animal, est entouré d'un espace qui reçoit l'hémolymphe. Celle-ci passe par une série d'orifices dans le vaisseau dorsal. La direction du courant est déterminée par les dispositions suivantes : les lèvres des orifices en forme de

fentes dont est percé le vaisseau dorsal se prolongent dans la lumière du canal contractile et constituent autant de languettes ou de valvules fonctionnant à la manière de soupapes. Elles subdivisent le vaisseau dorsal en une série de chambres qui se contractent et se vident successivement d'arrière en avant.

Ajoutons que beaucoup de Crustacés inférieurs et d'Acariens sont privés de cœur.

Chez tous les articulés, les lacunes intra-organiques conduisent

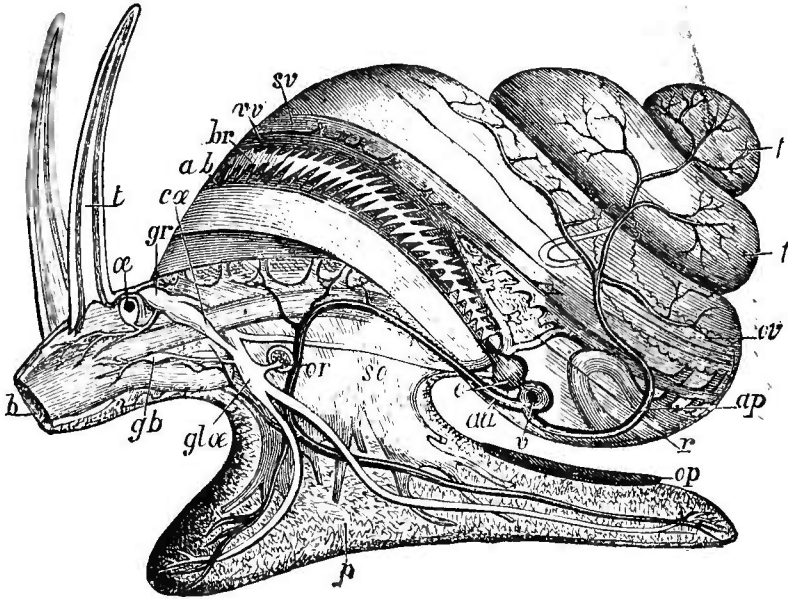


Fig. 105. — Anatomie d'un Gastéropode (*Palludine vivipare*).

b, bouche; *p*, pied; *f. f.*, tortillon renfermant les viscères; *v*, rein; *t*, tentacule; *ov*, réceptacle d'œufs ou ovaire; *op*, opercule protégeant l'animal quand il s'est retiré dans sa coquille; *gr*, ganglion cérébroïde; *glæ*, ganglion pédieux avec ses rameaux; *gb*, ganglion buccal; *or*, vésicule auditive avec son nerf; *ae*, œil avec son nerf; *br*, branchie; *o*, oreillette; *v*, ventricule, donnant l'aorte antérieure (*aa*) et l'aorte postérieure (*ap*); *sv*, sinus veineux où l'hémolymphe se rassemble avant d'être dirigée dans la branchie (*br*), par le vaisseau (*va*); *ab*, vaisseau ramenant l'hémolymphe oxygénée au cœur.

l'hémolymphe des artères, c'est-à-dire des vaisseaux qui partent du cœur aux organes respiratoires; des vaisseaux à parois propres la ramènent ensuite au cœur.

IV. Mollusques. — Comme chez les articulés, il existe un organe contractile placé sur le trajet de l'hémolymphe oxygénée, c'est-à-dire revenant des branchies ou du poumon (fig. 105).

Le cœur qui est dorsal présente une ou deux oreillettes, selon qu'il existe *une* ou *deux* branchies. Les oreillettes reçoivent l'hémolymphe des branchies ou du poumon et la poussent dans l'unique ventricule.

Celui-ci, en se contractant, la lance dans des artères allant dans les diverses parties du corps. Après avoir passé dans les lacunes intra-organiques, l'hémolymphe est envoyée aux branchies où elle s'oxygène.

Le cœur des mollusques est entouré d'un espace ou péricarde, dont la cavité communique par l'intermédiaire d'un canal cilié, avec les reins (voir p. 155).

Autre disposition des plus curieuses, qu'on observe chez les *Lamellibranches* et quelques *Gastéropodes* : le cœur est traversé par le rectum.

L'hémolymphe du poulpe et de la seiche (*Céphalopodes*) renferme une substance

dont le rôle est analogue à l'hémoglobine; elle est dissoute dans le plasma et prend une teinte bleue en fixant l'oxygène; de là le nom d'*hémocyanine* (*cyaneus*, bleu azuré) qu'a reçu cette substance.

Outre les oreillettes (fig. 123 ff, p. 135) et le ventricule, placés sur le trajet de l'hémolymphe oxygénée, les *Céphalopodes* possèdent des poches contractiles (*bb*) sur les vaisseaux qui ramènent

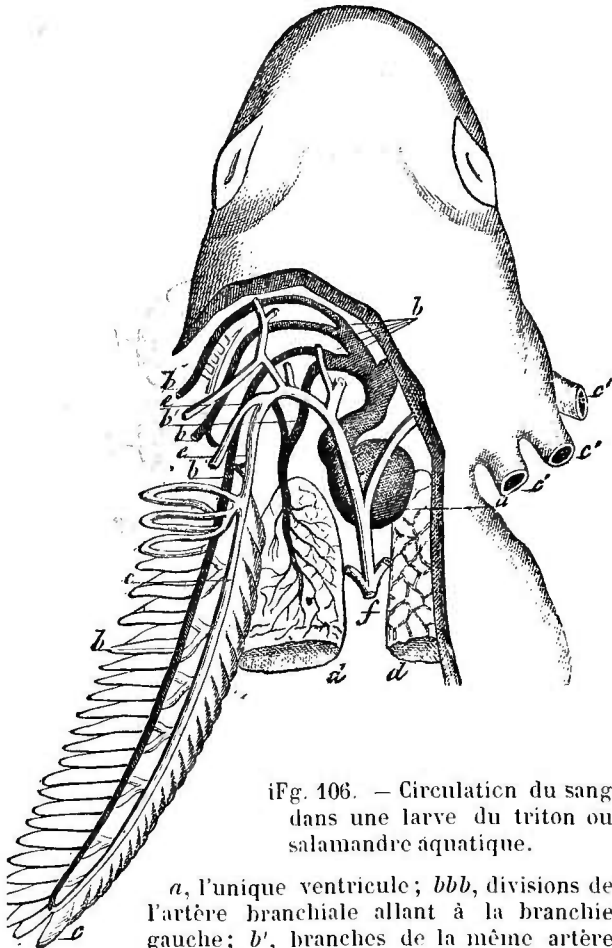


Fig. 106. — Circulation du sang dans une larve du triton ou salamandre aquatique.

a, l'unique ventricule; *bbb*, divisions de l'artère branchiale allant à la branchie gauche; *b'*, branches de la même artère allant au poumon gauche (*d*); *c*, une des trois branchies gauches; *c'c'c'*, branchies droites (coupées à la base); *eee*, veines branchiales, ramenant le sang rouge des branchies à l'aorte (*f*).

aux branchies l'hémolymphe *non* oxygénée. Ces dernières poches sont les analogues du cœur *droit* de l'homme et des Vertébrés.

V. Vertébrés. — Les vertébrés se caractérisent par un double appareil circulatoire : les *systèmes sanguin et lymphatique*, ce dernier ramenant au sang la lymphe qui a baigné les organes.

Les systèmes sanguin et lymphatique sont toujours clos.

1° *Circulation du sang.* — A. Chez les *Poissons*, l'appareil sanguin comprend 1° des vaisseaux à sang rouge et à sang noir; 2° un organe contractile ou *cœur*, composé de plusieurs poches placées sur le trajet du sang noir.

Des capillaires généraux le sang noir (fig. 104, *a*) arrive à l'oreillette (*b*), qui le pousse dans le ventricule (*c*). A celui-ci font suite un vaisseau renflé à parois contractiles (*bulbe*) et l'artère (*d*), qui conduisent le sang aux branchies (*i*) où il s'oxygène; de ces organes le liquide est conduit par une série de canaux dans l'aorte (*eh*) qui distribuent le sang rouge à tous les organes (*i'*). Les

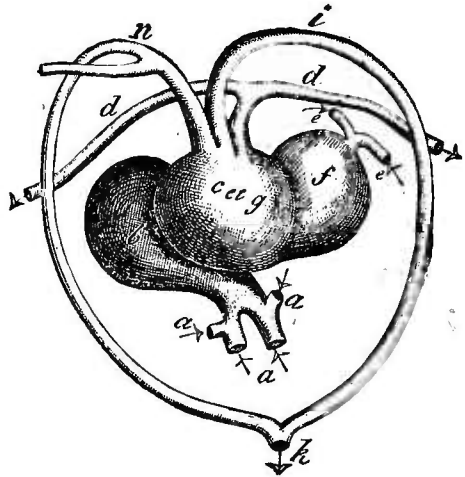


Fig. 107. — Cœur à trois cavités d'un Reptile (Tortue).

a, veines caves; *b*, oreille droite; *c* et *g*, ventricule unique; *d*, artères pulmonaires; *e*, veines pulmonaires; *f*, oreillette gauche; *k*, aorte; *i*, *n*, ses deux crosses.

veines à sang noir (*a*) ramènent ensuite le sang au cœur.

B. Les *Batraciens jeunes*, c'est-à-dire à l'époque où la respiration branchiale existe seule, possèdent un système circulatoire semblable à celui des poissons (1 oreillette et 1 ventricule).

Chez les *Batraciens adultes* et les *Reptiles*, une cloison divise l'oreillette en deux, de sorte que leur cœur est formé de *deux* oreillettes et d'un *seul* ventricule, dans lequel les sangs rouge et noir se mélangent; en outre, sur divers points du système circulatoire, on observe des communications entre les deux sangs (fig. 107).

Chez le crocodile, les deux cœurs sont complètement séparés, mais, outre l'artère pulmonaire, le ventricule droit donne naissance

à un arc artériel ou *aortique* (fig. 108, *i*), qui plus loin va déboucher dans l'aorte et mêle du sang noir au sang rouge (*k*).

Les autres *Reptiles*, non seulement présentent un arc aortique analogue, mais la cloison interventriculaire est incomplète, de sorte que le mélange des deux sangs a déjà lieu dans le cœur.

C. Chez les *Oiseaux* et les *Mammifères*, il y a une *circulation du sang noir et du sang rouge*, comme chez l'homme ; le cœur *gauche*

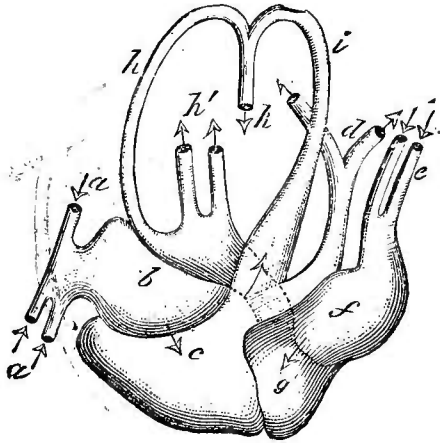


Fig. 108. — Cœur de crocodile et vaisseaux principaux.

a, *a*, veines caves ; *b*, oreillette droite ; *c*, ventricule droit ; *e*, veines pulmonaires ; *h*, crosse de l'aorte ; *k*, aorte ; *h'*, troncs brachio-céphalique ; *i*, tronc ou canal artériel allant du ventricule droit à l'aorte descendante et amenant du sang noir au sang rouge de l'aorte ; *d*, artère pulmonaire partant également du ventricule droit.

de l'animal *adulte* est séparé par une cloison complète du cœur *droit* ; le premier est placé sur le trajet du sang *rouge* et le second, sur celui du sang *noir*. Les différences secondaires qu'on observe dans la disposition des parties ne modifient rien dans le cours du sang. C'est ainsi que, chez les *Oiseaux*, l'aorte se dirige et se recourbe à droite comme chez les *Reptiles*, et leur valvule auriculo-ventriculaire droite est un lambeau de chair et non un voile membraneux comme chez les *Mammifères*.

Rappelons que les globules rouges du sang sont discoïdes chez les *Mammifères*, tandis qu'ils sont ovalaires

et possèdent un noyau chez les *Oiseaux*, les *Reptiles*, les *Batraciens* et les *Poissons*¹.

En résumé, l'appareil circulatoire des divers *Vertébrés* est disposé de telle façon que le sang, parti d'un point quelconque, ne

1. Les globules rouges des vertébrés se forment dans la *mœlle osseuse* (voir p. 178) et la *rate*. La rate (fig. 51, *Ra*, p. 44) est un organe mou, spongieux, situé à gauche de l'estomac. Elle reçoit deux vaisseaux de gros calibre, l'artère et la veine *spléniques* (*splén*, rate). Le tissu de la rate est composé d'un réseau conjonctif, semblable à celui des ganglions lymphatiques (fig. 98, p. 106) et dont les mailles sont remplies de cellules arrondies. Ces dernières cellules se divisent activement, se chargent d'hémoglobine et se transforment en globules rouges, qui sont versés dans le sang et emportés par la veine splénique.

décrit qu'un cercle avant d'y revenir. Si certains *Vertébrés* semblent de prime abord ne pas rentrer dans cette règle générale, c'est qu'ils présentent des particularités qui amènent un mélange des deux sangs. Chez les *Poissons*, toute l'impulsion communiquée au sang est due au cœur *droit*, qui se compose, il est vrai, d'une suite de trois poches contractiles. Bien qu'il ne se soit pas développé de cœur sur le trajet du sang *rouge*, le sang du poisson est *noir* pendant la première moitié du cercle (des capillaires *généraux* aux capillaires *branchiaux*) et il est *rouge* durant la seconde moitié du cercle (des capillaires *branchiaux* aux capillaires *généraux*).

Quant à la circulation des *Oiseaux* et des *Mammifères*, elle est identique de tous points à la précédente, avec cette modification ou plutôt ce perfectionnement, qu'un organe d'impulsion, formé d'une oreillette et d'un ventricule, a pris naissance sur le trajet du sang *rouge*.

Chez les *Batraciens* adultes et les *Reptiles*, la circulation se fait comme chez les *Poissons*, les *Oiseaux* et les *Mammifères*; mais des dispositions spéciales (communication de l'artère pulmonaire et de l'aorte, canaux réunissant le cœur droit à l'aorte, absence de cloison interventriculaire) permettent le mélange des sangs *noir* et *rouge*. Une partie du sang *rouge* peut retourner aux *capillaires pulmonaires* avant d'avoir passé par les capillaires généraux, et une partie du sang *noir* revient aux *capillaires généraux* avant de s'être oxygéné au niveau des capillaires pulmonaires.

2° *Circulation de la lymphe*. — Je répète à dessein que tous les vertébrés sont pourvus de vaisseaux *lymphatiques*, parmi lesquels il faut mentionner spécialement ceux de l'intestin ou *chylifères*, dont la teinte blanche, au moment de la digestion, est due à l'absorption et au transport des particules graisseuses.

Chez nombre de vertébrés (batraciens, reptiles, certains oiseaux) les troncs lymphatiques sont munis de renflements contractiles ou *cœurs lymphatiques* constitués par des fibres musculaires *striées*, telles que celles du cœur sanguin. Les cœurs lymphatiques sont animés de contractions rythmiques, qui sont des plus efficaces pour faire progresser la lymphe et la déverser dans le système sanguin.

Quant au système lymphatique des *Mammifères*, il se caractérise essentiellement par la présence de nombreux *ganglions* lymphatiques, semblables à ceux de l'homme.

CHAPITRE III
APPAREIL RESPIRATOIRE DE L'HOMME

§ 1. — **Respiration.**

Poumon. — L'organe essentiel de la respiration est le *poumon*;

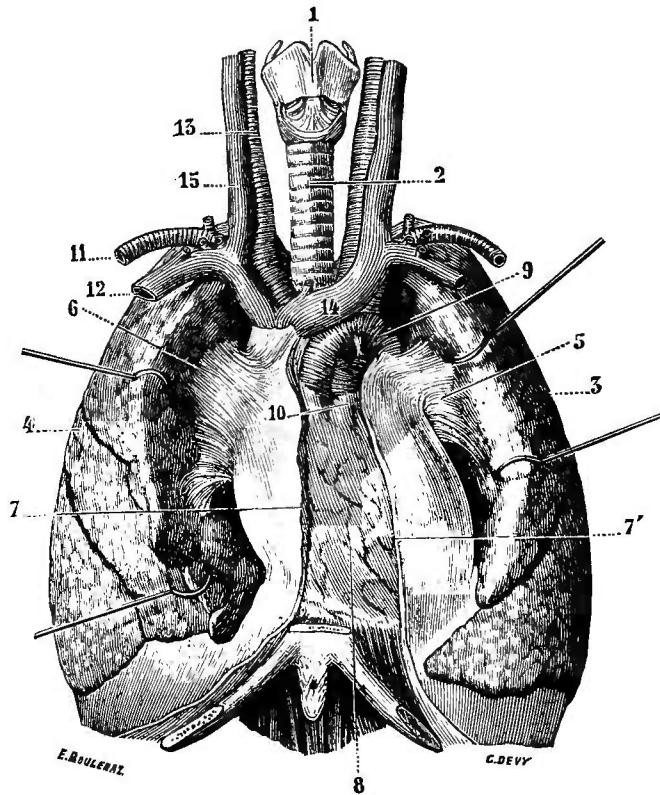


Fig. 109. — Poumons et organes intra-thoraciques.

1, larynx; 2, trachée-artère; 5, poumon gauche (récliné en dehors); 4, poumon droit (récliné en dehors); 5, hile du poumon gauche; 6, hile du poumon droit; 7, 7', feuillet pariétaux de la plèvre; 8, péricarde; 9, crosse de l'aorte; 10, artère pulmonaire; 11, artère sous-clavière; 13, artère carotide primitive; 14, tronc brachio-céphalique veineux gauche; 15, veine jugulaire interne.

c'est là que le sang et l'air sont mis en présence. Le poumon

dérivée de l'appareil digestif; il prend naissance sur le pharynx à la façon d'une glande (fig. 9). Il se forme un bourgeon qui s'allonge, se divise et se subdivise, comme nous l'avons vu pour les glandes en grappe. Il descend dans la poitrine; il est formé d'une enveloppe conjonctive et d'un revêtement intérieur composé

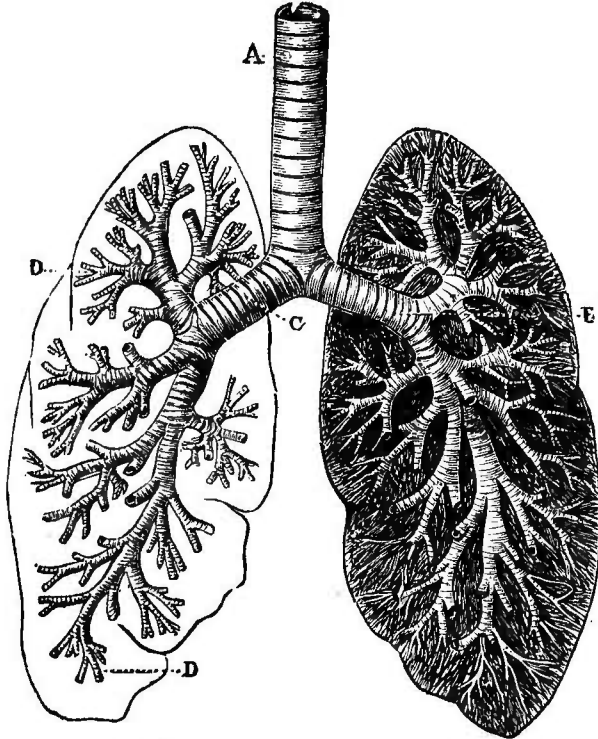


Fig. 110. — Poumon et bronches.

A, trachée-artère; B, bronche gauche se ramifiant dans le tissu pulmonaire gauche; C, bronche droite fournissant les divisions bronchiques (D, D) au poumon droit, dont les contours seuls sont indiqués.

de cellules épithéliales. Celles-ci sont d'abord hautes, mais, dans les culs-de-sac terminaux, on les voit s'aplatir à mesure que les bourgeons pulmonaires se multiplient et se dilatent.

Chez l'adulte, le poumon représente une masse molle et élastique située dans la poitrine. Il est suspendu à un conduit excréteur, à parois rigides et rudes, la *trachée-artère* (*trachéa*, âpre), située au-devant du cou et s'ouvrant dans le pharynx (fig. 110). Dans la poitrine, la trachée-artère se divise en deux conduits, les *bronches* (B et C) l'une allant au poumon droit, l'autre au poumon gauche (voir fig. 12, p. 18).

A mesure que chacune des bronches s'avance dans la masse même du poumon, elle se divise en nombreuses branches de plus en plus fines, les *divisions bronchiques*, dont les rameaux terminaux se continuent avec le tissu pulmonaire.

Tissu pulmonaire. — A chaque dernière division bronchique correspond une petite masse de tissu pulmonaire, ayant la taille de 1 centimètre environ. On l'appelle le *lobule pulmonaire*.

En examinant la section longitudinale d'un lobule (fig. 111), on voit que sa masse est subdivisée par une série de lignes en

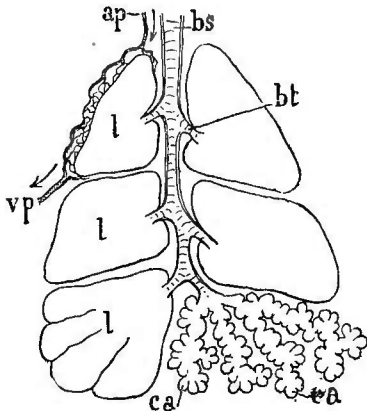


Fig. 111. — Lobule pulmonaire, d'après M. Duval.

bs, bronche sus-lobulaire; *bt*, bronchiole terminale; *l, l, l*, segments lobulaires; *ca*, canal alvéolaire; *ap*, artériole se divisant en capillaires sur le lobule pulmonaire; et les capillaires se jetant dans une veinule pulmonaire (*vp*).

segments (ll) au nombre de 10 à 15 et atteignant chacun un volume de 2 millimètres environ. La dernière division bronchique (*bs*), appelée *bronche sus-lobulaire*, pénètre dans le lobule et fournit une subdivision ou *bronche terminale (bt)* à chacun des segments. En arrivant dans le segment, la bronche terminale ne se dilate pas en amoncles à parois lisses, comme semblent le faire croire la plupart des segments de la figure. Elle se comporte de la façon qui est représentée en bas et à droite : elle s'épanouit en un bouquet de conduits larges d'un demi-millimètre à 1 millimètre, dont les parois sont bosselées. Les bosselures ou logettes ont les dimen-

sions d'un à 2 dixièmes de millimètre et ont reçu le nom de *cellules*, c'est-à-dire de cavités *pulmonaires, aériennes* ou *respiratoires*, de *vésicules respiratoires* ou d'*alvéoles*. Chaque conduit recouvert d'alvéoles est dit conduit alvéolaire (*ca*).

Les parois du conduit alvéolaire et des alvéoles ont une structure très simple (fig. 112) : c'est une coque de tissu conjonctif, soutenue par un réseau élastique très abondant et dont la surface interne est revêtue d'un épithélium plat (*e*), semblable plus ou moins à l'endothélium des vaisseaux.

On a comparé, au point de vue de la forme, l'ensemble du

poumon (trachée-artère et ses divisions) à un arbre, un chêne par exemple, dont le tronc, les branches et les rameaux seraient creux et parcourus par l'air; si j'ajoute que les conduits alvéolaires rappellent bien les contours sinueux d'une feuille de chêne, on peut parfaitement appliquer au poumon et à ses conduits le nom d'*arbre respiratoire ou aérien*.

Artère et veines pulmonaires. — Nous savons que l'artère pulmonaire amène le sang noir au poumon. Les branches de l'artère, qui contient du sang noir, en arrivant au hile du poumon se ramifient en suivant les divisions et les subdivisions des bronches : chaque bronche sus-lobulaire sera accompagnée d'un rameau de l'artère pulmonaire en arrivant aux lobules. A cet endroit, chaque rameau de l'artère pulmonaire se divise en autant d'artérioles qu'il y a de bronches terminales (fig. 112 *a*) et chaque artériole se résout en un réseau capillaire qui se répand dans la coque de l'alvéole. Ce réseau capillaire donne naissance à des veinules, qui sont les radicules des veines pulmonaires (*v*). Les veinules se réunissent successivement autour du lobule en veines plus grosses formant en dernier lieu deux veines pulmonaires pour chaque poumon.

Le réseau capillaire du poumon est remarquable par le nombre considérable de ses anastomoses, de sorte que la surface occupée par les capillaires est trois fois plus étendue que leurs intervalles ou mailles. Pour donner une idée de l'étendue de cette nappe sanguine, il suffit de dire que la surface respiratoire figurée par l'ensemble des alvéoles est évaluée à 100 mètres carrés environ, c'est-à-dire 66 fois la surface du corps. Le sang occupe les trois quarts de cette surface, c'est-à-dire 75 mètres

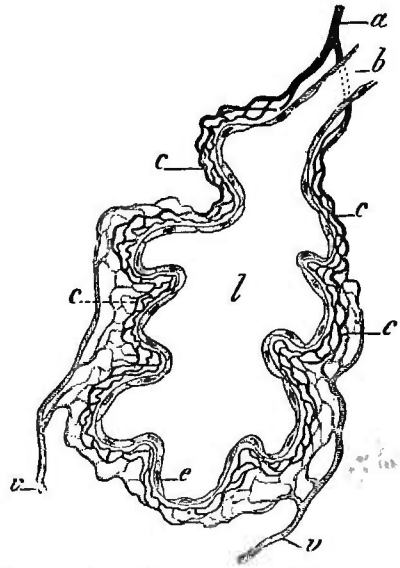


Fig. 112. — Rapports des vaisseaux sanguins avec le canal alvéolaire (*l*).

a, artériole pulmonaire se divisant en capillaires (*ccc*); *vv*, origine des veines pulmonaires; *e*, épithélium aplati, qui revêt les alvéoles pulmonaires.

carrés. Or, si l'épaisseur des capillaires n'est que celle d'un globe sanguin, on aura $75 \times 0 \text{ mm. } 007$, c'est-à-dire plus d'un demi-litre de sang étalé en une couche très mince à la surface du poumon. Ce sang se renouvelant d'une façon continue, on a calculé qu'il en passe, dans les 24 heures, plus de 20 000 litres par les capillaires du poumon.

Structure des bronches et de leurs divisions. — Tandis que,

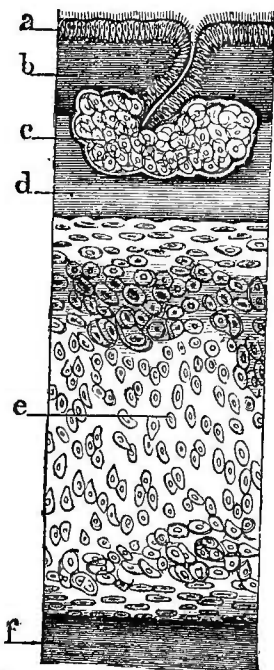


Fig. 115. — Section d'une portion de bronche (gros-sie).

a, épithélium cilié; *b*, chorion de la muqueuse; *c*, glande muqueuse en grappe; *d*, couche sous-muqueuse; *e*, cartilage; *f*, membrane fibreuse.

dans l'alvéole, la paroi pulmonaire n'est composée que d'une coque conjonctive et élastique tapissée de cellules épithéliales aplaties, les conduits (trachée-artère, bronches et divisions bronchiques) présentent une véritable muqueuse doublée d'une tunique externe. Cette dernière, épaisse, est composée, comme le montre la coupe (fig. 115), d'une membrane fibreuse (*f*), renforcée de distance en distance par des anneaux cartilagineux (*e*). On peut, au cou, sentir ces derniers à travers la peau. Les anneaux cartilagineux, incomplets en arrière, dans la trachée et les bronches, deviennent de plus en plus petits dans les divisions bronchiques, où ils finissent par ne plus être représentés que par des nodules. Néanmoins ils donnent à ces conduits aérifères une consistance telle qu'ils restent toujours béants quand on les sectionne.

Ajoutons que des fibres musculaires lisses se développent dans la trachée, les bronches et leurs divisions. Elles constituent des sortes d'anneaux contractiles qui peuvent concourir au rétrécissement de l'arbre aérien.

La muqueuse des conduits aérifères présente un chorion (*b*) avec de nombreuses fibres élastiques, et un épithélium composé de plusieurs couches de cellules épithéliales hautes et cylindriques (fig. 115, *a*, et fig. 114).

De nombreuses glandes en grappe (*c*), semblables à celles des

premières portions du tube digestif, se trouvent dans la muqueuse et sécrètent un mucus abondant.

Cils vibratiles. — Les cellules épithéliales de la trachée et des bronches doivent nous arrêter spécialement. La figure 114 montre que l'extrémité libre des cellules épithéliales est hérissée de fins filaments, hauts d'un demi-centième de millimètre et qu'on a comparés aux *cils* des paupières. Si l'on isole

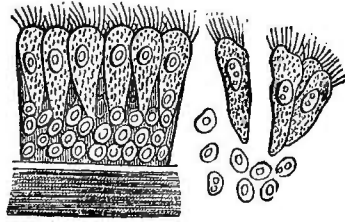


Fig. 114. — Portion de muqueuse des bronches avec l'épithélium à cils vibratiles (grossie).

une des cellules et qu'on l'examine à un grossissement plus fort (fig. 115), on voit que la partie libre de la cellule est terminée par une sorte de plateau (*p*) sur lequel sont implantés et dressés les cils, à la manière des crins d'une brosse. Pendant la vie de la cellule épithéliale, les cils offrent une propriété remarquable découverte déjà vers la fin du xvii^e siècle : en observant la muqueuse de la trachée *vivante*, on voit les cils se relever et s'abaisser d'un mouvement vibratoire, comme un champ de blé agité par le vent; de là le nom de *cils vibratiles* qui leur a été donné. Ce mouvement de vibration est si rapide qu'il est difficile de le voir et ce n'est qu'au bout d'un certain temps, après que la cellule a été détachée et que le mouvement des cils se ralentit, qu'il devient visible.

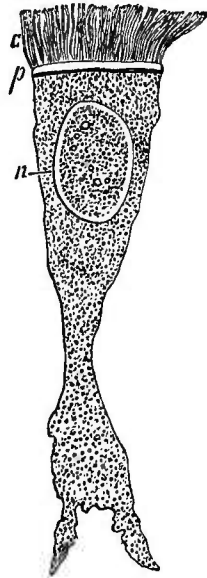


Fig. 115. — Cellule à cils vibratiles.

n, noyau; *p*, liséré transparent ou plateau sur lequel sont implantés les cils vibratiles (*c*), (très grossie).

Chez l'homme, les cils vibratiles existent dans l'arbre aérien depuis les fosses nasales jusque vers les dernières divisions bronchiques, dans l'oreille moyenne, dans le canal central de la moelle épinière, etc.

Usage des cils vibratiles. — Le rôle des cils vibratiles peut être établi par plusieurs expériences qui rendent leurs effets visibles à l'œil nu. La grenouille a des cils vibratiles sur la muqueuse de la bouche, du pharynx et de l'œsophage. En saupoudrant cette muqueuse d'une poussière colorée, on voit qu'au bout de peu de

temps la poussière est entraînée vers l'estomac, comme si l'on balayait la surface de l'œsophage.

Quoique de dimensions si petites, les cils vibratiles peuvent, par leur nombre, développer une certaine force. Une paille introduite dans l'œsophage d'une grenouille est entraînée vers l'estomac. M. Mathias-Duval le démontre d'une façon plus saisissante par l'expérience suivante : enlevant l'œsophage d'une grenouille, il le fend en long, puis il l'étale et place une des extrémités de la muqueuse sur un morceau de liège. Alors on voit la muqueuse mouter sur le liège, à la façon d'une limace qui rampe, et parcourir une longueur de 1 centimètre en cinq minutes. Les cils ont donc assez de force pour déplacer l'œsophage lui-même (*limace artificielle*).

Le rôle des cils vibratiles se borne chez l'homme à transporter, à partir des divisions bronchiques, des bronches et de la trachée-artère vers le pharynx et l'extérieur, les mucosités et les poussières qui s'y sont accumulées. Ajoutons que dans les fosses nasales le mouvement des cils vibratiles est dirigé, non vers l'extérieur, mais du côté du pharynx, où ils poussent les mucosités.

§ 2. — Mécanisme de l'inspiration et de l'expiration.

Cage thoracique. — Les poumons sont logés dans la poitrine ou *cage thoracique*. Le squelette de cette cage (fig. 116) est constitué : 1° par les *vertèbres du thorax*, 2° par douze paires d'arcs osseux, les *côtes*, qui s'appuient en *arrière* sur la colonne vertébrale et vont la plupart se relier, en *avant*, sur la ligne médiane, par des extrémités cartilagineuses, à un os aplati, le *sternum* (*st*). Les côtes sont des pièces osseuses, sauf dans leur extrémité antérieure qui est cartilagineuse. Les sept premières côtes s'unissent au sternum par leur arc antérieur (*vraies côtes* ou *côtes sternales*) ; les 5 autres sont dites *fausses côtes* ou *asternales* ; de ces dernières, 3 s'unissent par leur cartilage au cartilage précédent ; les deux dernières restent libres à leur extrémité antérieure (*côtes flottantes*).

Des bandes musculaires (muscles intercostaux) (fig. 117) relient chaque côte aux côtes voisines, et ferment hermétiquement les parois thoraciques.

Cette alternance d'arcs osseux et de plans musculaires assure à

la poitrine de la solidité, de la légèreté et la possibilité d'agir instantanément, par la contractilité des muscles intercostaux, sur le squelette thoracique.

Diaphragme. — La base de la cage thoracique est séparée de la cavité abdominale par une cloison musculaire (fig. 117, B) en forme de voûte à convexité supérieure. Platon l'a appelée *diaphragme* (*diaphragma*, séparation). Il s'attache sur le pourtour de la base de la cage thoracique (vertèbres, côtes et sternum). De ces divers points périphériques les fibres musculaires rayonnent vers le centre de la cage, où elles se terminent par un *tendon aplati*, brillant et nacré appelé *centre phrénique* (*phrén*, esprit) parce qu'on croyait qu'il était le siège de l'âme.

Lorsque ces fibres musculaires se contractent, elles abaissent la voûte du diaphragme, c'est-à-dire qu'elles agrandissent la hauteur de la poitrine, et

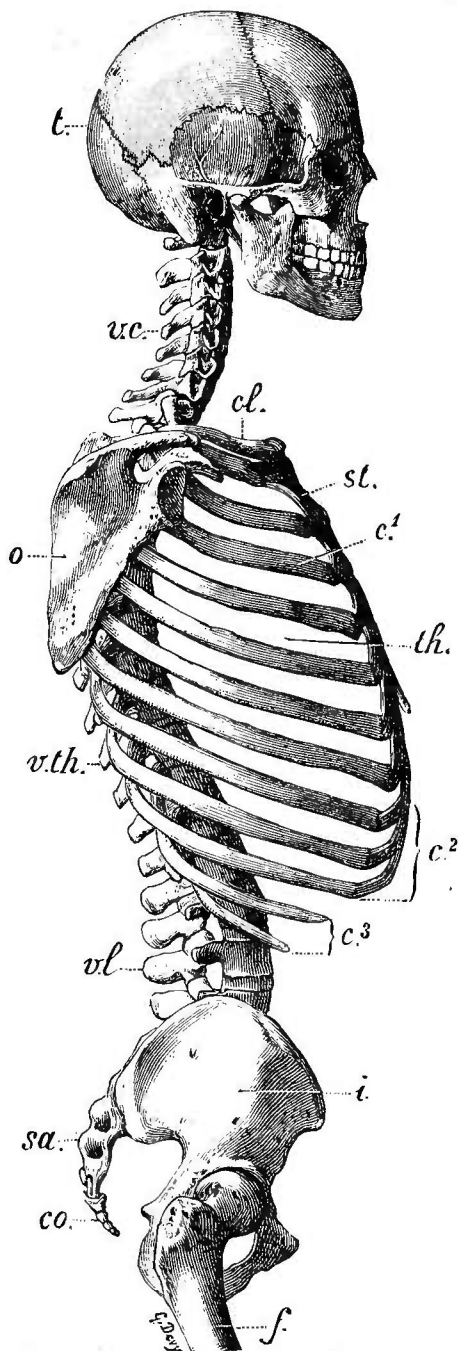


Fig. 116. — Os de la tête et du tronc.

t., tête; *vc.*, vertèbres cervicales; *vth.*, vertèbres thoraciques; *vl.*, vertèbres lombaires; *sa.*, sacrum; *co.*, coccyx; *o.*, omoplate; *cl.*, clavicule; *th.*, thorax; *st.*, sternum; *c¹*, côtes s'unissant directement au sternum ou *vraies côtes*; *c²*, les trois premières *fausses côtes*; *c³*, les deux dernières ou *côtes flottantes*; *i.*, os coxal; *f.*, fémur.

en même temps elles élèvent les fausses côtes, d'où augmentation des autres diamètres du thorax. En agissant ainsi, le diaphragme devient, comme nous le verrons, le muscle inspirateur par excellence.

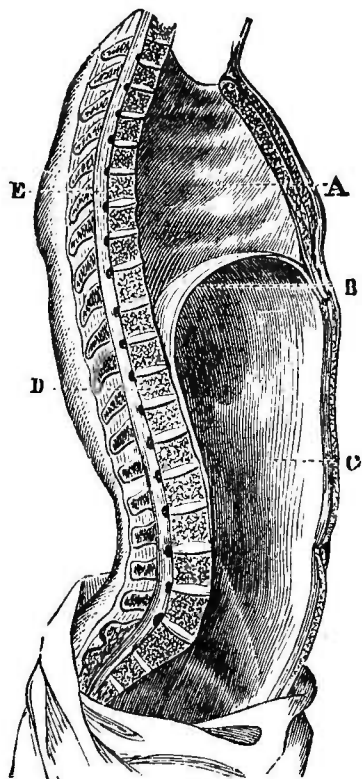


Fig. 117. — Section médiane et verticale du tronc de l'homme.

A, cavité de la poitrine avec les côtes et les muscles intercostaux ; B, diaphragme ; C, cavité abdominale ; D, colonne vertébrale ; E, canal rachidien.

la face extérieure de chaque poumon. Au niveau du hile du poumon, ces deux feuillets se continuent l'un avec l'autre et constituent autour de chaque poumon un sac sans ouverture. Bien qu'ils soient au contact, les deux feuillets, pariétal et viscéral, sont séparés par un intervalle linéaire, une fente, dite *cavité pleurale* (*pl*), dans laquelle existe un vide virtuel. Grâce à l'état lisse, poli et humide de la surface des feuillets, le poumon peut glisser sur la face intérieure de la cage thoracique.

Aussi le célèbre physiologiste du xviii^e siècle, Haller, a-t-il eu raison de dire que le diaphragme est le plus important des muscles, après le cœur.

Si nous garnissons la surface extérieure de la cage des nombreux muscles qui viennent s'y insérer et si nous recouvrons le tout par la peau, nous aurons une poitrine complètement close.

Les poumons sont enfermés dans un double sac séreux, formé par la plèvre. — Il s'agit d'examiner quelle est la situation des poumons dans la poitrine. Chacun de ces organes est enveloppé, comme tous les viscères en général, par une membrane séreuse. Celle-ci porte, dans le cas particulier, le nom de *plèvre* (*pleura*, côté). Elle affecte, comme le péritoine, la forme d'un bonnet de coton double (fig. 118) : l'un des feuillets, dit *pariétal* (*paries*, paroi), tapisse la face intérieure de la cage thoracique et la face supérieure du diaphragme ; l'autre, dit *viscéral*, revêt

Mécanisme de l'inspiration.

— Nous sommes à même d'étudier le mécanisme grâce auquel l'air pénètre dans le poumon, c'est-à-dire l'inspiration.

En supposant une respiration calme, le diaphragme se contracte et sa contraction a pour effet, comme je l'ai dit plus haut, d'agrandir la poitrine en tout sens (fig. 118, 2). Il en résulte que la paroi thoracique et le diaphragme tendent à s'éloigner des deux poumons. Or, voici les conditions dans lesquelles se trouve placé cet organe : sa surface *intérieure* est en communication par les narines, la bouche, le pharynx, le larynx (L), la trachée (Tr), les bronches (Br) et leurs divisions, avec l'air extérieur, c'est-à-dire qu'elle sup-

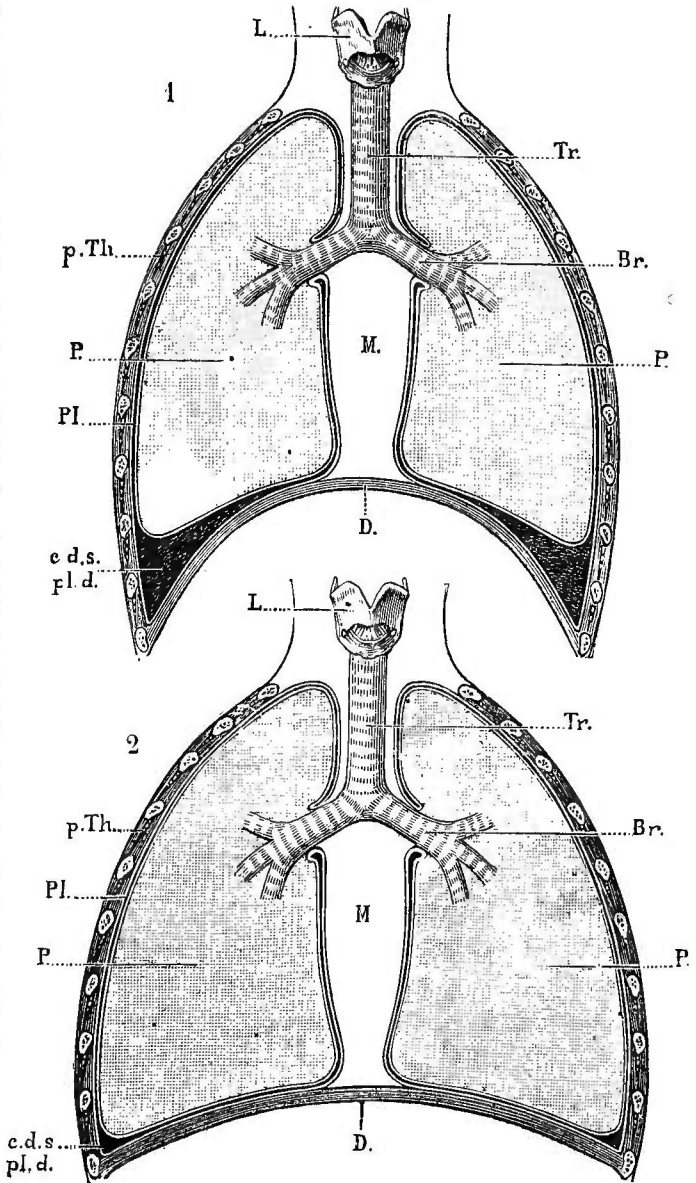


Fig. 118. — Poumons et cage thoracique à l'état de repos (1) et en inspiration (2).

Tr, trachée-artère; PP, poumon; D, diaphragme; L, larynx; Pth, paroi thoracique; Br, bronches; M, médiastin; c.d.s.pl.d., cul-de-sac que forme la plèvre pariétale en se prolongeant entre le thorax et le diaphragme; très prononcé quand le diaphragme est au repos (1), il disparaît lorsque ce muscle se contracte (2) et permet au poumon de s'étendre; pl, plèvre.

porte une pression égale à la pression atmosphérique. La surface extérieure du poumon est en contact avec le vide virtuel de la cavité pleurale (Pl). L'air intérieur du poumon, qui a la pression de l'atmosphère, pousse la surface pulmonaire vers le vide virtuel (voir la diminution de la cavité (*c.d.s.*) au moment de l'inspiration, fig. 118, 2); il distend les alvéoles pulmonaires au moment de l'agrandissement en tout sens de la cage thoracique et les force à suivre le mouvement d'expansion de cette dernière. L'élasticité de la coque des alvéoles et des conduits alvéolaires leur permet de se prêter admirablement à cette dilatation. La conséquence immédiate de cette ampliation pulmonaire est la raréfaction de l'air qui y est contenu et la diminution de sa pression. Comme l'air intra-pulmonaire est en communication par les voies toujours béantes (des fosses nasales, de la trachée, des bronches et de leurs divisions) avec l'air extérieur, celui-ci s'y précipite pour rétablir l'équilibre : c'est cette entrée d'air qui s'appelle *inspiration*, amenée, comme nous le voyons, par l'action musculaire du diaphragme.

Il entre environ un demi-litre d'air dans le poumon à chaque inspiration calme, c'est-à-dire le dixième de la capacité des deux poumons : ceux-ci, en effet, peuvent contenir 5 litres environ chez un homme vigoureux.

Expiration. — Après chaque contraction, le diaphragme se repose, comme le muscle cardiaque. A cet effet, il reprend sa voussure, les côtes s'affaissent et les diamètres de la cage thoracique diminuent en tous sens (fig. 118, 2). Le poumon, n'étant plus violenté, obéit à l'élasticité de son tissu et revient sur lui-même. L'air contenu dans les alvéoles et les conduits alvéolaires est comprimé et acquiert une pression plus forte : une partie (un demi-litre environ) s'échappe par l'ouverture béante des voies respiratoires. Cet acte s'appelle *expiration*.

Modifications subies par l'air inspiré. — Les médecins de l'antiquité croyaient que la pénétration de l'air dans le poumon servait à rafraîchir le sang. Ils prenaient d'ailleurs l'air pour un corps simple.

Au xvii^e siècle, on commença à soupçonner la nature plus complexe de ce gaz. Au commencement du xviii^e siècle, l'Allemand Stahl tenta une explication, mais engagea la science dans une fausse route : pour lui tout corps, en brûlant, met en liberté un

principe qui se dégage du corps où il est fixé et constitue la flamme. Cet être hypothétique reçut le nom de *phlogistique* (*phlogizo*, j'enflamme).

Malgré quelques expériences sur les modifications que subit l'air lorsqu'on chauffe des métaux en sa présence, on ne put se débarrasser du phlogistique. En 1774, l'Anglais Priestley montra que les animaux, en respirant, *déphlogistiquent* l'air, qui devient irrespirable, et que l'air privé de son phlogistique, ou *déphlogistiqué*, n'entretient plus la combustion ni la respiration.

Expériences et découvertes de Lavoisier. — En 1777, le Français Lavoisier reprend toutes ces expériences sur la calcination des métaux et il montre les modifications que subit l'air lorsqu'on chauffe les métaux en sa présence. Voici les résultats remarquables auxquels il arriva : Dans la calcination du mercure, cette substance métallique absorbe un cinquième du volume de l'air, l'*air respirable* ou *oxygène*. Les quatre autres cinquièmes, c'est-à-dire l'*azote*, sont incapables d'entretenir la respiration des animaux, l'inflammation et la combustion des corps.

Pour le prouver, Lavoisier plaça un moineau sous une cloche hermétiquement fermée et il constata qu'il mourut au bout de 55 minutes. « L'air ainsi respiré par l'animal était devenu fort différent de l'air de l'atmosphère; il *précipitait l'eau de chaux*, *éteignait les lumières*; un *nouvel oiseau n'y vécut que quelques instants*.... Cet air différait en deux points de celui qui avait servi à la calcination du mercure : 1° la diminution du volume avait été beaucoup moindre dans la dernière expérience que dans la première; 2° *l'air de la respiration précipitait l'eau de chaux*. »

En d'autres termes, Lavoisier a démontré que les animaux empruntent l'*oxygène* à l'atmosphère et lui rendent de l'*acide carbonique* (CO²). La respiration consiste ainsi en une absorption d'oxygène par le sang et en un dégagement d'acide carbonique et de vapeur d'eau. Depuis cent ans, la science n'a fait que confirmer ce fait capital, découvert, je le répète, par Lavoisier, en y ajoutant quelques éclaircissements accessoires.

Des analyses exactes ont montré, en effet, que 100 parties d'air inspiré (atmosphériques) contiennent en volume :

Oxygène.	.	21 parties
Azote	.	79 »

De plus, il existe dans ce mélange gazeux des traces d'acide carbonique, dans la proportion de 2 à 3 dix-millièmes, et un peu de vapeur d'eau.

En rapprochant ces chiffres de la composition de l'air *expiré*, on jugera des modifications que subit l'air qui passe par le poumon :

	Air inspiré.	Air expiré.
Azote..	79	79
Oxygène	21	15,5
Acide carbonique	0,0002	4,5
	100	99

On obtient le chiffre 99, au lieu de 100, parce qu'une partie de l'oxygène disparaît en brûlant des substances qui sont évacuées par l'urine.

L'air expiré contient de plus de la vapeur d'eau. En hiver, sa présence est manifeste : c'est elle, en effet, qui en sortant de la bouche et du nez et arrivant dans l'air froid, se précipite en formant un nuage visible (*buée*).

Pour constater la présence de l'acide carbonique dans l'air expiré, chacun peut faire l'expérience bien simple que voici : Il suffit de mettre dans un vase en verre de l'eau de chaux, et de souffler dans cette eau au moyen d'un tube de verre. Au bout de quelques minutes, l'eau se trouble : il s'y forme des grains blancs qui finissent par se déposer au fond du verre. Le précipité ainsi obtenu résulte de la combinaison de l'acide carbonique et de la chaux : c'est du carbonate de chaux, semblable à la craie. Si l'on verse sur elle un acide quelconque, cette poudre fera effervescence, parce que l'acide carbonique, rendu libre, se dégagera à nouveau.

Acte intime de la respiration. — Dans l'acte respiratoire, c'est au globule rouge du sang qu'appartient le rôle capital.

Une première question se pose : Où se forme l'acide carbonique ? est-ce dans le poumon ou dans l'intérieur des tissus du corps ? Lavoisier s'était posé ce problème, sans le résoudre. Aujourd'hui il est établi que la combinaison de l'oxygène avec le carbone a lieu dans les tissus (voir *chaleur animale*, p. 157). Dans le poumon se fait uniquement l'échange de l'oxygène et de l'acide carbonique. Ici encore nous assistons à un choix spécial fait, d'un côté

* par les globules rouges, et de l'autre par le plasma. Le plasma prend 10 fois moins d'oxygène que le sang qui contient des globules rouges. Ceux-ci fixent l'oxygène grâce à l'hémoglobine (voir p. 77); 100 parties d'hémoglobine prennent 125 parties d'oxygène; la fixation consiste en une combinaison très faible, appelée *oxyhémoglobine*; elle est même si faible, que le vide de la machine pneumatique suffit pour faire dégager l'oxygène d'une solution d'oxyhémoglobine.

L'oxygène se fixe sur les globules rouges. — Les globules rouges, chargés d'oxygène au niveau des capillaires pulmonaires, sont emportés par les veines pulmonaires, puis, au sortir du cœur gauche, par l'aorte, et arrivent dans les capillaires (généraux) des organes. En passant par les capillaires généraux, les globules rouges cèdent aux tissus leur oxygène, puis ils sont ramenés par les veines caves, et, au sortir du cœur droit, par l'artère pulmonaire jusqu'aux capillaires pulmonaires. Là, ils fixent une nouvelle quantité d'oxygène pour parcourir derechef le même circuit. Les globules rouges sont bien, selon l'expression de Kuss, médecin et dernier maire français de Strasbourg, des *commis voyageurs* en oxygène.

L'acide carbonique est fixé par le plasma sanguin. — Quant à l'acide carbonique produit dans les tissus, il se combine avec les sels du plasma sanguin, surtout avec les carbonates de soude. En arrivant dans les capillaires du poumon, ces sels sont décomposés, ou plutôt dédoublés, grâce à la pauvreté en acide carbonique de l'air inspiré, puisque celui-ci n'en contient que des traces.

Rappelons que les parois des capillaires opposent une faible barrière à la diffusion et au passage des gaz; leur épaisseur atteint à peine 1 millième de millimètre; dans les capillaires du poumon elle s'augmente de l'épaisseur de l'endothélium de la coque alvéolaire; or cet endothélium des alvéoles n'atteint même pas cette épaisseur. La cloison de séparation entre l'air intrapulmonaire et le sang ne dépasse pas 2 millièmes de millimètre.

Asphyxie. — Lorsque la mort survient par *défaut d'air* ou par l'entrée d'un gaz toxique dans le poumon, elle a lieu par *asphyxie* (a, privatif; *sphyxis*, pouls, parce qu'on avait dans le temps l'habitude de reconnaître la mort à l'absence du pouls). L'expérience du moineau sous la cloche faite par avoisier (p. 128) est un

exemple d'asphyxie par privation de l'oxygène qui s'épuisait lentement. De plus, dans ce milieu confiné, une certaine quantité d'acide carbonique exhalé par les expirations de l'animal finissait, à raison de sa pression, par empêcher celui du sang de se dégager.

On donne le nom d'*air confiné* à l'air qui ne se renouvelle pas. L'histoire nous rapporte un certain nombre d'exemples terribles où des prisonniers, entassés par centaines dans une cave ou une prison étroite, furent trouvés le lendemain morts par asphyxie.

Lorsqu'un gaz toxique se mêle à l'air confiné, les accidents sont bien plus terribles encore. Le plus redoutable de ces gaz est celui qui se dégage des charbons qui brûlent : c'est l'*asphyxie par la vapeur de charbon*. Il se produit dans ces conditions un gaz, dit *oxyde de carbone*, qui a pour le globule rouge une affinité supérieure à celle de l'oxygène. Tout globule rouge combiné à l'oxyde de carbone est perdu pour l'organisme, parce que l'oxygène ne peut plus en chasser l'oxyde de carbone, et il va de soi que, si un trop grand nombre de globules rouges sont ainsi chargés d'oxyde de carbone, les tissus et, par suite, l'individu meurent d'asphyxie.

Mal des montagnes. — Chacun sait que la pression de l'air diminue à mesure qu'on s'éloigne du niveau de la mer ; autrement dit, l'air se raréfie et la quantité d'oxygène, sous un même volume, est moindre. Les accidents qui surviennent dans ces milieux à air raréfié, à une altitude de 3 000 mètres par exemple, s'observent dans l'*ascension des montagnes* et les *ascensions en ballon* : on leur donne le nom de *mal des montagnes* et *mal des aéronautes*. Il se produit de la gêne respiratoire, de l'essoufflement, des congestions, des hémorrhagies, des évanouissements suivis trop souvent d'accidents mortels.

Asphyxie brusque. — L'immersion dans l'eau (*noyés*) ou la compression de la trachée et du larynx (*pendus*) donnent lieu à une *asphyxie brusque* : l'air n'arrivant plus au poumon, le sang reste noir, ne s'oxyde pas et les battements du cœur deviennent moins énergiques et diminuent. Dans ces conditions, il convient, sans tarder, après avoir étendu le malade à terre, de chercher à faire pénétrer de l'air dans le poumon, en pratiquant la *respiration artificielle*.

Par une compression lente et énergique qu'on exerce sur la base de la poitrine, on chasse l'air du poumon ; puis on cesse

rusquement pour permettre l'entrée d'une nouvelle portion d'air. On imite et on répète ainsi les mouvements respiratoires. On peut encore pratiquer l'*insufflation*, soit bouche à bouche, soit, s'il est possible, à l'aide d'un soufflet de cuisine, sauf à chasser l'air ensuite par la compression.

Appareil respiratoire dans la série animale

L'appareil respiratoire fait défaut chez l'embryon humain, tant que le jeune être n'est formé que d'un petit nombre de cellules.

Plus tard, certains groupes cellulaires se spécialisent et se chargent de la fonction d'amener à l'organisme l'oxygène qui, nous l'avons vu, à propos du globule blanc et de l'amibe (p. 77) est nécessaire aux cellules comme aux tissus. Ces divers stades se retrouvent chez les animaux.

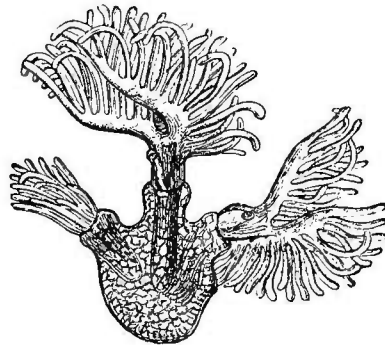


Fig. 120. — Colonie de bryozoaires (Cristatelles), avec leurs branchies étalées en forme de panache.

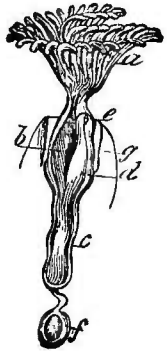


Fig. 119. — Anatomie d'un Bryozoaire (Plumatelle).

a, panache branchial; b, œsophage; c, estomac; d, intestin; e, anus; f, œuf.

échanges gazeux. Cette fonction s'exerce par toute la surface extérieure.

Chez les *Échinodermes*, on trouve quelques lamelles foliacées ou bien des diverticules du tube digestif, qui semblent servir d'organes respiratoires.

Il en est de même chez la plupart des *Vers*, à moins qu'on ne regarde les bras des Brachiopodes et les tentacules des Bryozoaires (fig. 119 et 120) comme jouant le rôle d'organes respiratoires. Chez les *Polychètes*, les pattes présentent certains appendices dorsaux qui fonctionnent comme des organes respiratoires et sont appelés *branchies* (fig. 57, p. 65).

I. Types inférieurs. — Chez les êtres très simples (*Protozoaires, Spongiaires, Cœlentérés*), il n'existe pas d'organe spécial servant aux

II. Articulés. — Au point de vue des organes respiratoires, on peut diviser les *Articulés*, en deux groupes : les uns (Crustacés) vivent dans l'eau et respirent au moyen de *branchies*; les autres

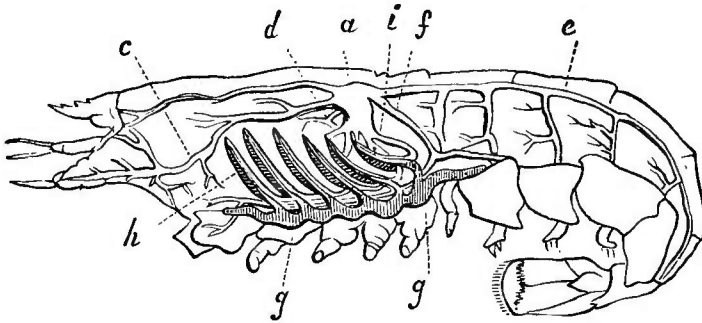


Fig. 121. — Appareil circulaire et respiratoire de l'écrevisse.

a, cœur; *h*, branchies; *c*, *d*, vaisseaux allant du cœur vers la tête; *e*, *f*, vaisseaux allant du cœur vers la queue; *gg*, vaisseaux rapportant l'hémolymphe non oxygénée aux branchies; *i*, vaisseaux ramenant l'hémolymphe oxygénée des branchies au cœur.

(Insectes, Myriopodes et Arachnides) sont des êtres aériens et respirent par des *trachées* ou des *poumons*.

Sauf chez certains crustacés inférieurs où les échanges gazeux

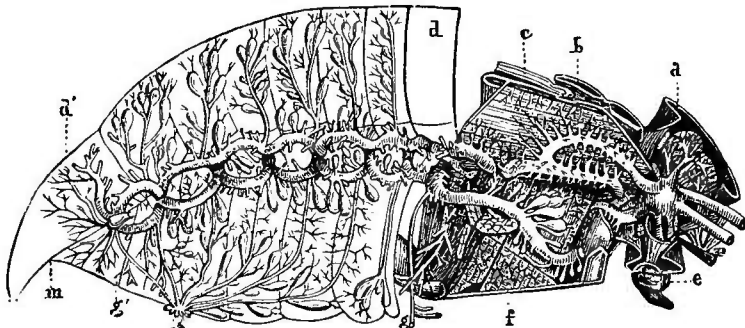


Fig. 122. — Trachées du Hanneton.

a, *b*, *c*, trachées du thorax; *d*, *d'*, parois de l'abdomen relevées pour montrer les trachées *g*, *g'*; *e*, base de la première patte droite; *f*, muscles; *m*, anus; *x*, un stigmate.

s'opèrent sur toute l'étendue de la mince enveloppe cutanée, les organes respiratoires de ces animaux sont représentés par des lamelles qui se sont développées sur les pattes. Chez l'écrevisse et les décapodes, les branchies sont des appendices en forme

de plumes, fixées sur les pattes thoraciques et protégées par les parties latérales de la carapace. Le mouvement des pattes-mâchoires fait pénétrer dans la chambre branchiale l'eau qui passe sur les branchies et qui sort par un orifice postérieur. Chez d'autres crustacés, les branchies, quoique dépendant des pattes, occupent une position différente.

Les Insectes et les Myriopodes sont munis, en fait d'organes respiratoires, de tubes creux qui partent d'orifices cutanés (*stig-*

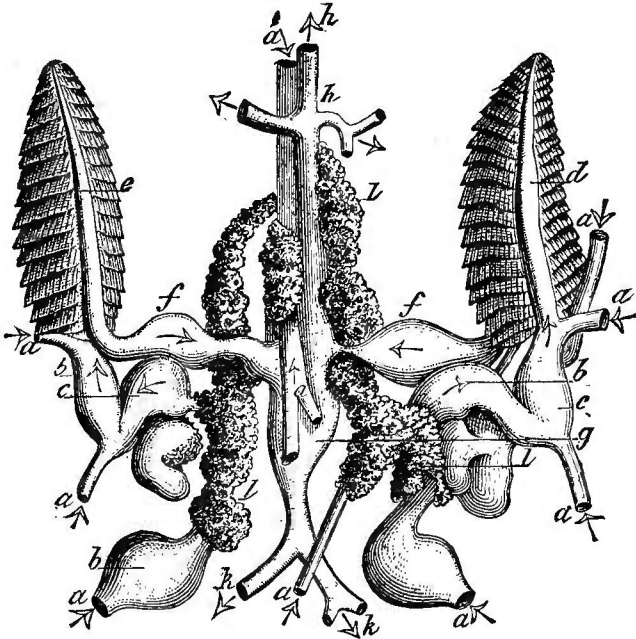


Fig. 123. — Branchies, cœur et principaux vaisseaux de la Seiche.

a, a, a, veines avec leurs poches contractiles (*bb, rc*), chassant l'hémolymphe dans les branchies (*d* et *e*); *d* et *e*, vaisseaux ramenant l'hémolymphe oxygénée des branchies dans les oreillettes (*ff*), qui la poussent dans le ventricule (*g*). Ce dernier l'envoie dans les aortes (*hk* et *g*); *ll*, rein appelé *organe de Bojanus*.

mates) et se ramifient dans tout le corps. On appelle ces tubes des *trachées*; ce sont des canaux, qui restent *béants*, grâce à un épaississement spiral qui renforce le revêtement chitineux intérieur.

En se dilatant, les anneaux de l'abdomen ouvrent les stigmates et élargissent les trachées, de sorte que l'air extérieur s'y introduit et va au-devant de l'hémolymphe. En comprimant ces mêmes parties, ces animaux produisent la sortie de l'air intérieur, c'est-à-dire l'expiration.

Certaines Arachnides ne respirent également qu'au moyen de trachées; d'autres (araignées et scorpions) possèdent des organes respiratoires spéciaux, appelés *poumons*. Les stigmates, au lieu de se continuer avec des trachées, s'ouvrent dans des cavités qui sont cloisonnées par des lamelles libres sur leurs faces et par l'un de leurs bords, mais fixées par l'autre bord sur l'une des parois

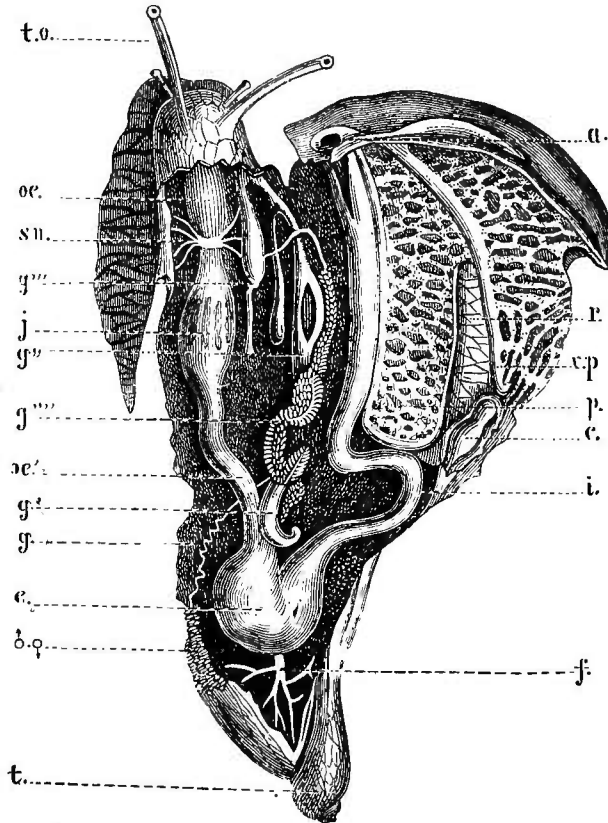


Fig. 124. — Organisation d'un Mollusque, voisin de l'Escargot (Agathine).

to, tentacules portant les yeux; œ, œ', œsophage, sn, ganglion nerveux
j, jabot; e, estomac; f, foie; i, intestin; a, anus; p, poumon; vp, veines pulmo-
naires; r, rein; c, cœur; g, g', g'', g''', appareil reproducteur; t, tortillon.

de la cavité. L'hémolymphe se répand dans l'intérieur de chaque lamelle et s'oxygène au contact de l'air qui pénètre dans le poumon.

III. Mollusques. — Les organes respiratoires des *Mollusques* sont des *branchies* situées généralement entre le manteau et le pied : chez les Céphalopodes, elles sont renfermées dans le sac formé par le manteau (fig. 123); chez les Gastéropodes, il en existe

une ou deux cachées également ou bien flottantes sur le dos de l'animal; chez les Acéphales, elles sont lamelleuses et frangées, d'où le nom de *lamellibranches* donné à ces animaux.

Cependant un certain nombre de Mollusques (escargot et limace) vivent à terre et respirent l'air atmosphérique au moyen d'un *poumon*. Mais l'organe qui porte ce nom n'est qu'une surface nolle et vasculaire; il représente un diverticule du manteau s'ou-

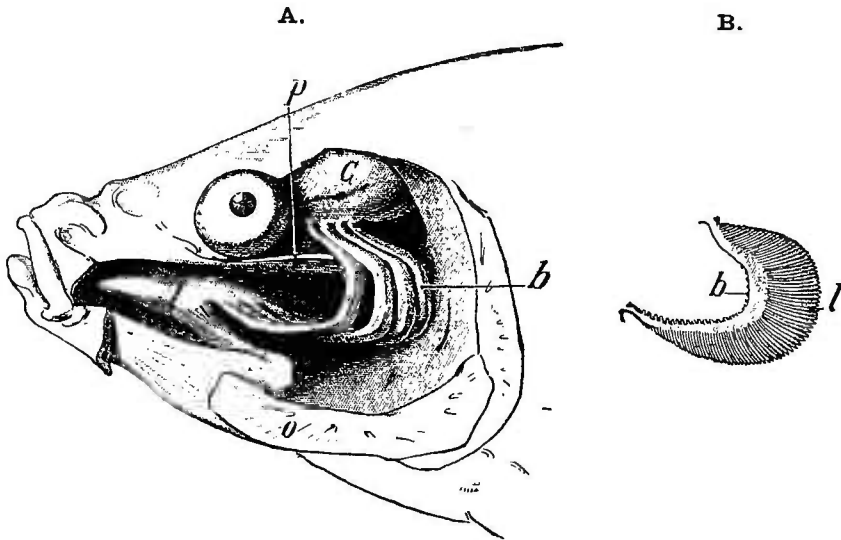


Fig. 125. — Tête de Tanche, dont on a enlevé une partie de l'opercule (o), pour montrer les arcs branchiaux.

A. C, crâne; l, os hyoïde ou squelette de la langue; b, arcs branchiaux. — B. b, un arc branchial isolé et supportant les branchies (l).

vrant au dehors par un orifice spécial. C'est là que l'hémolymphe vient puiser l'oxygène de l'air (fig. 124 p).

IV. Vertébrés. — a. *Poissons*. Les poissons sont des animaux aquatiques, qui respirent au moyen de branchies; ces organes sont fixés généralement au fond de la bouche, dans la cavité pharyngienne. Celle-ci se prolonge de chaque côté de la tête en une fente qui communique avec le dehors par l'ouverture des ouïes. Une lame osseuse en forme de battant ou *opercule* (fig. 125) imite et protège les ouïes.

Chez les poissons cartilagineux les branchies sont renfermées dans des poches particulières, s'ouvrant séparément au dehors; il y a cinq orifices branchiaux chez le requin et la raie (fig. 126), et sept chez la lamproie.

L'eau chargée d'oxygène entre par la cavité buccale, et passe sur les lamelles branchiales; à travers leurs parois, le sang

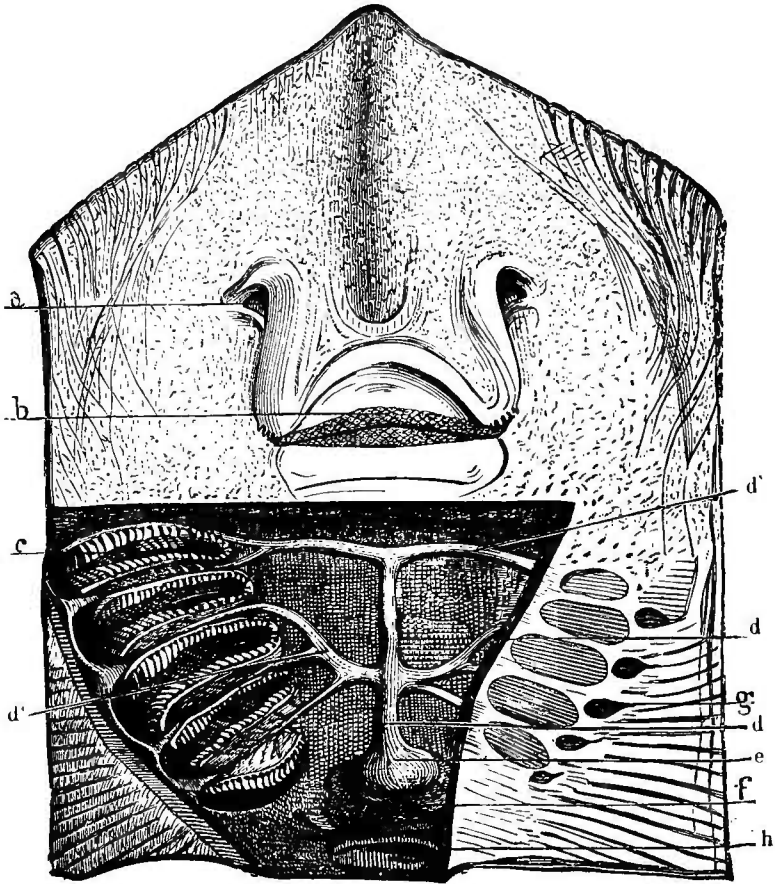


Fig. 126. — Extrémité antérieure de la Raie (face ventrale).

a, narines; *b*, orifice de la bouche et dents des mâchoires; *c*, branchies du côté droit (ouvert); *h*, veine cave (coupée); *f*, oreillette; *e*, ventricule; *dd*, artère partant du cœur et portant le sang noir aux branchies par les divisions artérielles (*dd'*); *g*, l'un des cinq orifices extérieurs des branchies du côté gauche.

échange l'acide carbonique contre l'oxygène. L'eau qui a servi est ensuite rejetée par les ouïes.

b. Batraciens. Un têtard de grenouille qui vient de quitter l'œuf, a sur les côtés de la tête des houppes, libres, flottantes et très vasculaires appelées branchies *externes*. Les cils vibratiles qui recouvrent leur surface renouvellent l'eau et favorisent les échanges gazeux. Plus tard (10° à 15° jour), les branchies *externes*

disparaissent et on voit se développer, au fond de la bouche, des branchies analogues à celles des poissons et appelées *branchies internes*. Ils respirent alors comme les poissons (fig. 127). Enfin, les poumons, qui se sont développés de la même façon que nous l'avons vu pour l'homme (voir p. 17), remplissent les fonctions respiratoires chez la grenouille adulte.

Les poumons des batraciens sont des sacs dont les parois sont

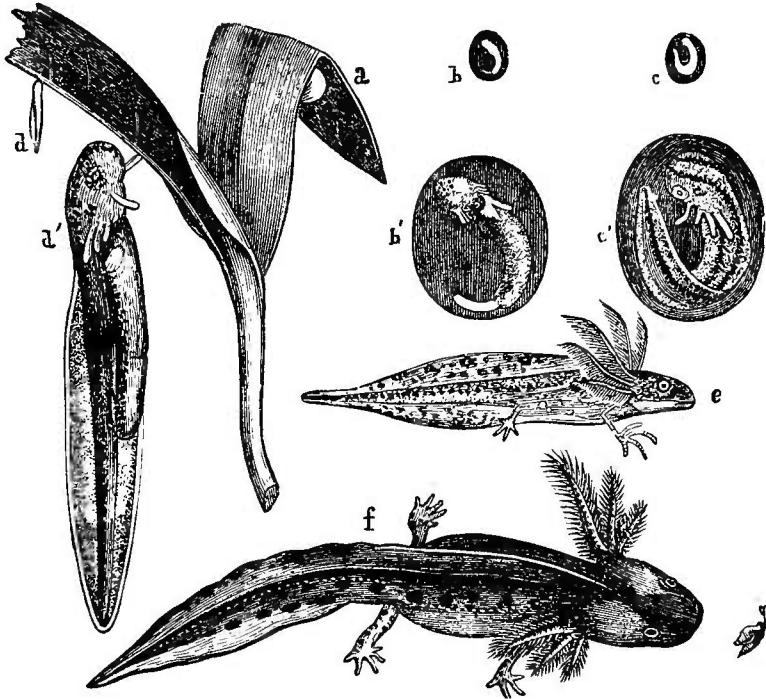


Fig. 127. — Métamorphoses du Triton et branchies.

a, œuf; *b* et *c*, embryon dans l'œuf; *b'*, *c'*, embryons dans l'œuf (grossis); *d*, embryon sorti de l'œuf; *d'*, le même grossi; *e*, jeune triton avec les branchies et les pattes; *f*, triton plus âgé.

peu plissées et parcourues par de nombreux vaisseaux sanguins.

Mais comment se fait le renouvellement de l'air dans le poumon chez la grenouille qui manque de côtes? On peut ouvrir le ventre à une grenouille, mettre les poumons à nu et voir, malgré ces mutilations, le poumon se vider et se remplir. Quand l'air a pénétré par les narines jusque dans la gorge, la grenouille contracte les muscles de son plancher buccal et comprime l'air, qui s'introduit dans le larynx et le poumon. L'inspiration est une sorte

de déglutition aérienne. Quant à l'expiration, elle est aidée par la contraction des muscles abdominaux qui rétrécissent les flancs, compriment le poumon et chassent une portion de l'air dans la gorge et les narines.

Nous avons vu que chez beaucoup d'invertébrés, la peau mince et vasculaire suffit aux échanges gazeux. La peau humide et fine des batraciens a une importance respiratoire égale à celle des branchies ou du poumon. Pendant la saison froide, on peut lier ou arracher les poumons à une grenouille, et la conserver pendant des mois dans l'eau renouvelée : la respiration cutanée suffit à entretenir la vie.

c. Reptiles. Malgré leur carapace si épaisse, les *tortues* peuvent dilater et resserrer leur cage thoracique; un muscle qui se trouve du côté des pattes postérieures, entre la carapace et le plastron, sert, par ses contractions, à dilater la poitrine et, avec elle, le poumon. La pression de l'air diminue dans le poumon et les narines permettent à l'air atmosphérique d'y pénétrer. L'expiration s'effectue par l'affaissement de la cage thoracique.

La respiration des autres reptiles (serpents, lézards, crocodiles) se fait par le même mécanisme que chez la tortue.

d. Oiseaux. L'appareil pulmonaire des *Oiseaux* présente des dispositions remarquables : le poumon n'est pas revêtu d'une plèvre et sa face dorsale est adhérente aux côtes. Les divisions des bronches ne se terminent pas toutes dans les lobules pulmonaires; une dizaine de ces canaux arrivent à la surface du poumon (fig. 128 *oo*), continuent leur trajet et vont s'ouvrir plus loin dans de vastes poches (*sacs aériens*). De ces derniers, les uns restent dans le thorax, les autres s'étendent plus loin (abdomen, cou); il en part même des canaux qui s'ouvrent dans les cavités des os (*pneumaticité*, p. 175). L'air pénètre ainsi dans tout le corps et même dans l'intérieur des os qui sont vides et qui, au lieu de moelle osseuse comme chez les autres vertébrés, renferment de l'air.

Les canaux bronchiques se prolongent ainsi jusque dans le ventre. Aussi le diaphragme des oiseaux ne forme-t-il pas une cloison complète comme chez l'homme; il n'est représenté que par quelques faisceaux musculaires qui, du côté ventral, s'attachent sur le sternum, et du côté dorsal, sur la colonne vertébrale et qui, d'autre part, vont se perdre sur le poumon.

Cette disposition de l'appareil respiratoire fait que le mécanisme

de l'inspiration et de l'expiration est tout particulier chez les

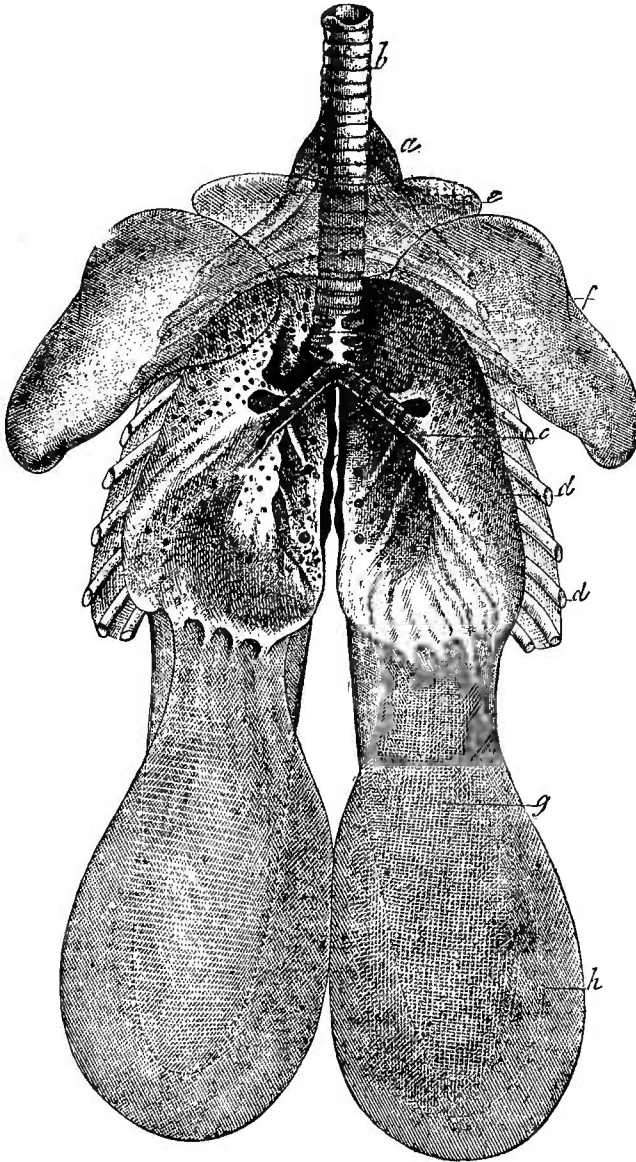


Fig. 128. — Poumons et sacs aériens d'un Oiseau (Poule).

a, b, trachée-artère; *c*, bronches; *d*, poumons; *e*, poche ou sac aérien, situé au niveau du cou (*claviculaire*); *f*, sac aérien situé dans la poitrine (*thoracique*); *g* et *h*, sac aérien situé dans la cavité abdominale (*abdominal*); *o, o*, ouvertures par lesquelles les conduits des bronches s'ouvrent dans les sacs aériens.

oiseaux. Des muscles puissants s'attachent sur la paroi extérieure

de la cage thoracique des oiseaux; lorsqu'ils se contractent, ils dilatent la poitrine en tous sens.

Les quatre sacs aériens placés entre le poumon et la cage thoracique suivent le même mouvement d'expansion et l'air s'y raréfie; cette diminution de pression amène un appel d'air. Rappelons que les parois des sacs aériens sont peu vasculaires, de sorte que l'air y contenu ne subit guère de modifications chimiques.

L'air qui pénètre dans les sacs aériens intra-thoraciques peut provenir de deux sources : 1° du dehors ou 2° des sacs aériens sous-cutanés.

C'est là ce qui explique comment l'abdomen se déprime, ainsi que ses sacs aériens, lorsque la poitrine se gonfle.

D'autre part, lorsque la poitrine s'affaisse, les sacs intra-thoraciques sont comprimés et se vident soit au dehors par les bronches et la trachée-artère, soit dans l'intérieur des sacs sous-cutanés, qui se gonflent pendant l'expiration.

En un mot, le poumon de l'oiseau, qui manque de plèvre et adhère aux côtes, a peu de tendance à se dilater. Le renouvellement de l'air s'y fait par le jeu des sacs aériens. Ceux-ci provoquent, en se dilatant et en se resserrant alternativement, la ventilation pulmonaire. L'antagonisme des sacs intra-thoraciques et sous-cutanés a ce résultat singulier, de mélanger, dans le poumon même, l'air arrivant du dehors à l'air venant de l'intérieur (poumon, sacs aériens, os).

e. Mammifères. Les Mammifères ont des poumons, une cage thoracique et un diaphragme disposés comme dans notre espèce. L'inspiration et l'expiration se produisent par un mécanisme semblable à celui que nous avons déjà appris à connaître en étudiant l'homme (Voir p. 125). La respiration des mammifères se distingue, en un mot, par les caractères suivants : 1° la contraction du diaphragme dilate la cage thoracique et le poumon, amène la raréfaction de l'air contenu dans l'arbre aérien et la pénétration de l'air atmosphérique (*inspiration*); 2° le repos consécutif du diaphragme a pour résultat de permettre à la cage thoracique de s'affaisser, au poumon de se rétracter et de chasser une partie de l'air qu'il renferme (*expiration*).

CHAPITRE IV

APPAREIL URINAIRE DE L'HOMME

§ 1. — Reins.

Les reins (vulgairement *rognons*) sont deux organes en forme de haricot (fig. 129) qui, lorsqu'on a enlevé l'estomac et les intestins, se voient de chaque côté des deux premières vertèbres lombaires. Leur fonction consiste à sécréter l'urine.

La figure 129 montre que, dans l'excavation ou *hile* de chaque rein, se trouvent trois canaux qui aboutissent à cet organe : ce sont d'avant en arrière la *veine* (*v*), l'*artère rénale* (*a*) et l'*uretère* (*u*) (ourein, uriner, d'où *uretère*). Celui-ci conduit l'urine dans un réservoir en forme de poche, la *vessie* (*v*). Chaque rein ne pèse que 160 grammes environ et il est maintenu en place par une enveloppe *conjonctive*, qui se charge de graisse (*capsule adipeuse*).

En faisant une section en long de l'un des reins, on constate l'aspect suivant (fig. 130) : du côté du hile, se trouve une poche (*e*) appelée *bassinets* (petit bassin), d'où part l'uretère ; sur le pourtour du hile, la substance du rein paraît fibreuse et striée : c'est la substance *médullaire* (*medulla*, moelle) ; sur toute la périphérie, son aspect est granuleux : c'est la substance *corticale* (*cortex*, écorce). L'examen de la figure 130 montre très bien le contraste qu'offrent ces deux substances.

Malpighi, le premier, vers le milieu du xvii^e siècle, a étudié attentivement le rein et attaché son nom à plusieurs particularités. La substance striée est disposée sous la forme de *pyramides*, appelées *pyramides* de Malpighi. Chacune présente des canaux allant en ligne droite du hile du rein vers la substance corticale : ce sont les *tubes droits* ou de Bellini. Le sommet de chaque pyramide proémine dans l'extrémité renflée de l'uretère ou *bassinets* et y forme une saillie, appelée *papille rénale* (*papilla*, bouton). Chaque papille est entourée par un prolongement du bassinets, que l'on appelle *calice* (fig. 130 d).

Si l'on presse sur une papille, on voit sourdre, par 10 à 20 orifices, quelques gouttes d'urine; autrement dit, chaque papille figure une pomme d'arrosoir, à chaque orifice duquel se termine un tube de Bellini. Il y a de 10 à 15 pyramides de Malpighi dans

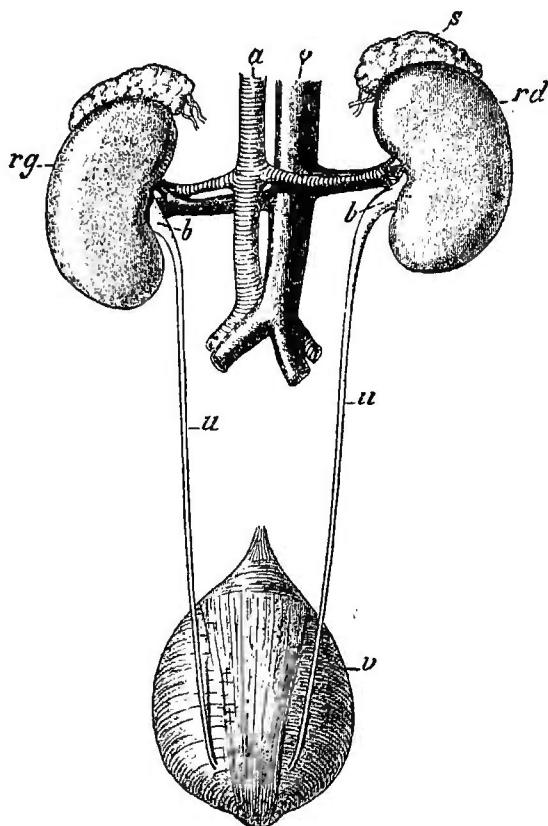


Fig. 129. — Ensemble de l'appareil urinaire vu par la face dorsale.

rg, rein gauche; *rd*, rein droit; *a*, aorte; *v*, veine cave inférieure donnant les vaisseaux aux reins; *s*, capsule surrénale (glande sans conduit excréteur); *b, b*, bassinets; *u, u*, urètre; *v*, vessie.

chaque rein. De la base de chaque pyramide rayonnent des faisceaux de tubes, appelés *pyramides de Ferrein* (Pl. III, *pF*), du nom du médecin français qui les a découvertes vers 1749. Autrement dit, les tubes de Bellini se prolongent dans la substance corticale sous la forme d'une série de faisceaux coniques qui montent en divergeant vers la surface du rein. A mesure que ces faisceaux ou pyramides de Ferrein approchent de l'écorce du rein, ils se divisent et les branches nombreuses, qui s'en détachent à droite et à gauche, abandonnent la direction rectiligne pour se recourber et

s'entremêler dans tous les sens dans l'intervalle même des pyramides de Ferrein (Pl. III *bis*, fig. 2).

La substance corticale paraît granuleuse, parce qu'elle renferme de nombreux corpuscules de 2 dixièmes de millimètre et comparables à des œufs de poissons : ce sont les *corpuscules de Malpighi* (fig. 130 B, *a*). Un corpuscule de Malpighi est formé d'une cap-

sule, qui enveloppe un peloton vasculaire appelé *glomérule* (*glomerulus*, peloton). Le peloton vasculaire reçoit de l'une des branches (*ad*, Pl. III et III *bis*) de l'artère rénale un rameau (*a*) ou *vaisseau afférent*.

La figure 3 (Pl. III, p. 144) montre l'artériole (*a*) entrant dans un corpuscule : on voit dans le corpuscule (*g*) le vaisseau afférent (*a*) se diviser en un peloton de vaisseaux capillaires ou *glomérule*, qui se réunissent plus loin pour former un vaisseau *efférent* (*e*) emmenant le sang. Fait très important à noter, le vaisseau efférent n'est pas encore l'origine de la veine rénale ; il se divise et se

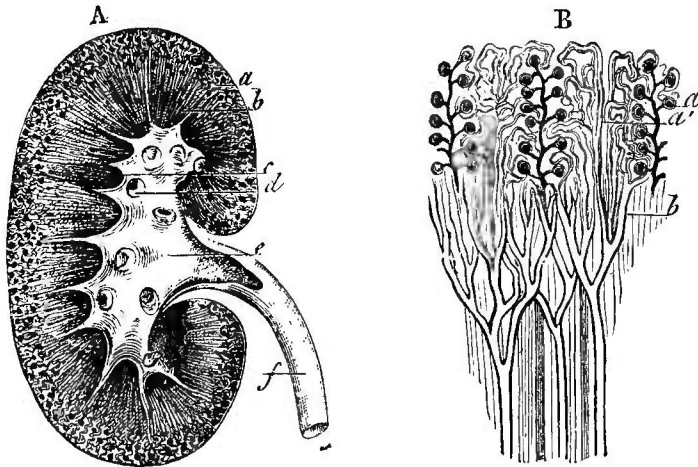


Fig. 130. — Rein.

A, section du rein ; *a*, substance corticale ; *b*, substance médullaire ; *c*, papille d'une pyramide de Malpighi ; *d*, calice ; *e*, bassinnet ouvert ; *f*, uretère. — B, portion de la substance du rein vue à un faible grossissement ; *a*, corpuscule de Malpighi ; *a'*, pyramide de Ferrein ; *b*, commencement du tube de Bellini.

subdivise dans le tissu du rein pour constituer un réseau capillaire (*rc*) entourant les tubes du rein. De ce second réseau capillaire partent les radicules (*v*) des veines rénales qui emportent le sang dans la veine cave inférieure.

Ainsi le sang qui se rend au glomérule passe par deux systèmes capillaires avant d'aller au cœur droit. Cette disposition est comparable à celle de la veine porte. Chaque glomérule vasculaire est entouré d'une poche ou capsule (fig. 131, *c*), qui n'est qu'une dilatation ampullaire de l'extrémité des tubes de la pyramide de Ferrein.

Tubes urinaires. — Chaque corpuscule de Malpighi est l'origine d'un canal tortueux, qui, après avoir entouré le corpuscule,

se contourne un grand nombre de fois, et, après un trajet compliqué, va aboutir à l'extrémité d'un tube droit. On donne à l'ensemble du canal tortueux et du tube droit le nom de *tube urinifère*. Voici les diverses parties qui le composent (fig. 151) : Entre la capsule du glomérule et sa surface existe un vide, c'est-à-dire un espace qui, sur un point, se continue avec le tube urinifère. Celui-ci suit d'abord un trajet tortueux : d'où le nom de

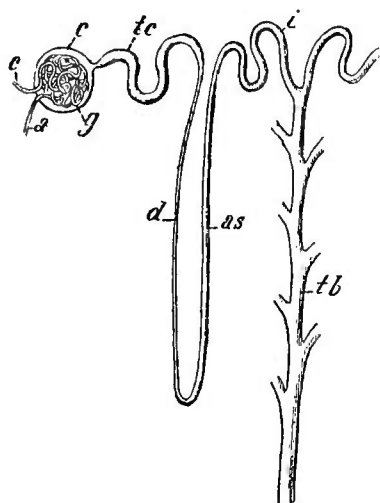


Fig. 151. — Tube urinifère et corpuscule de Malpighi.

tube contourné (*tc*) donné à cette portion. Puis son calibre diminue et il descend (en *d*) dans la pyramide de Malpighi (*substance médullaire*). Arrivé à une certaine distance de la papille, il remonte de nouveau (en *as*), en même temps qu'il s'élargit.

Pour déterminer le trajet compliqué de la portion recourbée du tube urinifère, il a fallu beaucoup de temps et de patience. Vers le milieu de notre siècle, le médecin allemand Henle a le premier aperçu la portion recourbée, qui a reçu le nom d'*anse de Henle*. Elle est formée d'une *branche descendante* (*d*)

à calibre très étroit et d'une *branche ascendante* (*as*) d'un diamètre deux à trois fois plus large (fig. 151).

Parvenu de nouveau dans la substance corticale, le tube se contourne encore (*tube d'union*, *i*), pour aller avec d'autres tubes d'union se brancher sur un tube droit ou tube de Bellini.

La structure du tube urinifère varie selon le segment qu'on examine : partout il est limité par une membrane transparente qui s'étend depuis la papille jusque sur le glomérule de Malpighi, dont elle forme la capsule. Sur le glomérule même, elle est tapissée intérieurement par des cellules aplaties semblables à l'endothélium des vaisseaux ; dans le tube contourné, dans la branche ascendante de l'anse et dans le canal d'union, la lumière du conduit est étroite et l'épithélium est cubique, granuleux. Le protoplasma de la cellule épithéliale y présente une série de *stries* ou de *bâtonnets*, formés par des granulations mises bout à bout. La coupe

de la figure 132 d'un tube contourné représente cet aspect.

Dans la branche descendante de l'anse de Henle, la lumière du canal est large et l'épithélium aplati (fig. 132 B), comme dans les vaisseaux sanguins. Enfin, dans les tubes de Bellini, l'épithélium est haut et cylindrique.

Ce trajet tortueux donne à chaque tube urinaire une grande longueur, et, comme ils sont très nombreux, Ferrein a calculé que, en plaçant bout à bout les tubes de chaque rein, on aurait approximativement une longueur de cinq lieues ou 20 kilomètres.

Composition de l'urine. — Un homme adulte élimine de 1200 à 1500 grammes d'urine par jour (1 litre à 1 litre 1/2). L'urine est un liquide acide, de couleur jaune ambré. 1 litre d'urine renferme 955 parties d'eau tenant en dissolution des sels inorganiques, des principes azotés, des substances colorantes et des matières que les chimistes désignent sous le nom de principes de la série aromatique.

Les sels inorganiques sont des chlorures, des sulfates et des phosphates *acides* de soude et de magnésie, qui donnent à l'urine sa réaction acide. Les principes de la série aromatique sont représentés par l'acide phénique, l'indican, etc. L'acide phénique est combiné aux sulfates et forme les acides conjugués ou phénol-sulfates. Ces principes résultent de la putréfaction des matières alimentaires dans le tube digestif.

La matière colorante de l'urine (*urobiline*) est un dérivé de la substance de la bile appelée *bilirubine*, qui, nous l'avons vu, est versée, puis décomposée dans le tube digestif et dont une partie est absorbée de nouveau.

Enfin viennent les principes azotés, qui résultent du dédoublement et de l'oxydation, c'est-à-dire de la désassimilation des

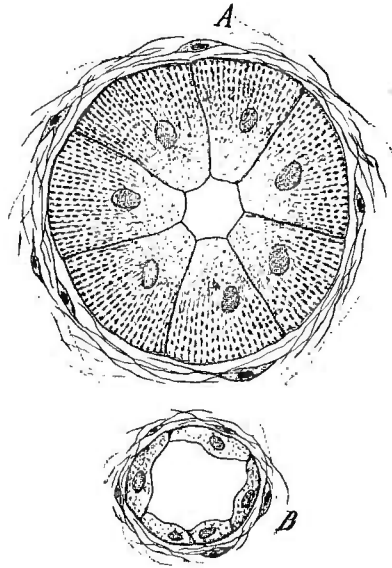


Fig. 132. — Coupe du tube urinaire à un fort grossissement; A, au niveau du tube contourné et de la portion ascendante; B, au niveau de la portion descendante de l'anse de Henle.

substances albuminoïdes de l'organisme : ils sont représentés par l'urée, l'acide urique, l'acide hippurique, la créatine, la créatinine, etc. Le plus important est l'urée, dont on trouve 25 grammes dans les urines de vingt-quatre heures. Une alimentation azotée (viande, etc.) augmente la quantité d'urée, ce qui explique qu'en Angleterre et en Allemagne, on en élimine jusqu'à 50 grammes par jour. Une alimentation végétale réduit l'élimination d'urée à 20 grammes pour les vingt-quatre heures. L'urée est un principe de déchet des substances albuminoïdes ; sa formule est $\text{CO}(\text{Az II}^{\text{e}})^2$; c'est, nous le répétons, un des produits ultimes du dédoublement ou de la décomposition des substances albuminoïdes. La quantité d'urée que renferme l'urine des vingt-quatre heures, mesure, pour ainsi dire, les actes intimes qui ont eu lieu dans l'organisme et c'est pour cette raison que le dosage de l'urée a une grande importance chez l'homme sain ou malade.

L'urée préexiste dans le sang. — Alors se pose le problème de savoir si l'urée se forme dans le rein ou préexiste dans le sang. En 1820, Prévost et Dumas démontrèrent son existence dans le sang. Extirpant les reins à un chien, ils montrèrent que l'urée s'accumule dans le sang et amène bientôt la mort de l'animal.

En 1870, M. Gréhant a confirmé ces faits par des expériences très ingénieuses : en dosant comparativement la quantité d'urée dans le sang qui entre dans le rein par l'artère émulgente ou rénale et dans celui qui en sort par la veine correspondante, il a prouvé que le sang de la veine rénale contient moins d'urée que celui de l'artère.

Donc l'urée préexiste dans le sang. Le tableau suivant montre que les autres principes de l'urine existent également dans ce liquide.

1000 parties de sang et d'urine renferment comparativement :

	Sang.	Urine.
Eau.	900	955
Substances albuminoïdes et fibrine.	90	0
Urée.	0,15	25
Acide urique	traces	0,50
Chlorure de sodium.	5,50	11
Autres sels inorganiques.	4,35	8,50
	<u>1000,00</u>	<u>1000,00</u>

Tous les principes de l'urine se trouvant dans le sang, mais

Dans les trois figures, le *bleu* représente les veines; le *rouge*, les artères et les capillaires; le *jaune*, les voies urinaires.

Fig. 1. — *Section verticale du rein gauche et ses relations avec les vaisseaux sanguins et l'uretère* (grossissement faible).

vc, veine cave; *ao*, aorte; *ar*, artère rénale se divisant en branches entre les pyramides de Malpighi pour former, à la limite des substances corticale et médullaire, l'arcade dite de Bertin (*ab*). De celle-ci partent les artérioles, appelées *artères radiées* (*ad*).

ve, veine rénale suivant les branches de l'artère.

EV, espaces étoilés formés par la réunion des veinules rénales;

gg, glomérules; *PM*, pyramides de Malpighi; *pF*, pyramides de Ferrein dans la substance corticale (C); *b*, bassin; *u*, uretère.

Fig. 2. — Une pyramide de Malpighi avec la partie correspondante de la substance corticale (grossissement moyen).

Les lettres ont même signification; de plus, *vp*, artériole allant de l'arcade de Bertin (*ab*) à la pyramide de Malpighi (*PM*);

vb, veine correspondant à l'arcade de Bertin (*ab*);

a' e', *v' e'*, branches interlobaires de l'artère et de la veine rénales (*ad* et *ve*);

aH, anse de Henle;

tb, tube de Bellini;

a, vaisseau afférent du glomérule;

e, vaisseau efférent du glomérule;

vc, réseau capillaire général.

Fig. 5. — *Connexions des vaisseaux sanguins et du tube urinifère* (la portion gauche de la figure 2, *a*, *g*, *aH* et *tb*, vue à un grossissement moyen).

ad, artère radiée;

a, vaisseau afférent;

g, glomérule vasculaire;

e, vaisseau efférent;

vc, réseau capillaire général;

e, origine des veines rénales;

tc, tube contourné;

d, portion descendante;

as, portion ascendante de l'anse de Henle;

i, tube d'union;

tb, tube de Bellini.

Fig. 1.

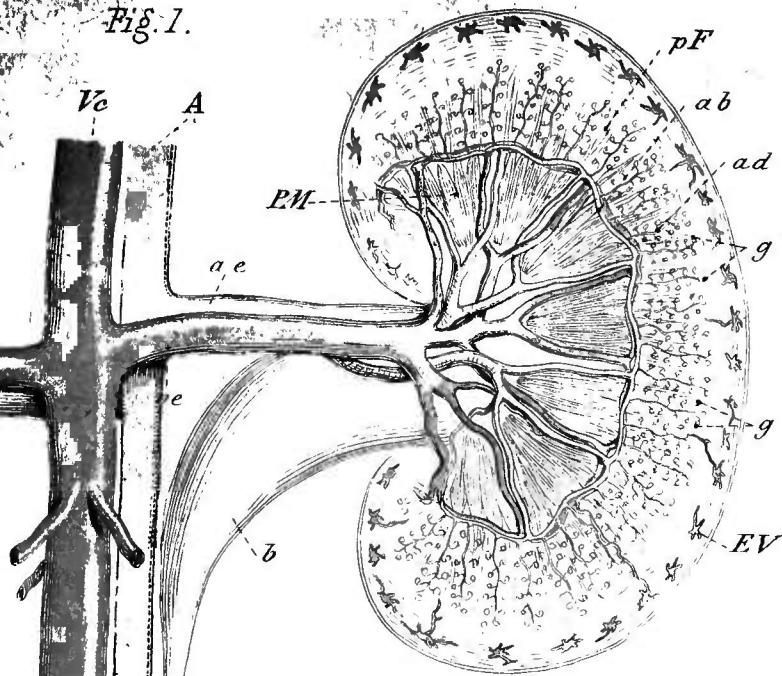
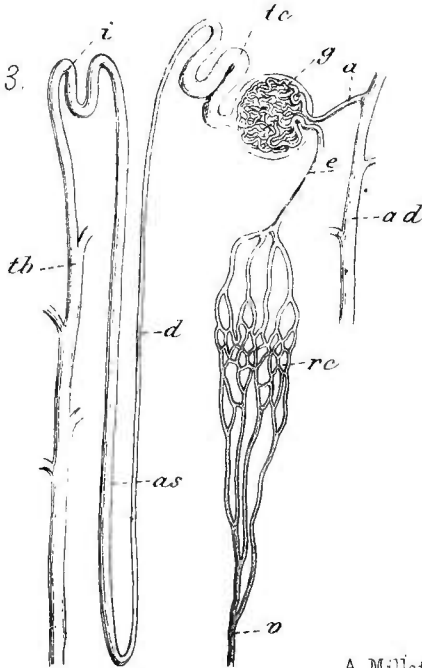
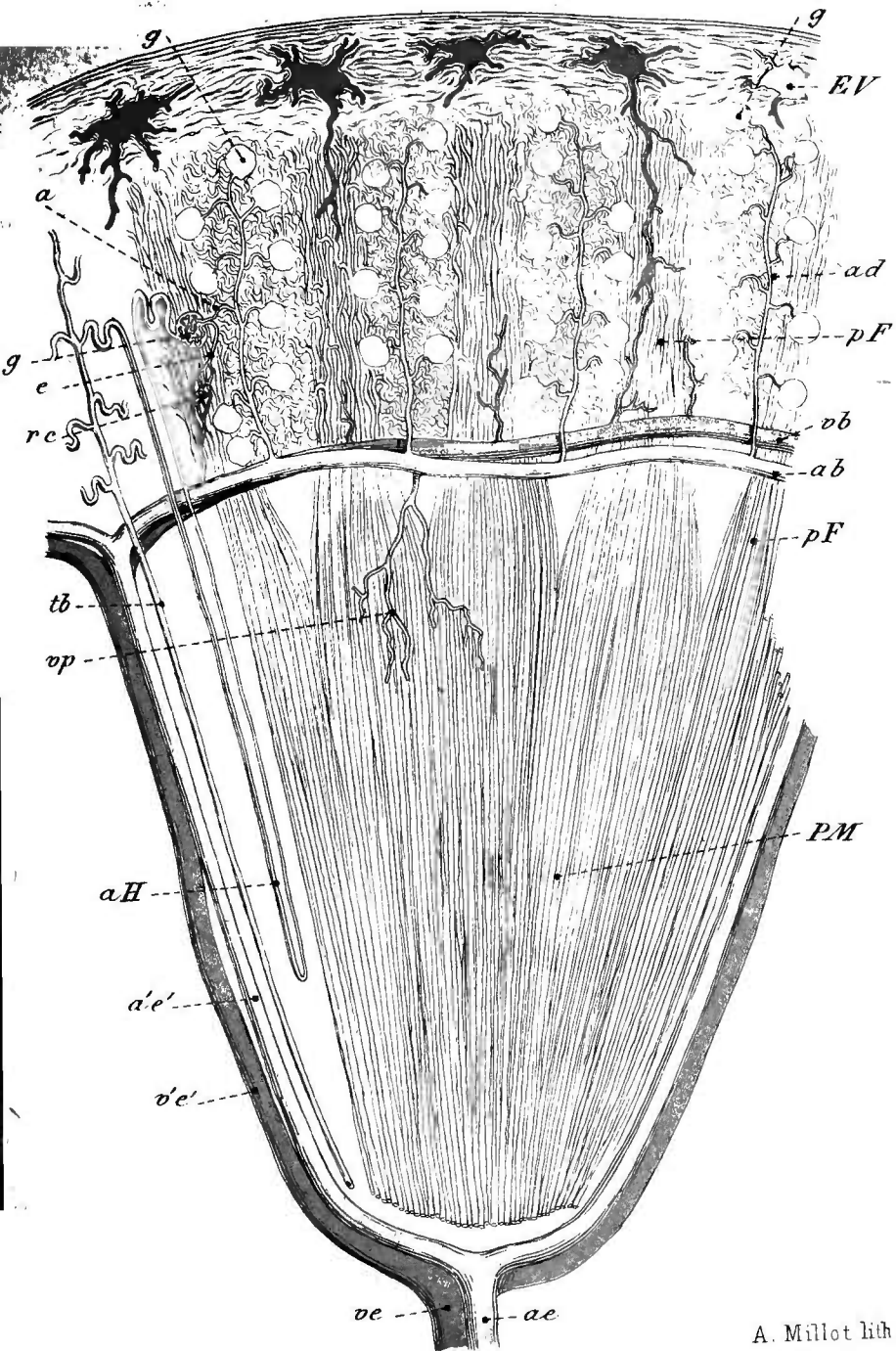


Fig. 3.



A. Millot lith.

STRUCTURE DU REIN



A. Millot lith.

STRUCTURE DU REIN

beaucoup plus dilués que dans l'urine, le rôle du rein se borne à les choisir dans le plasma sanguin et à les en extraire.

Pression du sang dans les glomérules. — Bien que le poids de chaque rein ne soit que de 160 grammes environ, il reçoit une artère dont le calibre est égal à celui de l'artère du bras ou humérale (6 à 7 millimètres de diamètre). Une quantité de sang énorme passe par conséquent par les glomérules de Malpighi. De plus, la pression du sang dans ces pelotons vasculaires est différente de celle des capillaires des autres organes. En effet, nous avons vu qu'au sortir du glomérule le vaisseau efférent se subdivise dans la substance du rein pour former les capillaires auxquels feront suite les veines. C'est, par conséquent, dans ce dernier système capillaire que nous aurons la pression sanguine équivalente à celle des capillaires en général, à savoir 10 centimètres de mercure (voir p. 95). Comme les capillaires du glomérule sont placés entre l'artère rénale, où la pression est de 20 centimètres de mercure, et la pression précédente, soit 10 centimètres, le sang du glomérule a une tension de 15 centimètres, intermédiaire entre 20 et 10. Sous l'influence de cette pression plus considérable, la partie aqueuse du sang doit filtrer abondamment et s'écouler dans la capsule du glomérule, puis dans le tube urinaire.

Lorsqu'on diminue la pression du sang dans les artères rénales (en faisant affluer le sang dans la peau par la section du bulbe, par exemple), on diminue également la filtration de l'eau et la quantité d'urine. Le glomérule a donc pour rôle de filtrer l'eau du sang, et de la faire pénétrer dans le tube urinaire.

Expériences montrant que la sécrétion rénale se fait en deux actes : 1° dans les glomérules ; 2° dans le tube urinaire.

— Le tube urinaire a pour fonction de soutirer au sang les autres principes de l'urine, c'est-à-dire de choisir les matériaux solides que l'eau, en passant dans le tube, dissout et emporte dans le bassetin.

Voici les expériences qui le prouvent et que nous devons au médecin allemand M. Heidenhain : cet auteur injecte dans le sang d'un chien, d'un lapin, etc., une solution de substance colorée appelée *carmin d'indigo* (sulfate de soude et indigo). Il constate alors que le sang de la veine rénale renferme moins de matière colorante que celui de l'artère. En regardant, quelques heures après, les tubes urinaires, il les voit colorés, tandis que les glomérules ne présentent pas trace de matière colorante.

Sur un autre animal, il fait la section du bulbe, comme nous l'avons dit plus haut, et il injecte le carmin d'indigo dans le sang : l'exsudation est nulle au niveau des glomérules, tandis que les cellules épithéliales des tubes contournés et de la branche ascendante de l'anse de Henle sont remplies de grains de carmin d'indigo.

On a répété ces expériences sur des Batraciens (tritons) et l'on est arrivé aux mêmes résultats. On a lié d'autre part les uretères des oiseaux, dont l'urine contient beaucoup d'urates, et l'on n'a trouvé des cristaux d'urate que dans les tubes urinifères et non dans les glomérules.

Tous ces faits montrent que les cellules épithéliales du tube urinifère exercent une action spéciale sur le sang qui traverse le rein : elles y choisissent, par une activité et un travail protoplasmique particuliers, les principes solides de l'urine.

Les lésions et la perte de cet épithélium, à la suite de certaines maladies, amènent des désordres très graves et la mort à brève échéance.

En résumé il y a deux actes dans l'élaboration de l'urine : 1° *un acte glomérulaire*, qui est un fait d'exsudation, et 2° *un acte tubulaire*, qui est un choix cellulaire.

A chacun de ces actes semble répondre un réseau capillaire spécial : à l'acte glomérulaire correspond le système à haute pression du corpuscule de Malpighi ; à l'acte tubulaire correspond le système capillaire général du rein, à basse pression.

L'urine des Mammifères a une composition variable selon le régime. L'urine des *carnivores* ressemble à celle de l'homme et est acide ; celle des herbivores est trouble, comme celle du cheval (*urines jumentuses*) et elle est alcaline. Mais il est possible de la rendre acide, comme l'a montré Cl. Bernard : lorsqu'on fait jeûner un lapin pendant deux ou trois jours, son urine devient claire et acide, parce qu'il s'est nourri pendant ce temps aux dépens de son propre sang. *Il est devenu carnivore.*

Excrétion de l'urine. — L'urine, ainsi produite dans les tubes urinifères, est poussée par les nouvelles quantités de ce liquide, qui se forment derrière elle, jusque dans le bassinnet où se déversent toutes les papilles. Du bassinnet de chaque rein part un canal unique, l'*uretère*, gros comme une plume d'oie. Il descend de la région lombaire jusque vers le fond du bassin où il s'abouche dans

un réservoir appelé *vessie* (fig. 129). Celle-ci est située dans le bassin entre le rectum et le pubis : c'est une poche musculaire, revêtue intérieurement d'un épithélium stratifié, qui empêche plus ou moins la résorption du liquide qu'elle contient. L'urine y arrive goutte à goutte; elle s'y accumule en distendant progressivement la vessie. La réplétion de cette poche détermine une sensation particulière, qui est le *besoin d'uriner*.

Organes urinaires dans la série animale

On ignore si les *Protozoaires*, les *Spongiaires*, les *Cœlentérés* et les *Echinodermes* ont des organes urinaires.

I. Vers. — Les *Vers Plats*, la douve, par exemple, possèdent un système de canaux remplis d'un liquide qui est mis en mouvement par des cils vibratiles et qui est ainsi rejeté au dehors.

Les *Vers Annelés* présentent, en règle générale, un double tube pelotonné ou *néphridie* (*néphron*, rein) dans chaque anneau du corps (fig. 135, r); il s'ouvre par l'un des bouts dans la cavité générale et par l'autre à l'extérieur. Il fonctionne comme l'un des tubes urinifères du rein humain, c'est-à-dire que son orifice interne (fig. 134 i), cilié, absorbe le liquide de la cavité générale, tandis que son épithélium choisit les déchets organiques, et le tout est rejeté au dehors par l'orifice extérieur (e).

II. Articulés. — Les *Crustacés* présentent des tubes pelotonnés qui remplissent les fonctions d'organes urinaires; ils dépendent de la peau et versent les déchets organiques à l'extérieur; tantôt cet organe est situé à la base des antennes postérieures : c'est la *glande verte*; tantôt il se trouve sous le céphalothorax : on l'appelle alors *glande du test*.

Les organes urinaires des *Insectes*, des *Myriopodes* et des *Arachnides* sont représentés par des tubes plus ou moins analogues aux précédents, droits ou pelotonnés, dont l'un des bouts est fermé, tandis que l'autre débouche dans le tube digestif. Ils sont appelés *tubes de Malpighi* et s'ouvrent d'ordinaire à la limite de l'intestin grêle et du gros intestin (fig. 62 et 65, p. 67). Les cellules épithéliales des tubes de Malpighi sont remplies d'*acide urique* et d'*urates*, qu'elles ont choisies dans l'hémolymphe, afin de les éliminer de l'organisme.

III. Mollusques. Les Mollusques possèdent des organes

urinaires découverts dans la première moitié de ce siècle par l'anatomiste alsacien Bojanus; c'est un corps spongieux situé dans la cavité qui renferme le cœur. On lui a donné le nom de *corps* ou d'*organe de Bojanus* (fig. 135); il est formé d'un double sac dont chacun débouche d'une part dans le péricarde (*op*) et, de l'autre, à l'extérieur, c'est-à-dire dans la cavité du manteau (*o*).

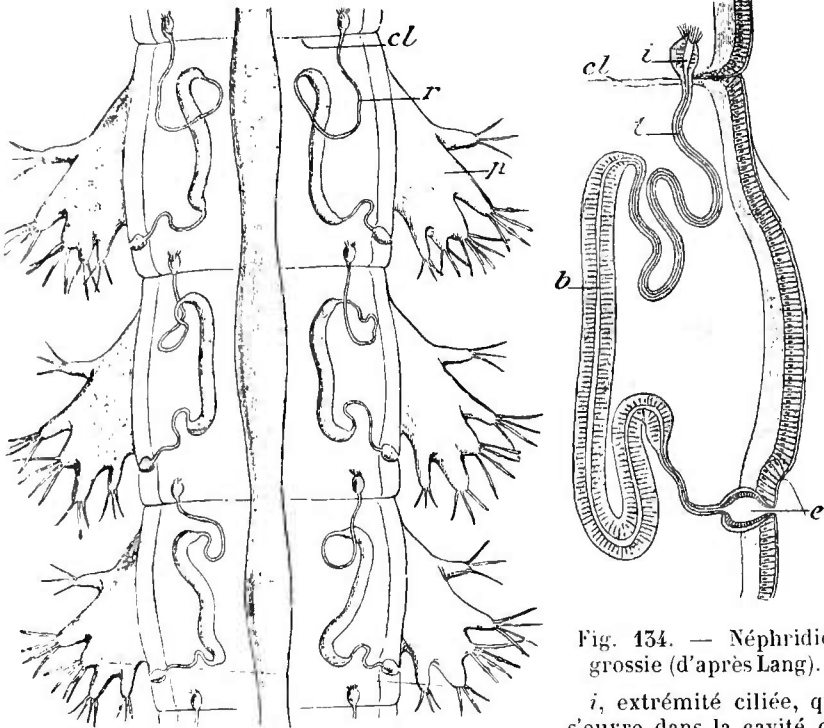


Fig. 155. — Quelques anneaux du corps d'un ver polychète (d'après Lang).

p. patte; *cl.* cloison au niveau de la ligne de séparation des anneaux; *r.* tube urinifère ou néphridie.

Fig. 134. — Néphridie grossie (d'après Lang).

i. extrémité ciliée, qui s'ouvre dans la cavité du corps; *t.* portion rétrécie; *b.* portion plus large du tube; *e.* extrémité qui s'ouvre au dehors.

La paroi du sac (fig. 156) est revêtue d'un épithélium muni en partie de cils vibratiles (*e*) et constituée par du tissu conjonctif, parcouru par de nombreux vaisseaux (*s*) recevant l'hémolymphe. On trouve dans ce rein des produits de déchet (acide urique et concrétions diverses) que l'épithélium a choisis dans l'hémolymphe et que les cils vibratiles transportent au dehors. Pour multiplier la surface sécrétoire, les parois du tube urinifère présentent des plis nombreux, qui en cloisonnent la lumière.

Les reins des Mollusques prennent naissance sous la forme de végétations de l'espace péricardique, c'est-à-dire d'un double tube, revêtu d'épithélium glandulaire; l'extrémité interne reste en communication avec cet espace; l'autre extrémité ou conduit excréteur va déboucher dans la cavité du manteau ou à côté de l'anus. Plus

tard, en s'allongeant, le tube se pelotonne sur lui-même, ses parois se plissent énormément et reçoivent de nombreuses branches veinenses; d'où l'aspect caractéristique du rein adulte, qui paraît n'être qu'une masse spongieuse en forme de grappes appendues aux veines (fig. 123 II, p. 155).

IV. Vertébrés. — Les Verté-

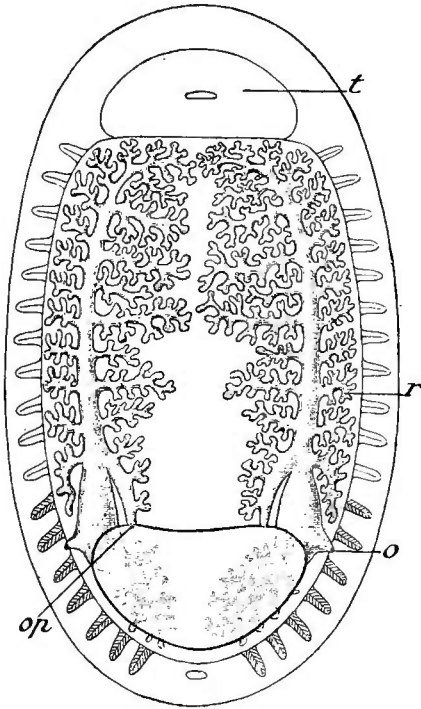


Fig. 135. -- Chiton ou Oscabrion, vu de dos (d'après Lang).

t, tête avec bouche; *r*, rein ou néphridie droit avec son conduit excréteur et ses divisions ramifiées; *op*, ouverture de la néphridie dans le péricarde; *o*, son ouverture dans la cavité du manteau qui renferme une rangée de branchies.

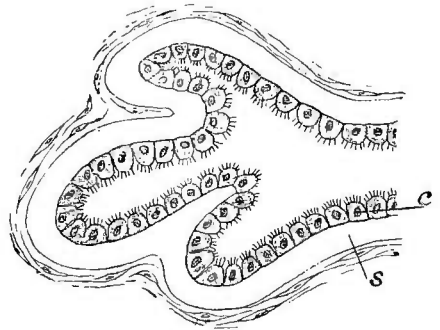


Fig. 136. — L'un des conduits sécrétteurs de la néphridie de la figure 135 (schématique).

s, espace rempli de sang, situé entre le tissu conjonctif périphérique et l'épithélium sécréteur (*e*).

brés possèdent des reins de forme variable, quoique constitués essentiellement par des tubes urinifères analogues à ceux de l'homme.

En résumé, les organes urinaires sont des tubes revêtus d'épithélium qui, après avoir choisi les déchets organiques, les versent à l'extérieur, soit directement, soit par l'intestin ou la vessie qui n'est qu'un diverticule du rectum.

CHAPITRE V

NUTRITION

§ 1. — Chaleur animale.

Chacun sait que notre corps possède une chaleur naturelle, et qui lui est propre; la température qu'il marque dès la naissance, continue à se maintenir, à de faibles variations près, jusqu'à l'extrême vieillesse, malgré les changements de saisons. On lui donne le nom de *chaleur animale*. Quand nous touchons un chien, un cheval, un lapin, etc., ces animaux produisent sur nous une impression de chaleur, et semblent nous donner, en retour de la chaleur que notre main leur communique, une quantité plus forte de calorique. Si nous répétons cette observation sur un coq, un pigeon, un oiseau quelconque, nous ressentons une impression de chaleur plus vive encore.

Dès la plus haute antiquité, on avait constaté les faits précédents; de plus, on avait reconnu que le sang qui sort d'une blessure est chaud, et que, lorsqu'un homme, un chien ou un bœuf, en perd une grande quantité, il se refroidit, la chaleur de ces animaux réside donc dans le sang : ce sont des *animaux à sang chaud*.

En prenant, au contraire, une grenouille dans l'herbe ou un poisson dans l'eau, chacun a ressenti une sensation de froid. Le hanneton, le colimaçon, l'étoile de mer produisent cette même impression. Aussi a-t-on rangé tous ces êtres dans un groupe qu'on oppose aux animaux à sang chaud et qui porte le nom d'*animaux à sang froid*.

Pendant toute l'antiquité et le moyen âge, on s'est contenté de cette notion grossière; c'est seulement au xvii^e siècle que des médecins, contemporains de Harvey, ont essayé de savoir quelle est la quantité, le degré de cette chaleur, aussi bien chez l'homme sain que chez les malades. Ils se sont, à cet effet, servis de l'instrument de précision qu'on venait d'inventer le *thermomètre* (*thermos*, chaud; *métron*, mesure).

« *Ce n'est pas par le sentiment* qu'on apprécie la chaleur », disait le médecin français Sénac, dans la première moitié du XVIII^e siècle. Des observations multiples, faites aussi bien dans notre climat que dans les régions froides et dans les contrées intertropicales, ont prouvé que l'homme *sain* a partout une température de 37°,5. Chacun peut s'assurer de ce fait en plaçant un thermomètre pendant un quart d'heure sous l'aisselle.

Animaux à température variable et à température constante.

— Les autres Mammifères ont une température un peu plus élevée que l'homme ; en effet, le chien, le lapin, le cobaye, la souris, le veau, le bœuf, le porc, etc., ont une température de 39°. Le cheval et le singe ont une température intermédiaire entre celle de l'homme et des animaux que nous venons de citer ; leur température est de 38°.

« En comparant, dit M. Ch. Richet, cette température (celle de l'homme) à celle des animaux, on verra ce phénomène étrange que l'homme a 2° de moins que les autres Mammifères — le singe et le cheval exceptés — et qu'il constitue à ce point de vue, dans la nature, une remarquable exception ».

Les oiseaux ont une température plus élevée que les Mammifères : elle s'élève à 42° chez le canard, à 42° et demi chez la poule, le faisan, le pigeon. D'autres oiseaux, le moineau, le corbeau, le perroquet ont une température voisine de celle des précédents, dépassent constamment 40°. En somme, les Oiseaux ont une température supérieure de plusieurs degrés à celle des Mammifères.

Les autres Vertébrés (Reptiles, Batraciens, Poissons), pas plus que les Mollusques, Insectes, etc., n'atteignent ce degré de température *dans les conditions ordinaires* : ce sont les *animaux à sang froid*. Cette expression n'est cependant pas bien juste. En effet, on a observé sur un certain nombre de ces animaux une température supérieure à celle des Mammifères : un serpent boa, par exemple, enroulé sur ses œufs, qu'il couvait, dans un petit local du Muséum, marquait une température de 41°,5. M. Ch. Richet a fait pendant huit jours vivre des tortues dans une étuve maintenue à 38° et à 39° : les organes de ces Reptiles atteignaient le même degré de température. On a remarqué de même que certains Poissons, des Insectes et d'autres Invertébrés peuvent vivre à ces hautes températures : celle des magnaneries, d'un essaim d'abeilles, est de 40°. Les Vers parasites, qui vivent dans

l'intestin des Mammifères et des Oiseaux, sont à une température de 37 à 45°

C'est en tenant compte de ces faits qu'on a donné aux animaux à sang froid le nom plus exact d'*animaux à température variable*, tandis qu'on a appelé avec plus de raison les Mammifères et les oiseaux des *animaux à température constante*. Les tissus des animaux à sang chaud et ceux des animaux à sang froid se comportent d'une façon différente sous l'influence du froid : on met des crapauds ou des grenouilles dans de l'eau, qu'on fait congeler, de façon à transformer le tout en un bloc de glace. Toutes les parties du corps de ces bêtes deviennent dures, inflexibles et cassantes comme du verre ; mais, dès qu'on les place dans de l'eau tiède, elles reconvoient la flexibilité de leurs membres, et, à mesure que les glaçons fondent, elles reviennent à la vie et se mettent à nager dans l'eau. Certains Poissons supportent les mêmes variations de température. Voilà donc des animaux à température variable, dont les tissus résistent à l'action du froid et de la congélation.

Il n'en est pas de même des animaux à température constante, les lapins qu'on refroidit de façon que tout leur corps marque une température de 16° à 18° au-dessus de zéro périssent à peu près infailliblement.

Les expéditions dans les régions polaires nous ont appris que l'homme, lorsqu'il s'endort, subit les effets de ce refroidissement, et ne se réveille plus si on ne le réchauffe point par des moyens énergiques et soutenus.

Animaux hibernants. — Il y a cependant des exceptions parmi les animaux à sang chaud. Tels sont la chauve-souris, le hérisson, la marmotte, le loir et quelques autres Mammifères : à l'approche du froid, ces animaux s'engourdissent et semblent dormir tout l'hiver. C'est l'état du *sommeil hivernal* ou *hibernation* (*hibernalis*, de l'hiver). Des observations répétées sur les marmottes séquestrées ont montré que ces animaux, qui, à l'état de veille, ont une température de 37°, subissent au moment de l'engourdissement un abaissement notable de température. Dès que le sommeil est complet, la température du corps de l'animal se rapproche de la température du milieu ambiant. Lorsque celle-ci est de 7° par exemple, la température de l'animal est de 8° à 9° au-dessus de zéro

En même temps, la marmotte ne respire que trois à quatre fois par minute; les battements du cœur sont proportionnellement ralentis. Mais, dès que l'animal se réveille, la respiration et la circulation reprennent et la température remonte très vite à 37°. Les phénomènes nutritifs redeviennent alors des plus actifs, ainsi que la combustion et l'usure organiques : la marmotte, dormant pendant des mois, maigrit, il est vrai, mais supporte bien ce jeûne prolongé. Si, au contraire, à son réveil, on la prive, durant douze ou vingt-quatre heures, de nourriture, elle meurt infailliblement.

Origine de la chaleur animale. — Avant la découverte de la circulation, les anciens admettaient, avec Hippocrate, que la chaleur, dans le corps humain, commençait avec la vie, variait dans les maladies et disparaissait avec la mort. Galien enseignait que la chaleur venait du cœur, dont le mouvement aurait été inné, de sorte que la *chaleur était innée*.

Après la découverte de la circulation, on supposa que le frottement du sang contre les parois des vaisseaux était la cause principale de la chaleur. Lorsque le mouvement du sang était augmenté comme dans la fièvre, disait-on, la chaleur du corps est elle-même plus forte.

D'autres admettaient la fermentation du sang comme cause de chaleur.

Enfin vint Lavoisier (1777). Nous avons déjà dit (p. 139) comment il établit que l'acide carbonique se forme par la combinaison de l'oxygène avec le charbon et que cette combinaison est accompagnée d'un dégagement de chaleur. Partant de ce fait, il arriva à la *théorie de la chaleur par la respiration* : « L'air pur, dit-il, en passant par le poumon, éprouve une décomposition analogue à celle qui a lieu dans la combustion du charbon; or, dans la combustion du charbon, il y a dégagement de matière du feu; donc il doit y avoir également dégagement de matière du feu dans le poumon, dans l'intervalle de l'inspiration à l'expiration, et c'est cette matière du feu, sans doute, qui, se distribuant avec le sang dans toute l'économie, y entretient une chaleur constante ».

En 1780, Lavoisier et Laplace se proposèrent d'estimer la quantité de chaleur dégagée par l'animal. Ils enfermèrent un cochon d'Inde dans une boîte entourée de glace (*calorimètre à glace*) et déterminèrent le volume d'acide carbonique dégagé par l'animal.

En notant la quantité d'eau fondue pendant ce temps par la chaleur du corps de l'animal et la comparant à celle que produit la combustion d'un morceau de charbon, ils trouvèrent que dans les deux cas le volume d'acide carbonique dégagé était à peu près le même.

« On peut, conclurent-ils, regarder la *chaleur* qui se dégage, dans le changement de l'air pur en air fixe par la respiration, comme la cause principale de la conservation de la chaleur animale; et, si d'autres causes concourent à l'entretenir, leur effet est peu considérable. La respiration est donc une combustion, à la vérité fort lente.... La chaleur animale est due, au moins en grande partie, à la chaleur que produit la combinaison de l'air pur, respiré par les animaux, avec la base de l'air fixe (carbone) que le sang lui fournit. »

La chaleur animale est donc le résultat des combustions qui ont lieu dans le corps.

Lieu de production de la chaleur animale. — Mais où se fait cette combinaison de l'oxygène avec les corps hydrocarbonés? Pour reconnaître dans quelle partie du corps se produit la chaleur, on place des escargots ou des grenouilles dans un milieu gazeux tel que l'azote ou l'hydrogène. Ces animaux, bien que n'absorbant plus d'oxygène, n'en continuent pas moins à dégager de l'acide carbonique. Comme l'oxygène leur manque pendant l'expérience, il est tout naturel d'admettre que l'acide carbonique s'est produit dans les tissus, qu'il a été amené par le sang noir au poulmon, où il se dégage.

D'autres faits viennent confirmer le précédent : c'est dans l'intimité des tissus de l'organisme que se font les actes chimiques produisant la chaleur animale. Je n'en cite que quelques-uns. Si, à l'exemple de Paul Bert, on place les muscles, le cerveau, le rein, la rate, etc., d'un chien ou d'une tortue qui viennent d'être sacrifiés dans des éprouvettes pleines d'air, ils respirent et dégagent de l'acide carbonique. Respirant, après avoir été séparés de l'animal, ces tissus respirent de même et, certes plus énergiquement, pendant la vie.

Nous savons que la digestion amène au sang les matériaux de construction et de réparation nécessaires à l'organisme. Quand ces matériaux (carbone, hydrogène, azote, etc.) arrivent au contact des cellules et des fibres, que celles-ci s'en emparent pour les convertir en leur propre substance par l'acte dit *d'assimilation*, il

est infiniment probable qu'il y a des actes chimiques qui y président. Enfin l'oxgène de l'air inspiré use nos tissus en les décomposant et en les brûlant (*désassimilation*) ; il les transforme en corps dont les termes ultimes, l'acide carbonique et l'urée nous sont connus : nous saisissons les analogies de ces actes avec la combustion du carbone et de l'hydrogène, mais nous ignorons quelles sont les réactions qui se produisent durant ces phénomènes, les plus intimes de la vie.

En analysant le sang qui sort d'un muscle, on y trouve beaucoup plus d'acide carbonique, quand le muscle se contracte, que dans ses périodes de repos ; le sang contient en outre de l'acide lactique. Dans les glandes se passent des phénomènes plus complexes encore ; le sang qui sort d'une glande en train de sécréter est plus abondant et *plus rouge* que dans la glande à l'état de repos : en même temps, il est plus chaud.

Je me borne à ces deux exemples, qui établissent que tout fonctionnement organique s'accompagne de la production d'acide carbonique et d'autres composés, en même temps qu'il y a échauffement du sang traversant l'organe.

En se fixant sur le globule rouge, l'oxygène dégage déjà un peu de chaleur dans le poulmon ; il est vrai que, dans nos climats, cette production de chaleur est compensée par l'arrivée de l'air inspiré qui est à une température bien moindre que le sang. C'est surtout dans l'intimité des tissus, en dehors du système circulatoire, que se passent les phénomènes essentiels de composition et de décomposition des éléments organiques donnant lieu à la chaleur animale.

Les faits qui le démontrent d'une façon péremptoire sont les suivants : le sang qui sort des glandes telles que le foie, ou des masses musculaires en activité, est plus chaud que le sang qui y arrive. Ce dernier a la même température dans toutes les artères les causes de refroidissement étant écartées.

Cette chaleur sert donc à maintenir notre corps à une température constante de 37° ; elle est nécessaire au fonctionnement des organes et surtout à celui du système nerveux.

◆ Par la respiration, l'animal introduit dans son corps de l'oxygène et rejette de l'eau et de l'acide carbonique. Ceux-ci proviennent de l'action de l'oxygène sur le carbone et l'hydrogène des tissus. Il y a donc usure incessante des matériaux qui constituent le corps

de l'animal en même temps qu'il y a production de chaleur. On a calculé qu'un homme adulte absorbe par an plus de *trois cents* kilogrammes d'oxygène, qui, loin d'augmenter la masse du corps, ne servent qu'à la diminuer en oxydant les tissus. Notre corps finirait donc par se détruire, comme une bougie, si les aliments apportés du dehors ne venaient compenser incessamment les pertes que subit l'organisme.

Après avoir été soumis aux actes préparatoires de la digestion et de l'absorption, les aliments passent dans le sang : tout élément, qui deviendra tissu chez l'adulte, doit avoir préalablement fait partie du liquide sanguin. Celui-ci contient tous les éléments nécessaires à la formation des tissus et des liquides de l'organisme.

En résumé, si nous récapitulons méthodiquement les phénomènes essentiels que présentent les divers animaux au point de vue de la production de la chaleur, nous constatons que les *Protozoaires* ont la température de l'eau dans laquelle ils vivent. Des mensurations précises ont montré que les *Spongiaires*, les *Cœlentérés* et les *Échinodermes* ont à peine deux à quatre dixièmes de degré de chaleur en plus que le milieu ambiant. Les *Mollusques* et les *Crustacés* ne dépassent en général que d'un demi-degré centigrade la température du milieu qui les entoure. Les combustions qui ont lieu dans les organes sont donc très réduites.

Parmi les *Articulés*, les *Insectes* se distinguent par l'élévation de température qu'ils peuvent présenter lorsqu'ils exécutent des mouvements énergiques. Les *Insectes* qui volent sont surtout intéressants à cet égard : les bourdons et les sphinx, par exemple, acquièrent, sous l'influence du vol, une température de 6°, 8° et même 10°. Ici, comme chez les *Mammifères* (voir p. 205), l'augmentation des actes chimiques qui ont lieu dans les muscles est la cause de cette élévation de température ; en effet, c'est seulement au niveau du thorax où s'attachent les muscles voliers qu'on constate cette élévation thermique.

Quant aux *Vertébrés*, nous avons déjà vu que les *Poissons*, les *Batraciens* et les *Reptiles* ont habituellement la température du milieu où ils vivent, tandis que les *Oiseaux* et les *Mammifères* ont une température constante.

En résumé, les animaux se groupent en deux catégories au point de vue des combustions intra-organiques ; les uns (*Inverté-*

brés, Poissons, Batraciens et Reptiles) produisent peu de chaleur et sont à *température variable*; les autres (*Oiseaux et Mammifères*) sont le siège d'actes chimiques très actifs: ce sont les *animaux à température constante*.

Rôle des glandes closes dans la nutrition. — Nous avons vu (p. 56) que le sucre fabriqué par le foie est versé dans le sang où il est puisé par les tissus au fur et à mesure des besoins de l'organisme. D'autre part, le bon fonctionnement du pancréas est l'une des conditions de la production *normale* et de la consommation *régulière* du sucre. En effet, si l'on enlève à un chien *tout* le pancréas, on voit apparaître du sucre dans l'urine de l'animal, qui maigrit, s'affaiblit et finit par succomber dans le marasme (*diabète*).

Donc le foie et le pancréas, outre le rôle digestif qu'ils remplissent grâce aux sécrétions versées dans l'intestin par leurs conduits excréteurs, abandonnent au sang qui les traverse certains principes élaborés par leurs cellules épithéliales.

Le *corps thyroïde*, le *corps pituitaire*, les *capsules surrénales*, etc., se comportent à ce dernier égard comme le foie et le pancréas.

Ces divers organes sont composés de vésicules, de grains ou de cordons cellulaires, analogues à ceux des glandes, mais ils sont privés de conduit excréteur. On les appelle *glandes closes*, et c'est la lymphe ou le sang lui-même qui résorbe les principes que les glandes closes sécrètent.

Corps thyroïde. — Le corps thyroïde est une glande très vasculaire, pesant 30 grammes environ, située (fig. 12, p. 18) sur les côtés du larynx, au voisinage du cartilage thyroïde; de là son nom. Après l'atrophie ou l'ablation du corps thyroïde, on voit survenir chez l'homme des accidents très graves (dépérissement, affaiblissement de la motilité et des facultés intellectuelles). Des troubles identiques s'observent sur les chiens auxquels on a enlevé la *totalité* du corps thyroïde.

Corps pituitaire. — Le corps pituitaire (fig. 200, H, p. 239) est une glande grosse comme un haricot, située dans le crâne, à la base du cerveau, auquel elle est rattachée par une tige. Lorsque cet organe est altéré, on observe une maladie caractérisée, comme l'a montré M. Marie, par un épaissement des os et de la peau. Cet épaissement affecte surtout les parties proéminentes du corps (nez, menton, doigts, etc.) (*acromégalie*).

Capsules surrénales. — Les capsules surrénales (fig. 129, s, p. 144) sont des organes glandulaires qui coiffent, comme d'un casque, l'extrémité supérieure de chaque rein. Si l'on enlève à un animal les *deux* capsules surrénales, on voit se produire des troubles nerveux, de l'affaiblissement musculaire, suivi de paralysie. Après la perte des capsules surrénales, un poison, dont les effets rappellent ceux du curare (Voir p. 205), s'accumule dans le sang.

Ces exemples montrent suffisamment quel rôle important le foie, le pancréas et toutes les glandes closes jouent dans la nutrition générale.

§ 2. — Assimilation et désassimilation.

Les cellules et les fibres empruntent ainsi à tout moment à la lymphe et au sang les substances qu'elles fixent et transforment en leurs propres éléments : on appelle cet acte *assimilation*. Puis les cellules et les fibres abandonnent à la lymphe et au sang les principes résultant du dédoublement ou de l'oxydation qu'elles subissent, ce second ordre de phénomènes porte le nom de *désassimilation*.

Ces métamorphoses consistant en actes de formation et de destruction sont dominées par un phénomène remarquable : en effet, malgré ce mouvement d'assimilation et de désassimilation, que Cuvier désignait par le nom de *tourbillon vital*, le protoplasma du Mammifère, de l'Oiseau, du Reptile, du Batracien, du Poisson ou de l'Invertébré continue à présenter les propriétés et les caractères des parents. Bien que soumises à un renouvellement incessant, les cellules qui dérivent de l'ovule d'un oiseau ou d'une grenouille se disposent selon le plan et l'ordre du groupe auquel ces êtres appartiennent ; elles conservent la composition de celles des parents et édifient un organisme semblable. Le protoplasma modifie donc d'une façon spécifique les aliments avant d'en faire des parties intégrantes du corps.

Chez l'embryon et le jeune être, l'assimilation l'emporte considérablement sur la désassimilation : d'où la *croissance*. Plus tard, chez l'adulte la nutrition persiste, mais il y a, pour ainsi dire, *équilibre* entre l'entrée et la sortie des substances. Enfin, chez le vieillard, la désassimilation l'emporte sur l'assimilation et conduit fatalement à la cessation des actes nutritifs, c'est-à-dire à la *mort*.

DEUXIÈME PARTIE

FONCTIONS DE RELATION

CHAPITRE I

SQUELETTE DE L'HOMME

§ 1. — Os.

¶ Lorsque, par divers procédés, et surtout par la macération dans l'eau (putréfaction), un corps a été dépouillé de toutes les parties molles, on voit qu'il reste une série de pièces dures appelées *os* : l'ensemble des os forme le *squelette* (*squeletton*, corps desséché). C'est une charpente très solide, qui permet de juger de la *taille*, des *proportions* et d'une partie des formes de l'individu dont elle provient. Par leur déplacement, les pièces du squelette donnent lieu aux *attitudes* et aux *mouvements généraux* ou *partiels*.

Si l'on regarde les figures 116 et 138, on voit que la partie centrale du squelette est représentée par une tige osseuse qui s'étend de la tête jusqu'au bassin : c'est la *colonne vertébrale*, formée par de nombreuses pièces superposées, dites *vertèbres* (*ossa vertebrata*, os tournés ou faits au tour). Cette colonne constitue l'axe du corps, puisqu'elle supporte en haut la tête, plus bas les côtes (voir p. 125) et les membres thoraciques ou supérieurs, et plus bas encore les membres abdominaux ou inférieurs.

§ 2. — Colonne vertébrale et tête.

Les vertèbres sont des pièces superposées comme autant de disques creux empilés l'un sur l'autre. Prenons une vertèbre (fig. 137) et mettons en avant sa face la plus rapprochée de la tête, pendant que sa face ventrale regarde en bas et sa face dorsale en haut. Cette vertèbre nous offre une masse médiane et centrale (*c*), appelée *corps*. De chaque côté de la face dorsale

part un prolongement osseux étroit (*p*), le *pédicule*. A ce pédicule fait suite une portion plus élargie, la *lame vertébrale* (*l*). Celle-ci se dirige obliquement vers le plan médian du dos, où elle rejoint la lame vertébrale de l'autre côté, et forme ainsi une saillie ou *épine* (*e*), appelée *apophyse épineuse* (*apophysis*, excroissance). C'est la série de ces saillies épineuses qui a fait donner à la colonne vertébrale le nom d'*épine dorsale* ou *rachis*. Le corps de la vertèbre, les deux pédicules, les deux lames vertébrales et l'apophyse épineuse forment un anneau qui circonscrit un trou, le *trou vertébral* (*o*). En se superposant, les trous vertébraux constituent un canal, le *canal vertébral* ou *rachidien* (*rachis*, épine du dos' ou échine). Ce canal loge le cordon nerveux central, que nous étudierons plus loin sous le nom de *moelle épinière*. A cause de la présence de la moelle épinière, l'arc osseux dorsal formé par les pédicules, les lames et l'apophyse épineuse est désigné sous le nom d'*arc neural* (*neuron*, nerf).

L'arc neural porte encore : 1° deux prolongements osseux, dirigés plus ou moins directement en dehors, les *apophyses transverses* (*t*); 2° des surfaces dépendant des lames vertébrales et unissant les vertèbres entre elles, les *apophyses articulaires* (*ar*).

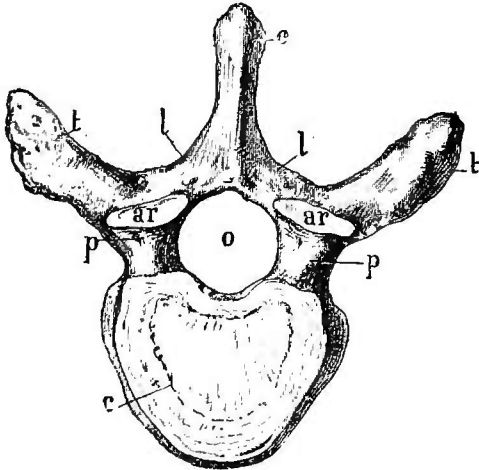


Fig. 137. — Vertèbre.

c, corps; *p*, *p*, pédicule; *l*, *l*, lame vertébrale; *e*, apophyse épineuse; *t*, *t*, apophyse transverse; *ar*, *ar*, apophyse articulaire; *o*, trou vertébral.

La colonne vertébrale se compose de vertèbres cervicales thoraciques, lombaires, sacrées et coccygiennes. — Les vertèbres sont désignées sous le nom de *cervicales* (*cervix*, cou) lorsqu'elles appartiennent au cou. On compte 7 vertèbres cervicales chez l'homme.

Dans la région de la poitrine, les vertèbres sont dites *thoraciques*; il y en a autant que de paires de côtes, c'est-à-dire 12.

Entre la poitrine et le bassin se trouvent les *vertèbres lombaires*

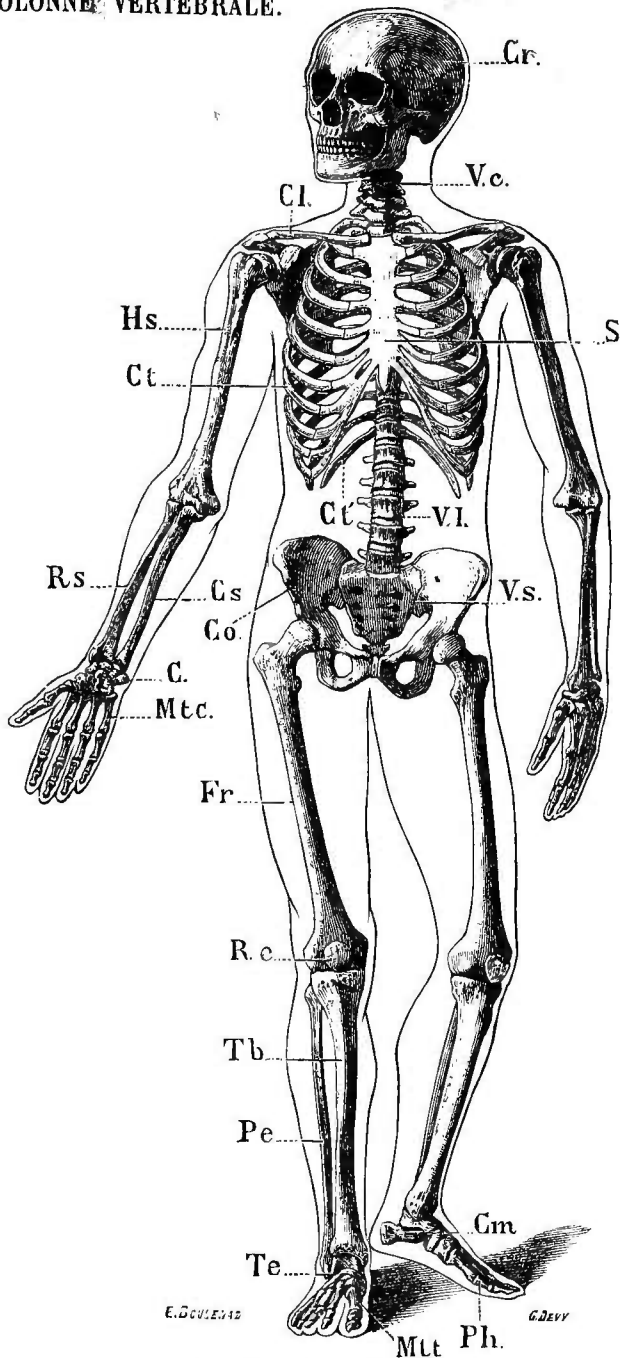


Fig. 158. — Squelette.

Cr, crâne; Vc, vertèbres cervicales; VI, vertèbres sacrées ou sacrum; Cl, côtes; Ct, côtes flottantes; S, sternum; Cl, clavicule; Hs, humérus; Rs, radius; Cs, cubitus; C, carpe; Mtc, métacarpe; Co, coxa; Fr, fémur; Re, rotule; Tb, tibia; Pe, péroné; Te, tarse; Mtt, métatarse; Cm, calcanéum; Ph, phalanges.

(*lombus*, région des reins); elles sont au nombre de 5 : leur corps est très volumineux et leurs apophyses épineuses ont la forme de lames quadrilatères et verticales (fig. 116).

La 5^e vertèbre lombaire touche au bassin; elle s'appuie su. la

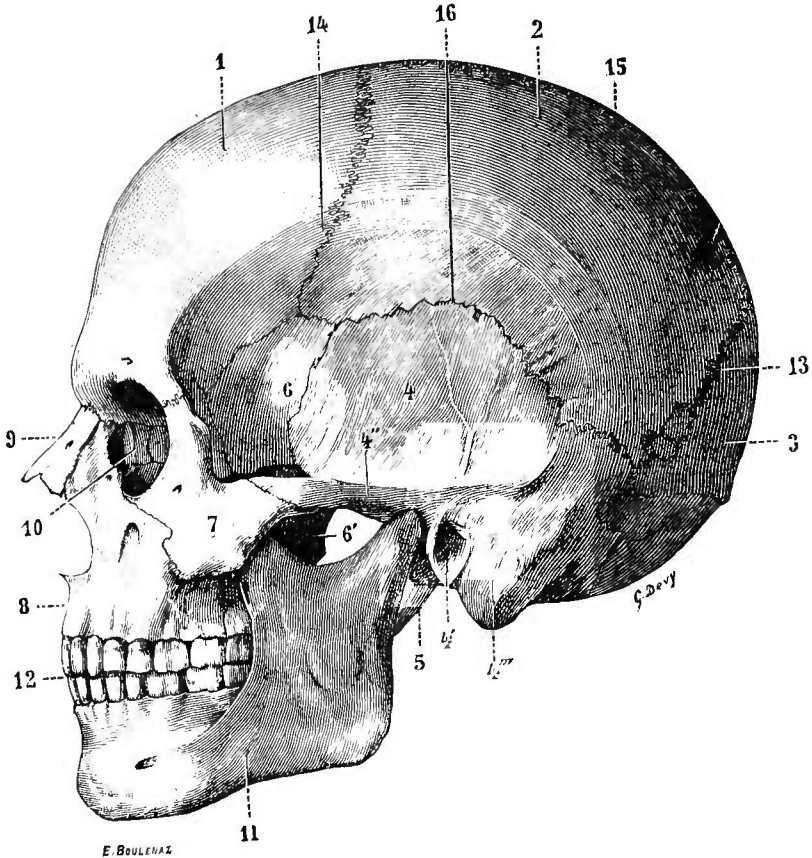


Fig. 139. — Tête osseuse vue par sa face latérale gauche.

1, frontal; 2, pariétal; 5, occipital; 4, temporal; 4', conduit auditif externe; 4'', apophyse zygomatique; 4''', apophyse mastoïde; 5, apophyse styloïde; 6, sphénoïde avec son apophyse ptérygoïde 6'; 7, os malaire; 8, maxillaire supérieur; 9, os nasal; 10, os unguis ou lacrymal; 11, maxillaire inférieur; 12, arca-des dentaires; 15, 14, 15, 16, sutures des os du crâne.

base d'une pièce osseuse en forme de pyramide à laquelle les Anciens avaient donné le nom de *sacrum* : cette pièce recouvre chez les animaux les viscères plus spécialement réservés aux dieux dans les sacrifices (rectum et matières fécales, vessie e urine). Le sacrum n'est lui-même qu'un segment de la colonne

vertébrale; cet os, en effet, est formé de 5 *vertèbres* (sacrées), parfaitement distinctes chez l'enfant et qui sont intimement soudées entre-elles chez l'adulte.

Sur le côté, le sacrum s'unit avec deux os, les *os coxaux*, pour constituer le bassin qui supporte le poids de la tête, du tronc et des membres supérieurs.

Enfin, par son sommet, le sacrum s'articule avec une petite

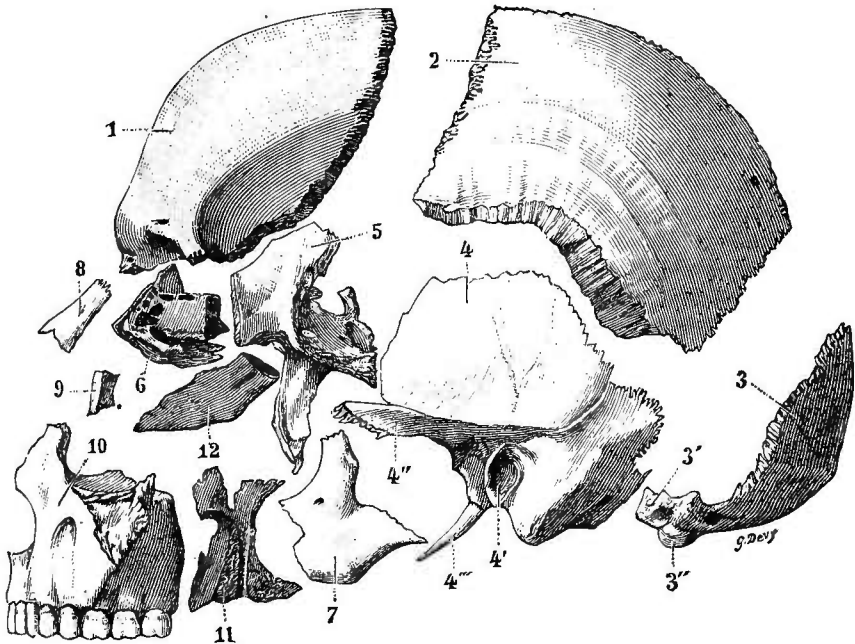


Fig. 140. — Les os de la moitié droite de la tête (moins le cornet et le maxillaire inférieurs), éloignés les uns des autres ou désarticulés.

1, frontal; 2, pariétal; 3, occipital; 3', son apophyse basilaire; 3'', son condyle; 4, temporal; 4', conduit auditif externe; 4'', apophyse zygomatique; 4''', apophyse styloïde; 5, sphénoïde; 6, ethmoïde; 7, os malaire; 8, os nasal; 9, os lacrymal; 10, maxillaire supérieur; 11, palatin; 12, vomer.

pièce osseuse, formée également de corps vertébraux soudés entre eux : c'est le *coccyx*, qu'on a comparé au bec du coucou (*coccyx*, coucou) et qui représente la portion terminale du rachis. Chez la plupart des animaux, le nombre des vertèbres coccygiennes est beaucoup plus élevé que chez l'homme et la réunion de ces pièces multiples constitue la *queue*.

Le squelette de la tête est formé des os de la face et des os du crâne. — La tête est formée : 1° des *os de la face*; nous

avons étudié plus haut le massif du maxillaire supérieur et le maxillaire inférieur (p. 20); 2° *des os du crâne*. Ceux-ci sont des pièces plus ou moins aplaties, reliées entre elles par leurs bords

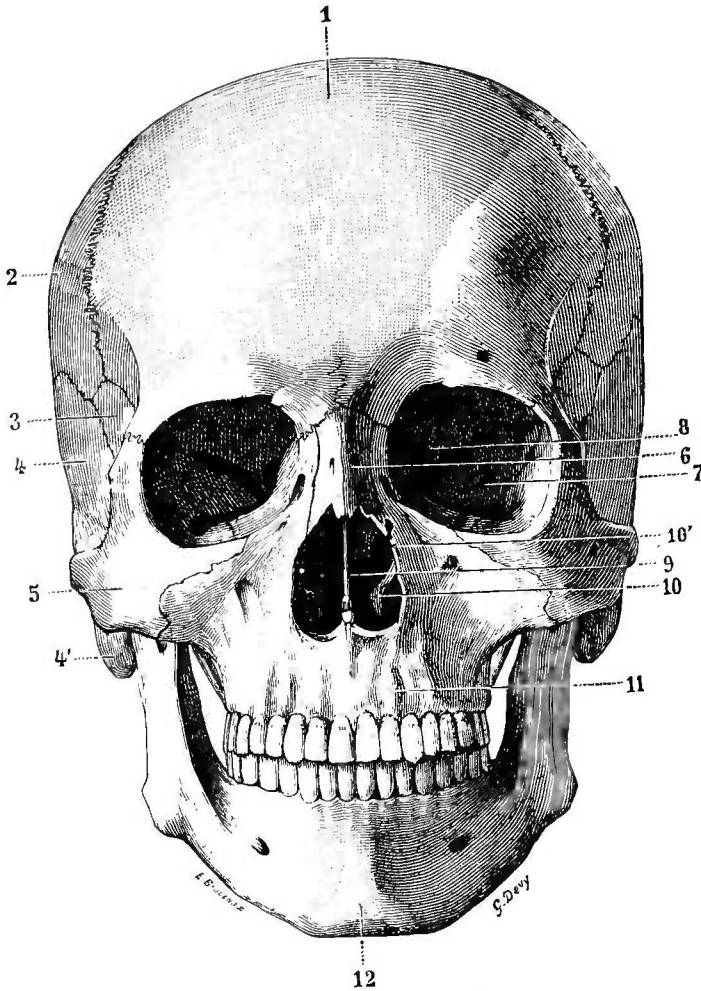


Fig. 141. — Tête osseuse vue de face.

1. frontal; 2, pariétal; 3, grande aile du sphénoïde; 4, écaille du temporal; 4', apophyse mastoïde; 5, os malaire; 6, os nasal; 7, cavité orbitaire; 8, canal optique; 9, fosse nasale gauche; 10, cornet inférieur; 11, maxillaire supérieur; 12, maxillaire inférieur.

(fig. 139), et que la figure 140 nous montre disjointes ou désarticulées.

En avant se trouve le *frontal* (1), os unique et impair chez

l'adulté, mais formé dans le jeune âge de deux os pairs dont la soudure s'opère plus tard. Sur les côtés, on voit : 1° en bas, l'os des tempes ou *temporal* (4), sur lequel se meut le condyle de la mâchoire inférieure et qui loge la cavité de l'oreille ; 2° au-dessus du temporal, le *pariétal* (*paries*, paroi), qui, sur la ligne médiane, s'unit à celui du côté opposé (2). Enfin, en arrière, se trouve l'*occipital* (3) constituant la saillie ou *occiput*, qui proémine au-dessus de la nuque.

De la partie inférieure de l'occipital, en avant du trou (trou *occipital*) qui fait communiquer la cavité du crâne avec le canal rachidien et livre passage à la moelle épinière, s'élève une saillie épaisse (*apophyse basilaire*) (3'). Cette apophyse naît de la partie évasée ou *écaille* (3) de l'occipital par deux prolongements osseux qui circonscrivent le trou occipital et sur chacun desquels se trouve une apophyse articulaire ou *condyle* (3'') de l'occipital qui repose sur la première vertèbre cervicale ou *atlas*. Cette vertèbre supporte en effet la tête, comme le géant de la fable ATLAS était censé porter le monde sur ses épaules.

En avant, l'apophyse basilaire de l'occipital se continue avec un os intercalé, en forme de coin, entre les divers os du crâne : il porte le nom de *sphénoïde* (*sphén*, coin, *eidos*, forme) (5). En avant du sphénoïde avec lequel il s'articule, ainsi qu'avec l'os frontal, nous trouvons l'*ethmoïde* (*ethmos*, crible), parce qu'il présente une série de trous que traversent les nerfs de l'odorat (4).

§ 3. — Membres.

On compte quatre membres : deux thoraciques, deux abdominaux. Chacun présente une série de pièces osseuses qui sont à peu près les mêmes pour chacun des membres thoraciques ou abdominaux. En outre, les segments du membre abdominal semblent, malgré leur forme et leur volume différents, répéter comme disposition et comme nombre ceux du membre thoracique.

Os du membre thoracique. — Le membre thoracique (fig. 142) s'appuie sur chaque côté de la poitrine, par deux segments osseux qui constituent l'*épaule*. De ces deux os, l'un triangulaire et aplati, l'*omoplate* (*omos*, épaule ; *platys*, os large), s'applique sur la partie dorsale des sept premières côtes. Le bord supé-

rieur de l'omoplate présente une saillie recourbée en bec de corbeau, d'où le nom d'*apophyse coracoïde* (1) (*corax*, corbeau; *eidos*, forme). Sur la face dorsale on

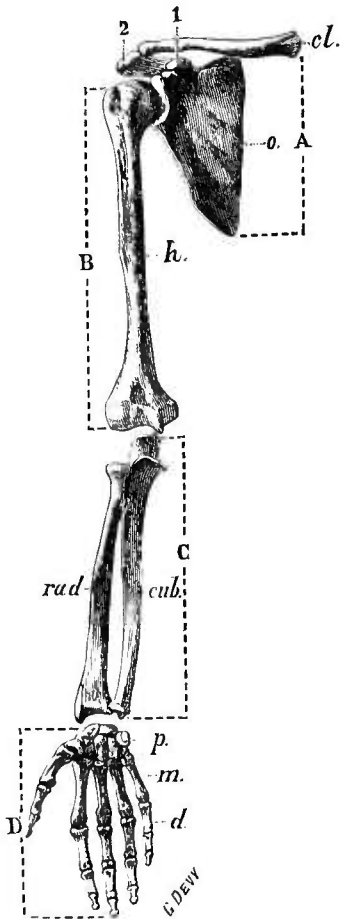


Fig. 142. — Membre supérieur ou thoracique (côté droit).

A, *épaule* : o, omoplate; cl, clavicule; 1, apophyse coracoïde; 2, acromion ou sommet de l'épine de l'omoplate. — B, *bras* : h, humérus. — C, *avant-bras* : cub, cubitus; rad, radius. — D, *main* : p, poignet ou carpe; m, métacarpe; d, doigts.

voit une crête osseuse, dite *épine* de l'omoplate, qui se dirige en dehors et forme une saillie osseuse libre ou *acromion* (2) (*acros*, sommet) s'articulant avec le 2^o os de l'épaule, la *clavicule* (cl) (*de clavicula*, petite clef). La clavicule, ainsi nommée de la ressemblance qu'elle présente avec une clef antique, est un os incurvé en forme de S, étendu transversalement entre l'acromion et l'extrémité supérieure ou cervicale du sternum.

L'omoplate présente, en dehors, une excavation qui sert à recevoir l'extrémité correspondante de l'os du bras. Celui-ci s'appelle *humérus* (h) (*humerus*, épaule) : c'est l'os le plus long du membre thoracique.

L'extrémité inférieure de l'humérus, au contraire de l'extrémité supérieure arrondie en forme de demi-sphère, s'aplatit d'avant en arrière et s'élargit en travers pour pouvoir s'articuler avec les *deux os de l'avant-bras* : celui qui est situé du côté du pouce porte le nom de *radius* (rad) (*radius*, baguette), et tourne autour de l'autre, le *cubitus* (cub). Ce dernier a reçu ce nom parce que son

extrémité supérieure constitue la saillie du coude (*cubitus*, coude).

A l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras est appendu le squelette de la main qui comprend trois parties : le *poignet*,

la *main*, proprement dite et les *doigts*. Le poignet est formé de huit osselets irréguliers, disposés sur deux rangées. On l'appelle aussi *carpe* (*carpos*, grain, les osselets figurant les grains) (*p*).

La première rangée comprend, en allant du pouce vers le petit doigt : 1° le *scaphoïde* (1), 2° le *semi-lunaire* (2), 3° le *pyramidal* (3) et 4° le *pisiforme* (4). La deuxième rangée est composée également de 4 osselets, qui sont en allant du pouce vers le petit doigt : 1° le *trapèze* (5), 2° le *trapézoïde* (6), 3° le *grand os* (7) et 4° l'*os crochu* (8) (fig. 143). Ces os appartiennent à la variété des os courts.

Sur la dernière rangée des os du poignet s'appuie l'extrémité supérieure de cinq os allongés disposés parallèlement comme les traverses d'un gril et qui forment la charpente de la main : on les nomme *métacarpiens* (*m*) (*mé*ta, à la suite... du carpe). Les intervalles, qui sont à claire-voie sur le squelette, sont remplis, dans une main complète, par des muscles et la peau.

Viennent enfin les doigts, également au nombre de cinq. On les compte en allant du pouce vers le petit doigt :

Ce sont le 1^{er} ou *pouce*; le 2^e ou *index*; le 3^e ou *médius*; le 4^e ou *annulaire*; le 5^e, petit doigt ou *auriculaire*. Chaque doigt possède trois osselets allongés disposés en séries et dits *phalanges*, sauf le pouce, qui n'en a que deux. On les compte en allant du métacarpe vers les ongles, sous les noms de 1^{re}, 2^e ou

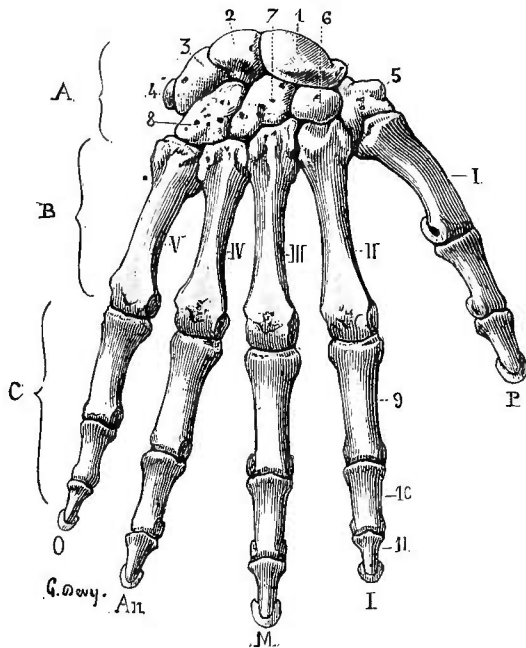
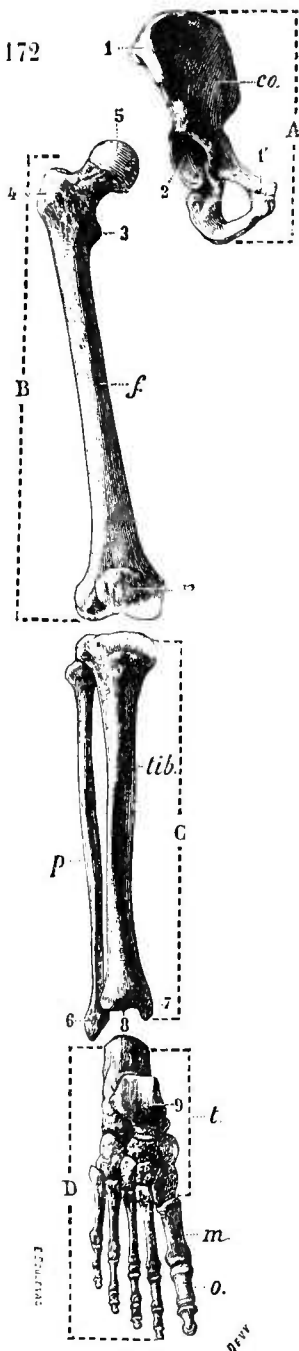


Fig. 143. — Main droite (vue par sa face dorsale).

A, carpe. 1^{re} rangée : 1, scaphoïde; 2, semi-lunaire; 3, pyramidal; 4, pisiforme. — 2^e rangée : 5, trapèze; 6, trapézoïde; 7, grand os; 8, os crochu. — B, métacarpe : I, II, III, IV, V, les cinq métacarpiens. — C, doigts : 9, phalange; 10, phalange; 11, phalange. — P, pouce. — I, index. — M, médius. — An, annulaire. — O, auriculaire.



5°. On a l'habitude de réserver le nom *phalange* à la 1^{re} rangée; celui de *phalangine* à la 2^e; la 3^e est appelée *phalangette*. Cette dernière est encore dite *phalange onguéale*, parce qu'elle supporte l'ongle (fig. 143).

Os du membre abdominal. — Dans le membre abdominal, nous allons retrouver une série de segments rappelant ceux du membre thoracique.

La partie qui correspond à l'omoplate est la *hanche*, formée de chaque côté par l'os *coxal* (*coxa*, hanche) (fig. 144).

La comparaison des deux figures rend bien compte de la forme irrégulière de cet os, aplati et tordu sur lui-même : la partie supérieure de l'os coxal forme une crête qui se dirige du dos vers le ventre et qui dessine la ligne des hanches. Enfin, le prolongement ventral du coxal va à la rencontre de celui de l'autre côté et forme une saillie ventrale, le *pubis* (fig. 138).

La jonction de ces deux os courbés, et leur union avec le sacrum produisent une ceinture osseuse circonscrivant la cavité ou canal du *bassin*, où aboutissent les extrémités du tube digestif et de l'appareil urinaire (*rectum* et *vessie*).

La face externe présente de plus une cavité en forme d'écuelle, dite *co-*

Fig. 144. — Membre inférieur ou abdominal.

A, *hanche* : *co*, coxal; 1, iliaque; 1', pubis; 2, cavité cotyloïde. B, *cuisse* *f*, fémur; 5, petit trochanter; 4, grand trochanter; 5, tête du fémur; *r*, rotule. C, *jambe* : *tib*, tibia; *p*, péroné; 6, malléole externe; 7, malléole interne; 8, surface articulaire de la jambe avec le pied. D, *pied* : 9, astragale s'articulant avec la jambe; *t*, tarse; *m*, métatarse; *o*, orteils.

tyloïde (*cotyle*, *ecuelle*), où vient s'emboîter l'extrémité supérieure de l'os de la cuisse (fig. 144, 2). Celui-ci s'appelle le *fémur* (*f*), l'os le plus long et le plus volumineux du squelette; il est unique, comme l'humérus au bras (fig. 144, B). L'extrémité supérieure du fémur est formée par une tête arrondie (5) qui supporte un *col* inséré obliquement sur une portion munie de deux saillies osseuses, le *grand* (4) et le *petit trochanter* (3). Le corps du fémur s'élargit notablement à son extrémité inférieure pour se mettre en rapport avec l'os principal de la jambe, le *tibia* (*ti-bia*, flûte), et un os arrondi, la *rotule* (*r*) (*rotula*, petite roue). Il est uni, en outre, par des ligaments au 2^e os de la jambe, le *péroné* (cheville).

Le tibia (*t*) est l'os le plus gros, situé du côté du gros orteil, comme le radius est du côté du pouce; il transmet le poids de la cuisse au pied, et il est côtoyé en dehors par le *péroné* (*p*).

Enfin vient le pied, constitué comme la main, 1^o par un groupe d'os plus ou moins arrondis, le *tarse* (*t*); 2^o par 5 os semblables aux métacarpiens et qui sont dits les *métatarsiens* (*mt*); 3^o par 5 orteils, composés chacun de trois phalanges, sauf le gros orteil, qui n'en a que deux.

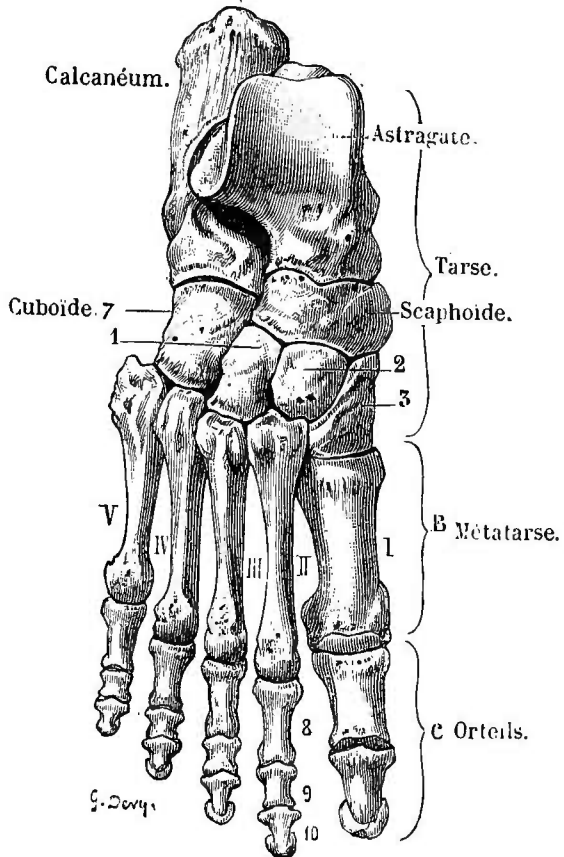


Fig. 145. — Pied droit (vu de dos).

1, 2, 3, les trois cunéiformes; I, II, III, IV, V, les cinq métatarsiens; 8, phalange; 9, phalangine; 10, phalangette.

L'ensemble du tarse et du métatarse avait été comparé à une *claire* (*tarsos*, claire à égoutter les fromages) (fig. 144 et 145).

Le tarse comprend 7 os *courts*, qui sont disposés en deux rangées : l'une des rangées est postérieure et comprend deux os : en haut l'*astragale* (fig. 145) et en bas le *calcaneum*; la seconde rangée, antérieure, se compose *en dehors* du *cuboïde* (7) et *en dedans* du *scaphoïde*, qui s'articule, en avant, avec trois *cunéiformes* (1, 2, 5).

Os longs, os larges et os courts. — Telle est la description très succincte du squelette, qui comprend plus de 200 os. Un coup d'œil jeté sur un squelette permet de diviser ces os en trois groupes : les uns sont plus longs qu'ils ne sont larges ou épais; ce sont les *os longs*. Dans cette catégorie se placent la plupart des os des membres (*humérus*, *fémur*, *métacarpiens*, etc.). On décrit aux os longs une partie moyenne relativement mince, *corps*, *diaphyse* (*diaphysis*, séparation), et deux extrémités renflées ou *épiphyes* (*épiphyo*, je crois dessus).

D'autres os ont la forme de lames aplaties : leur épaisseur est généralement faible : ce sont les *os larges*, tels que les os du crâne, l'omoplate, l'os coxal, etc.

Enfin, un troisième et dernier groupe comprend les os dans lesquels aucune des trois dimensions ne l'emporte sensiblement sur les autres : ce sont les *os courts* (vertèbres, os du carpe, du tarse, etc.). Nous verrons que cette classification répond également à des différences de constitution de la substance osseuse.

Nous venons de décrire les parties essentielles du squelette de l'adulte; mais les os sont loin de former toute la charpente du corps; outre les liens ou ligaments qui réunissent les os, ceux-ci sont, pour la plupart, mis en rapport les uns avec les autres par du cartilage; d'autres, tels que les côtes, présentent toute la vie des segments totalement cartilagineux. Enfin, certains organes, le larynx, la trachée-artère, les bronches, une portion du nez et de l'oreille externe, possèdent toujours des pièces cartilagineuses qui leur constituent un tissu de soutien souple, élastique et suffisamment rigide.

Composition des os. — La substance osseuse est formée par l'union intime de deux parties, l'une composée de fibres et de nature organique, dite *osséine*, et l'autre minérale, constituée

par des sels minéraux où dominent les calcaires. L'osséine est une substance albuminoïde qui se transforme par la coction en une sorte de gelée ou *gélatine*.

Deux expériences très instructives permettent d'isoler l'osséine d'un côté, les sels calcaires de l'autre.

Prenez un os de lapin, de mouton ou de poulet, et plongez-le dans un vase contenant un mélange d'eau et de vinaigre, ou mieux encore, d'eau et d'acide chlorhydrique (fig. 146). Au bout de quelques jours, vous constaterez que l'os a cessé d'être dur et rigide; il est devenu assez souple et assez élastique pour pouvoir être plié et courbé en tous sens. C'est que le vinaigre ou l'acide chlorhydrique ont décomposé les sels minéraux, qui se sont dissous dans la solution à l'état d'acétates ou de chlorures et de phosphates acides minéraux. Un procédé analogue est employé dans l'industrie pour fabriquer la *gélatine* ou *colle d'os*; on enlève les sels minéraux, c'est-à-dire qu'on *décalcifie* les os avec l'acide chlorhydrique et, en second lieu, on fait bouillir l'osséine dans de l'eau pour la transformer en gélatine.

Si, d'autre part, vous exposez un os à un feu ardent, vous le verrez, au bout de quelque temps, blanchir, tout en conservant sa forme primitive. Mais si vous voulez le retirer du feu, il tombera en poussière. Le feu a détruit l'osséine en la brûlant et il ne reste que les sels minéraux qui s'effondrent au moindre contact. En calcinant à une température moins élevée, dans un creuset, des os de bœuf, de cheval, etc., on détruit l'osséine, dont il reste le carbone uni aux sels minéraux : c'est le *charbon animal* ou *noir animal*, qu'on emploie dans l'industrie pour décolorer les liquides organiques.

L'analyse montre que l'osséine constitue le tiers environ, et les

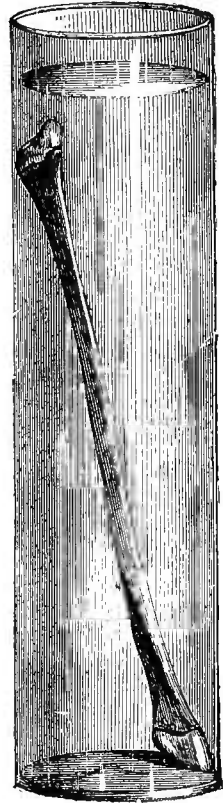


Fig. 146. — Os long traité par une solution d'acide chlorhydrique.

osseuses sont disposées autrement sur les os courts, les extrémités des os longs d'une part, et la partie moyenne des os longs de l'autre.

Mais avant de passer en revue ces diverses variétés de tissu

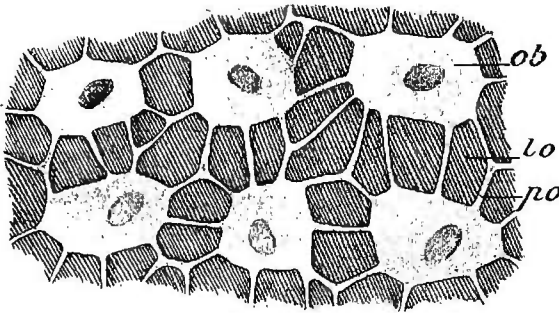


Fig. 149. — Ostéoblastes (*ob*) avec des lamelles osseuses (*lo*), qui sont traversées par les prolongements anastomosés des ostéoblastes (*po*).

osseux, il importe de remarquer que les ostéoblastes ou cellules osseuses, ainsi que les parties molles disparaissent dans l'os

osseux, il importe de remarquer que les ostéoblastes ou cellules osseuses, ainsi que les parties molles disparaissent dans l'os qui séjourne dans la terre ou macère dans les liquides, tels que l'eau. A la place de ces parties molles,

on voit des cavités vides. Il ne reste, en effet, que l'osséine et les sels calcaires. Les espaces occupés antérieurement par les

cellules et leurs prolongements sont remplis d'air et apparaissent noirs, quand la lumière les traverse (*corpuscules osseux*). L'ensemble, vu au microscope, reproduit l'aspect d'araignées dont les pattes effilées arrivent au contact et sillonnent la substance osseuse de canalicules très fins, appelés *canalicules osseux*.

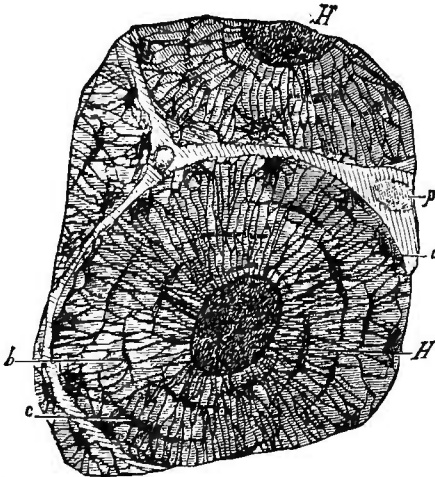


Fig. 150. — Trois systèmes de Havers et le système intermédiaire (*p*).

III, canal de Havers; *bc*, corpuscules osseux avec leurs prolongements.

Les espaces plus larges ayant la forme de trous sont blancs : ce sont les *canaux de Havers* (fig. 151, *h*).

Sur les os courts et les extrémités des os longs, les lamelles osseuses sont écartées les unes des autres et circonscrivent des espaces, ou aréoles, remplis, sur l'os frais, d'une matière molle qui est blanche ou rouge et qu'on appelle *moelle osseuse*.

L'ensemble des lamelles osseuses et des aréoles figure l'aspect d'une éponge; de là le nom de *tissu spongieux* donné à cette variété de tissu osseux.

Si les aréolès s'ossifient elles-mêmes comme dans la partie moyenne ou diaphyse des os longs, la substance osseuse devient compacte et serrée. En même temps on constate la formation d'une grande cavité centrale ou médullaire qui se remplit de moelle osseuse.

L'os compact présente donc les mêmes lamelles que le tissu

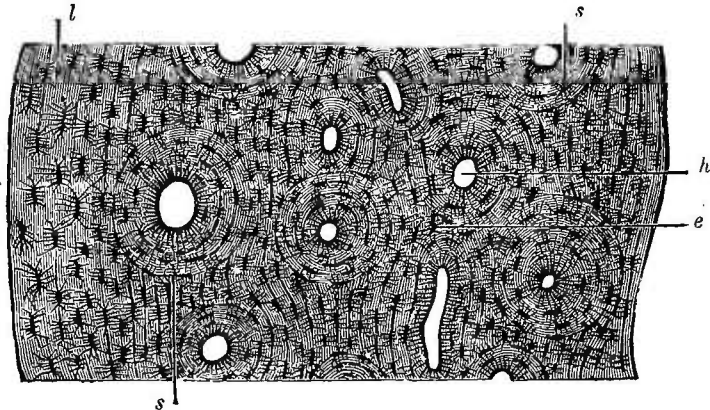


Fig. 151. — Section d'un os long desséché.

h, canal de Havers; *c*, corpuscule osseux (vide rempli d'air); *l*, lamelles osseuses à la périphérie de l'os; *SS*, lamelles osseuses disposées autour d'un canal de Havers.

spongieux (fig. 150, *p*) : ce sont les lamelles *intermédiaires*; mais les aréoles qu'elles circonscrivent sont remplies par d'autres lamelles disposées en séries concentriques autour d'un petit canal central. Celui-ci est large de 1 ou 2 dixièmes de millimètre; on l'appelle canal de *Havers*, du nom du médecin anglais qui a découvert ces conduits vers 1734. Les canaux de Havers renferment des capillaires sanguins. En un mot, le tissu *compact* est formé : 1° des lames osseuses de tous points analogues à celles du tissu spongieux (système intermédiaire); 2° de lames concentriques aux canaux de Havers ou *système de Havers*.

Ajoutons que des lamelles osseuses d'une grande étendue recouvrent la surface extérieure des os (fig. 151 *l*), ainsi que la surface limitant le canal central des os *longs*.

Les os *courts* ont la constitution des extrémités des os longs.

Quant aux os *larges*, ils sont formés, au centre, de substance spongieuse et recouverts sur chaque face de substance compacte. Les côtes sont des os longs, dépourvus de canal médullaire et remplis, comme les os larges, par une substance spongieuse.

Accroissement du segment squelettique en longueur. — Le rôle du cartilage qui précède l'os est immense au point de vue de la croissance. A mesure que le segment cartilagineux est remplacé dans le corps de la pièce et dans les épiphyses par du tissu osseux, le cartilage qui unit les nodules osseux continue à croître : il est envahi aux deux bouts par de l'os, mais à son centre les cellules cartilagineuses se multiplient et élaborent de la nouvelle substance cartilagineuse. La multiplication des cellules et la formation constante de tissu cartilagineux font que le fémur, par exemple, s'allonge jusqu'au moment où l'os de l'épiphyse aura rejoint celui de la diaphyse. A partir du moment où cette union osseuse a lieu, le fémur conservera toute la vie la longueur acquise.

Accroissement en épaisseur. — L'os est un des tissus les plus vivants, ce que démontrent les changements perpétuels dont il est le siège. L'os qui remplace le cartilage est d'abord un os plein, c'est-à-dire sans canal médullaire et formé uniquement de substance spongieuse. Les os larges et courts restent spongieux, mais dans les os longs les lamelles osseuses centrales disparaissent peu à peu, grâce à une véritable résorption et il se forme, à leur place, une cavité remplie de moelle osseuse

En outre, de nouvelle substance osseuse se développe aux dépens d'une membrane qui entoure l'os et qui l'enserme si bien qu'on a cru pendant longtemps qu'elle l'empêchait de croître. Cette membrane est conjonctive et s'appelle le *périoste* (*péri*, autour; *ostéon*, os). Son rôle, dans le jeune âge, est de former l'os, en élaborant par sa face interne une série de zones osseuses qui se superposent de dehors en dedans.

Rôle du périoste. — Cette propriété du périoste a été découverte au XVIII^e siècle; un chirurgien anglais, Belchier, avait observé, en 1740, que les os d'un cochon nourri chez un teinturier étaient rouges. Il produisit à volonté cette coloration des os chez les animaux en mêlant de la garance à leurs aliments. Dès 1740, Duhamel du Monceau, en France, varia de diverses façons ces expériences sur un jeune porc; après des alternatives à peu près égales d'un régime semblable (aliments chargés de garance) et

d'un régime ordinaire, la substance des os de l'animal présentait des couches alternativement rouges et blanches. Les couches rouges correspondaient aux époques où le porc avait mangé de la nourriture mêlée de garance, et les couches blanches, aux époques intermédiaires. Le périoste *est donc toujours en train de former de l'os, par sa face interne, chez les jeunes animaux*. Or, puisque l'os ne devient pas infiniment gros, il faut bien que la substance osseuse se résorbe du côté du canal médullaire, pendant que de nouvelles couches se déposent à sa surface extérieure. Voici comment Duhamel mit ce fait en évidence : il souleva le périoste d'un os long sur un *jeune* pigeon, et entoura la diaphyse d'un fil d'argent. Examinant l'os quelque temps après, il retrouva le fil d'argent dans le canal médullaire.

On peut même détruire l'os plus ou moins complètement ; si l'on prend la précaution de conserver le périoste intact, il continuera à produire de la substance osseuse et à régénérer l'os en entier. Flourens, vers 1850, a repris ces expériences ; enfin un chirurgien de Lyon, M. Ollier, en a donné récemment la preuve définitive. Sur une longueur de plusieurs centimètres, il détacha de l'os des lambeaux de périoste ; puis, l'un des bouts seulement tenant à l'os, il attira tout le lambeau entre les muscles du membre ; le périoste *continua à faire de l'os* au milieu des chairs. Dans d'autres expériences, il détacha un lambeau de périoste sur le tibia d'un lapin, et, après l'avoir enlevé complètement de la jambe, il le porta et le transplanta, comme on ferait d'un végétal, dans une loge creusée soit dans l'aîne, soit sous la peau de la tête du même animal. Il vit le périoste continuer à vivre dans ce nouveau milieu et à produire du tissu osseux. Il obtint, *par cette greffe*, des os gros de 4 centimètres.

Chez les jeunes sujets surtout, cette puissance de reproduction et de régénération de l'os par le périoste est remarquable. Avec l'âge on voit diminuer cette faculté de fabriquer de l'os, et chez le vieillard le périoste n'est plus qu'une simple membrane fibreuse.

Influence de la nutrition. — Nous avons vu (p. 176) quelle quantité considérable de sels calcaires renferme l'os. Aussi convient-il de fournir des aliments riches en sels de *chaux* au jeune être où la substance osseuse est en train de se substituer à la substance cartilagineuse.

Outre la *caséine* (albuminoïdes), le *sucre de lait*, la graisse

(beurre) (voir p. 448), le lait contient une forte proportion de sels de chaux; grâce à l'association de ces divers principes, le lait constitue un aliment complet ou parfait, indispensable aux nouveau-nés de tous les Mammifères. En privant de lait ou de sels de chaux les jeunes Mammifères, on les voit grandir, c'est-à-dire que leur squelette continue à s'allonger; mais les extrémités des membres se tuméfient, deviennent douloureuses et se déforment: les animaux deviennent *rachitiques*. C'est là ce qui arrive si souvent chez les enfants qui sont privés de l'alimentation lactée, ou qui, à la suite de troubles digestifs, n'assimilent pas les principes nutritifs: l'os ne se substitue pas au cartilage, le squelette se développe mal et devient le siège des déformations diverses.

Articulations. — Les os des membres s'ossifient dans toute leur longueur, sauf à la surface de leurs extrémités, qui reste revêtue d'une mince couche de cartilage. En ce point les segments squelettiques sont séparés par un interligne, appelé *cavité articulaire*, qui assure l'indépendance à chacun d'eux. Chaque segment osseux entre en rapport de *contact*, de *contiguïté* seulement, avec son voisin, au moyen d'une lamelle cartilagineuse souple et élastique. Les deux lamelles glissent l'une sur l'autre sans frottement et peuvent résister aux pressions. Les extrémités des os sont d'autre part réunies et rattachées par un manchon de tissu fibreux (*capsule articulaire*), qui est la continuation du périoste et qui entoure et embrasse les extrémités osseuses en limitant la cavité articulaire. La surface interne de la capsule sécrète une humeur onctueuse (*synovie*). Le rôle de la synovie est comparable à celui du cambouis.

Une articulation comprend ainsi: 1° la surface de deux os en présence, revêtue chacune de cartilage; 2° une cavité intermédiaire ou *articulaire*; 3° un manchon fibreux périphérique ou *capsule articulaire*, qui s'oppose aux déplacements trop étendus.

Les articulations sont dites *mobiles*, quand les os en présence peuvent se mouvoir et se déplacer dans divers sens l'un par rapport à l'autre: telles sont les articulations de l'épaule, du coude, de la hanche, etc.

En certaines régions, les os restent réunis par un disque fibreux qui adhère à la surface de chacun d'eux, comme on le voit entre les corps des vertèbres. Ce sont des *articulations demi-mobiles*. Les corps de deux vertèbres qui se suivent n'exécutent que des

mouvements d'oscillation très faibles; mais ceux-ci, en se surajoutant, permettent à la colonne vertébrale des mouvements de totalité assez étendus sur les côtés ventral, dorsal ou latéral.

C'est là un exemple d'*articulation demi-mobile* (fig. 15, 21, p. 19).

Enfin, les bords des os, tels que ceux du crâne, sont juxtaposés ou engrenés par de fines dentelures; alors les os sont immobiles l'un vis-à-vis de l'autre. Cette sorte d'union des os porte le nom de *suture* (fig. 139, 13, 14, 15, 16, p. 166).

En résumé, il y a trois groupes d'articulations : 1° les *sutures*, ou *articulations immobiles*; 2° les *amphiarthroses*, ou *articulations demi-mobiles* caractérisées par la présence de disques fibreux et l'absence de synoviale (exemple : articulations intervertébrales); 3° les *articulations mobiles*, ou *diarthroses*.

Selon le mode de configuration des surfaces articulaires, les mouvements sont plus ou moins étendus. Ils sont possibles en tous sens, quand il y a une tête articulaire d'un côté et une cavité de l'autre. Exemples : articulations coxo-fémorale (hanche) et scapulo-humérale (épaule). Les articulations du coude et du genou ne permettent, au contraire, que les mouvements de flexion et d'extension. Par contre, les apophyses articulaires des vertèbres ne jouissent que du mouvement de *glissement*.

Articulation coxo-fémorale. — Nous décrirons comme type d'articulation mobile l'articulation coxo-fémorale. Nous avons signalé (fig. 144, p. 172), la cavité de l'os coxal qui reçoit la tête du fémur. Cette cavité, dite *cotyloïde* (*cotylé*, écuelle, fig. 152), est recouverte de cartilage, sauf dans son arrière-fond, où se trouve logée une masse de graisse. De plus, on voit partir, de cet arrière-fond et surtout de sa partie inférieure, un faisceau fibreux, ou *ligament rond* (2), qui s'attache, d'autre part, sur une dépression de la tête du fémur. La tête du fémur (3) est recouverte de cartilage sauf dans la fossette où s'attache le ligament rond. Elle est supportée en dehors par une portion osseuse plus mince à trajet oblique en bas et en dehors, ayant la forme d'un cylindre aplati, de diamètre moindre que celui de la tête. Cette partie rétrécie est appelée *col* du fémur.

La capsule articulaire dont les extrémités sont coupées sur la figure 152 est un véritable manchon fibreux (fig 153) qui s'insère d'une part, en haut sur l'os coxal, sur tout le pourtour de la cavité cotyloïde, et qui de l'autre, s'attache en bas à la base du col

du fémur et principalement sur une ligne rugueuse qui relie en

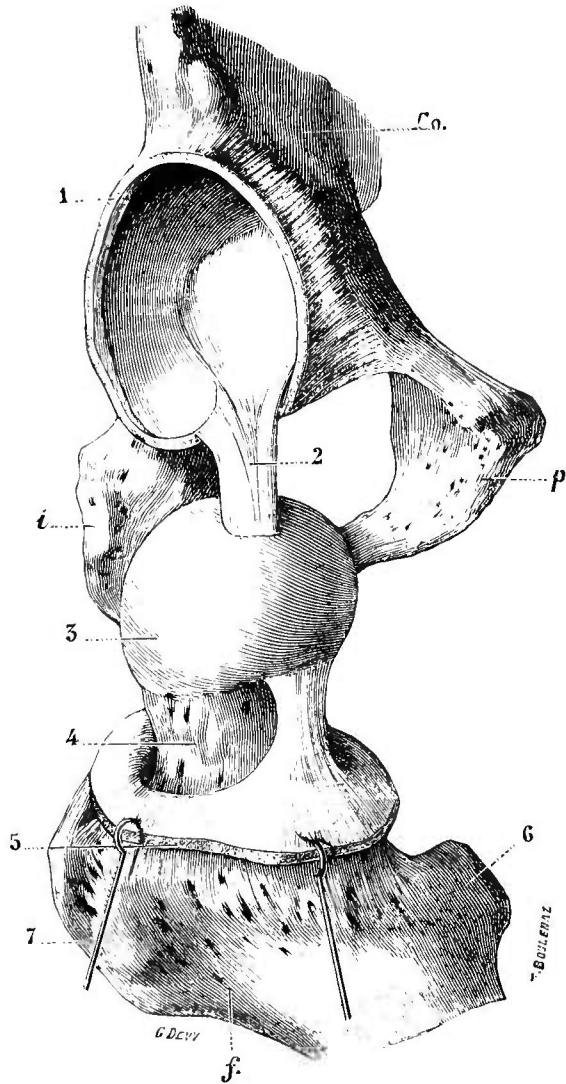


Fig. 152. — Articulation coxo-fémorale ouverte et tête du fémur sortie de la cavité cotyloïde (côté droit).

Co, coxal; p, pubis; i, ischion; f, fémur; 1, extrémité supérieure de la capsule articulaire avec son insertion sur le rebord de la cavité cotyloïde; 2, ligament rond; 3, tête du fémur; 4, son col; 5, partie inférieure (retournée en partie) de la capsule articulaire au point où elle s'attache, sur la ligne inter-trochanterienne; 6, petit trochanter; 7, grand trochanter.

avant les deux saillies osseuses, appelées *petit trochanter* (6) et *grand trochanter* (7).

La capsule articulaire est renforcée sur certains points par des bandes plus épaisses, parmi lesquelles nous signalerons deux faisceaux disposés en forme de V (renversé); ces faisceaux signalés par Bertin, médecin français du dix-huitième siècle, portent le nom de *ligament de Bertin*; ils s'insèrent en haut sur la partie la

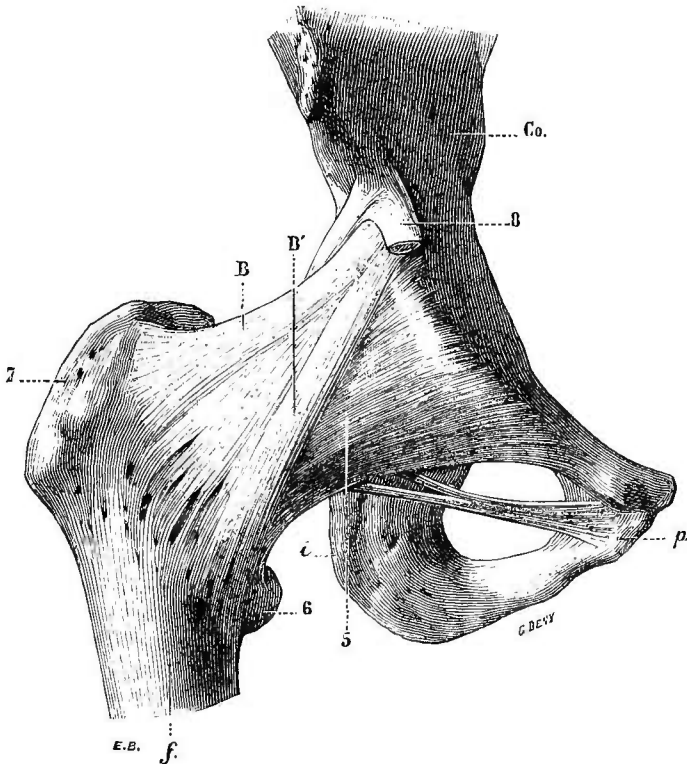


Fig. 153. — Articulation coxo-fémorale droite vue par sa face antérieure

Co, coxal; p, pubis; i, ischion; f, fémur; 5, capsule articulaire avec un épaississement fibreux (B) ou ligament de Bertin, s'attachant en haut sur une saillie osseuse du coxal et se bifurquant en bas pour s'insérer aux deux extrémités d'une ligne reliant (6) le petit trochanter au (7) grand trochanter; 8, tendon sectionné du muscle droit antérieur de la cuisse.

plus élevée du pourtour cotyloïdien et en bas aux deux extrémités de la ligne inter-trochantérienne (entre 6 et 7). Le ligament de Bertin bride en avant le fémur et l'empêche de se fléchir en arrière sur l'os coxal.

La forme des surfaces articulaires et la disposition de la capsule, dans l'articulation de la hanche, rendent possibles tous les

mouvements, sauf la flexion en arrière : nous pouvons *plier* la cuisse sur l'abdomen; nous pouvons *l'étendre*, c'est-à-dire la mettre dans l'axe prolongé du bassin; nous pouvons la porter en dedans (*adduction*), et en dehors (*abduction*) et la faire passer par les positions intermédiaires (*circumduction et rotation*).

Rôle de la pression atmosphérique dans les mouvements. — Dans le corps tout entier, les surfaces articulaires sont maintenues au contact, non seulement par la capsule et les muscles qui l'entourent, mais encore par la pression atmosphérique. L'articulation de la hanche ou coxo-fémorale est celle qui, par la configuration de ses parties, se prête le mieux à la démonstration de ce fait. Les frères Weber l'ont prouvé, dès 1856, par plusieurs expériences remarquables. Ces deux médecins, ayant sectionné toutes les parties molles qui entourent l'articulation et laissé la capsule articulaire intacte, placèrent l'articulation coxo-fémorale sous le récipient d'une machine pneumatique : ils firent le vide, et virent la tête du fémur s'abaisser et sortir en partie de la cavité cotyloïde.

La pression atmosphérique maintient ainsi la tête du fémur appliquée dans la cavité cotyloïde. Les frères Weber en ont donné une autre démonstration : le tronc d'un sujet est placé sur une table, de telle sorte que les membres inférieurs soient pendants. On coupe circulairement toutes les parties molles de la cuisse, la capsule coxo-fémorale y comprise. Dans ces conditions, le membre inférieur ne tombe pas et la tête du fémur reste logée dans la cavité cotyloïde. Pour la faire sortir, il suffit de faire un petit trou au fond de la cavité articulaire : l'air pénètre par cet orifice, la tête se détache et n'adhère plus à la cavité.

Si, ayant replacé ensuite la tête dans sa cavité, on lui fait exécuter quelques mouvements pour chasser l'air et si l'on bouche le trou avec le doigt ou un morceau de cire, la tête reste de nouveau logée dans le cotyle.

Ces faits prouvent combien la pression atmosphérique facilite les mouvements en diminuant le poids des membres.

Squelette dans la série animale

I. Protozoaires. — Parmi les *Protozoaires*, les *Amibes* ont un protoplasma mou; les *Rhizopodes* se secrètent une carapace exté-

rière et les *Radiolaires* un squelette intérieur formé de bâtonnets ou spicules soit calcaires, soit siliceux (fig. 154 et 155).

II. Spongiaires et Cœlentérés. — Sauf quelques éponges gélatineuses, les *Spongiaires* ont le corps incrusté de fibres cornées ou d'aiguilles (spicules) également calcaires ou siliceuses (fig. 156).

Les *Cœlentérés* ont, en fait de charpente, les uns (Hydrozoaires)

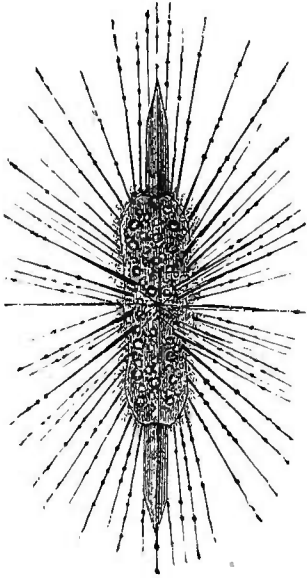


Fig. 154. — Radiolaire.

Avec des pseudopodes radiaires et une grosse aiguille siliceuse qui traverse le corps selon son grand axe.

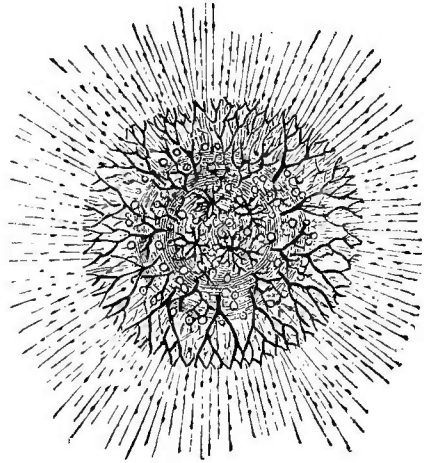


Fig. 155. — Autre radiolaire.

Avec des pseudopodes radiaires et le squelette figuré par des traits foncés et ramifiés.

une simple substance amorphe, les autres (*Anthozoaires*) des fibres cornées ou des spicules calcaires (corail), constituant le squelette connu sous le nom de *polypiers* (fig. 157 et 158).

III. Échinodermes. — Les *Échinodermes* ont une peau dure dont la partie profonde est incrustée de pièces calcaires (*test*) et munie de piquants (fig. 52 et 159).

IV. Vers et Articulés. — Les Vers possèdent une enveloppe résistante formant une cuticule qui sert aux insertions des muscles sous-jacents. Les *Bryozoaires* présentent même une coque cornée ou parcheminée (fig. 119 et 120); chez les *Brachiopodes*, la cuticule a la forme de deux valves encroûtées de sels calcaires.

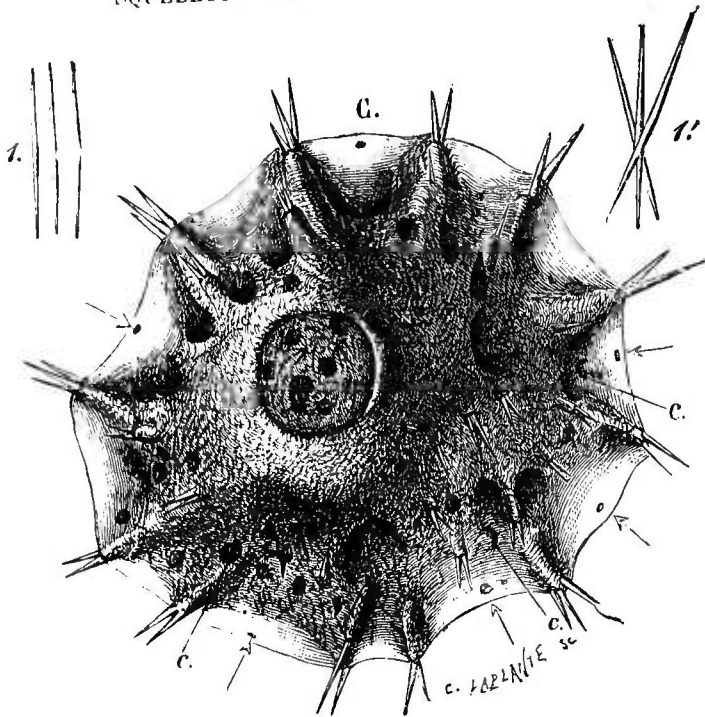


Fig. 156. — C, jeune Spongille d'eau douce. 1, 1', les spicules.

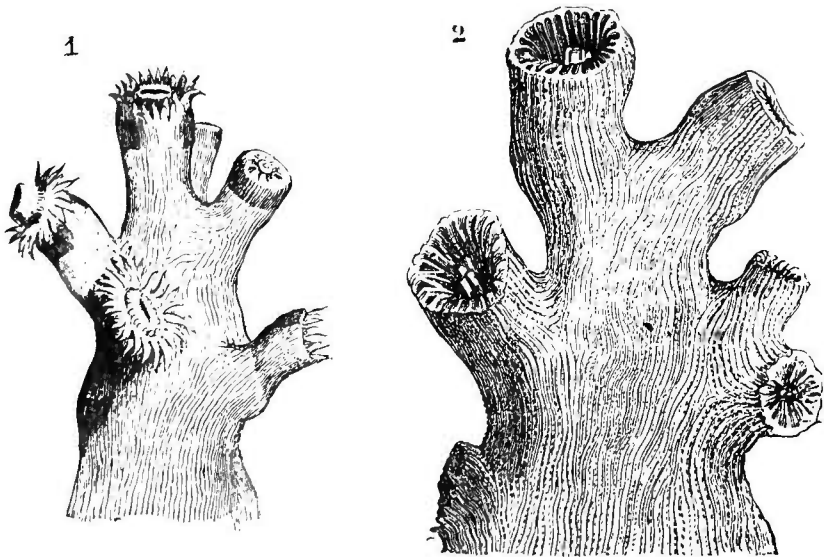


Fig. 157. — Coralliaire (dendrophylle).

1, rameau pourvu de ses polypes; 2, polypier dont les animaux ont disparu.

L'enveloppe chitineuse des **Articulés** est épaisse et solide au niveau des anneaux; souvent elle constitue une carapace résistante et dure (fig. 335 et suivantes).

V. Mollusques. — Le squelette existe chez la plupart des Mollusques sauf certaines espèces marines; il affecte diverses formes : tantôt c'est une lamelle calcaire intérieure (os de seiche) (fig. 160); tantôt c'est une coquille plate ou enroulée (Gastéropodes); tantôt ce sont deux valves pouvant s'entre-bâiller ou se fermer hermétiquement (moules). Notons l'existence, chez les

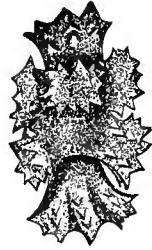


Fig. 158. — Spicule de Corail très grossi.

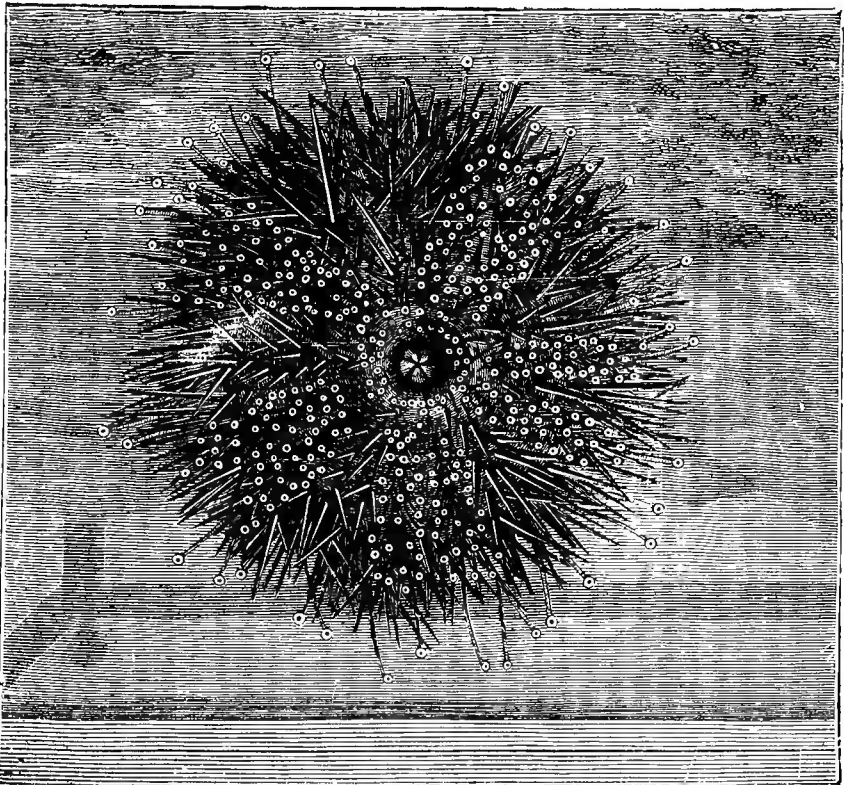


Fig. 159. — Oursin rampant sur les parois d'un aquarium, avec ses ambulacres épanouis au milieu des piquants.

Céphalopodes, d'une capsule cartilagineuse qui renferme une partie des centres nerveux et des organes des sens.

En résumé, les éléments de soutien des Invertébrés se trouvent dans toutes les parties du corps chez certains *Protozoaires* (*Spongiaires* et *Cœlentérés*) ou restent limités à sa surface (*Vers*, *Articulés*, *Mollusques*) ou encore protègent une partie des centres nerveux (*Céphalopodes*).

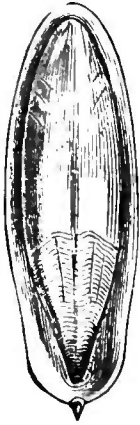


Fig. 160. — Os de Seiche (la coquille), vu en dessous.

VI. Vertébrés. — L'amphioxus n'a qu'une tige rigide étendue sur la face ventrale de la moelle épinière; on l'appelle *corde dorsale* (voir p. 442). Les autres Vertébrés *adultes* ont un squelette intérieur dont la partie médiane est constituée, comme chez l'homme, de vertèbres. Celles-ci restent parfois cartilagineuses, mais le plus souvent elles s'ossifient.

a. Poissons. — Chez quelques Poissons (lamproie, myxine), le squelette est représenté uniquement par la colonne vertébrale et le crâne cartilagineux. Chez les autres, il s'y ajoute des nageoires

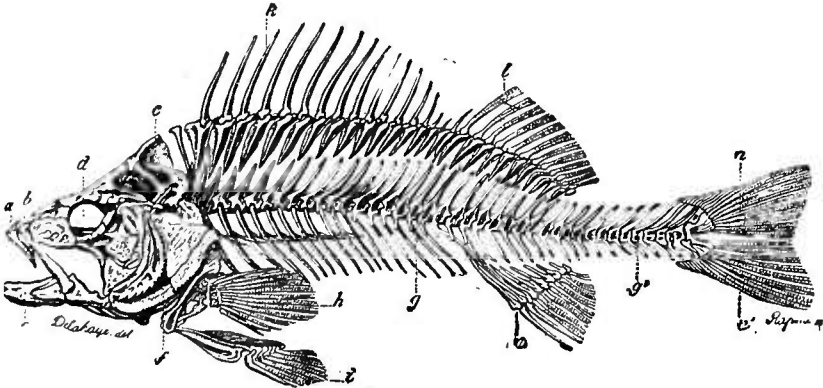


Fig. 161. — Squelette de la perche fluviatile.

a, os situé entre les maxillaires supérieurs (*b*), de là son nom d'inter-maxillaire (*a'*); *c*, maxillaire inférieur; *d*, orbite; *e*, os de la région occipitale; *f*, appareil osseux, appelé opercule, qui couvre et protège les branchies; *gg'*, colonne vertébrale avec ses apophyses ou épines dorsales et ventrales; *h*, nageoire dorsale postérieure; *m*, rayons de la nageoire anale; *nn'*, les deux groupes de rayons qui constituent la nageoire caudale.

paires (membres) et des nageoires impaires : la raie et le requin n'ont jamais qu'un squelette cartilagineux; la plupart

des autres Poissons possèdent, au contraire, un squelette osseux (fig. 161).

La peau des Poissons présente en outre, sauf la lamproie et quelques types inférieurs, des productions osseuses appelées *écailles*. Celles-ci résultent de l'ossification des papilles du derme

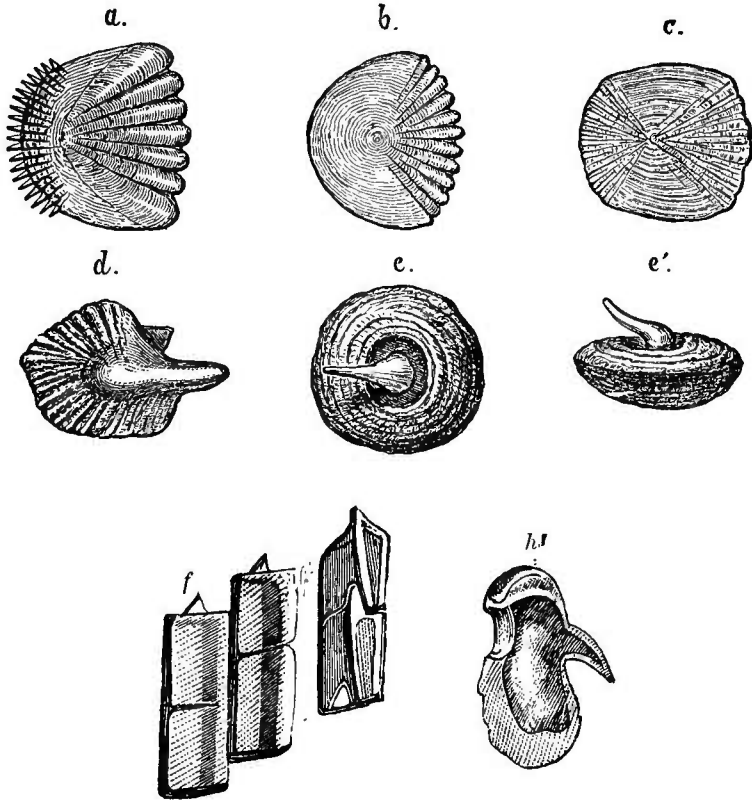


Fig. 162. — Écailles des Poissons.

a, écaille festonnée ou *cténoïde* de la *Perche*; *b*, écaille circulaire ou *cycloïde* du *Cyprinodon*; *c*, écaille *cycloïde* de la *Carpe*; *d*, écaille émaillée ou *ganoïde* du *Lépidostée*; *e e'*, écaille en boucle ou *placoïde* de la *raie*; *h*, autre forme d'écaille *ganoïde*; *f*, écaille de forme rhomboïdale.

et fort souvent elles sont recouvertes d'une couche d'émail semblable à celui des dents. La forme des écailles varie. elles sont le plus souvent rhomboïdales (fig. 162, *f*); celles de la perche et des poissons voisins, celles des poissons plats, sont des lames dont le bord libre est dentelé (fig. 162, *a*): on les appelle écailles *cténoïdes* (*ctéis*; *cténos*, peigne; *éidos*, qui ressemble). La carpe, le brochet,

la truite, la morne, le merlan, l'anguille ont des écailles à contour circulaire, lisse; ce sont les écailles *cycloïdes* (*cyclos*, cercle) (*b*, *c*). Les esturgeons, les lépidostées, les polyptères et les silures ont des écailles formées d'une substance osseuse recouverte d'émail, écailles *ganoïdes* (*ganos*, brillant) (*d* et *h*). Le requin, la raie ont leur peau parsemée de petits nodules osseux surmontés d'un piquant; par places, ce sont de vraies plaques osseuses ou écailles *placoïdes*; telles sont les boucles de la raie (*eé*).

b. Les **Batraciens** n'ont qu'un squelette interne.

c. **Reptiles.** Les **Reptiles** ont un squelette osseux; les mem-

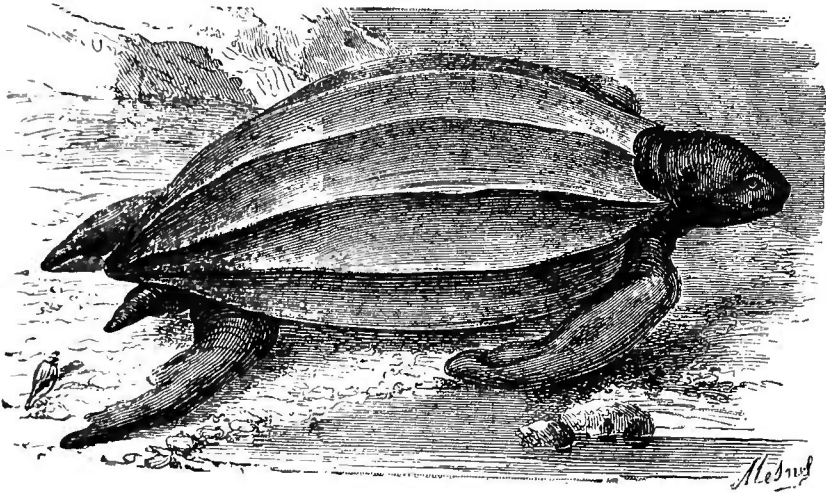


Fig. 165. — Tortue luth.

bres font défaut chez les serpents. Les tortues (fig. 165) sont, de plus, pourvues de larges plaques osseuses qui résultent de l'ossification du derme et constituent, en se soudant, la *carapace*, du côté dorsal, et le *plastron*, du côté ventral. Les crocodiles ont également des plaques osseuses dans leur peau.

d. **Oiseaux.** — Les **Oiseaux** ont une colonne vertébrale rigide, sauf dans la région du cou et de la queue (fig. 164). Leur sternum est uni de chaque côté par une double tige osseuse à l'omoplate et présente en général une crête médiane saillante (*brechet*) qui a la forme d'une carène de navire chez les oiseaux bons voiliers; d'où leur nom de *Carinates* (*carina*, carène). Les oiseaux coureurs, tels que l'Australie et le Casoar, possèdent un

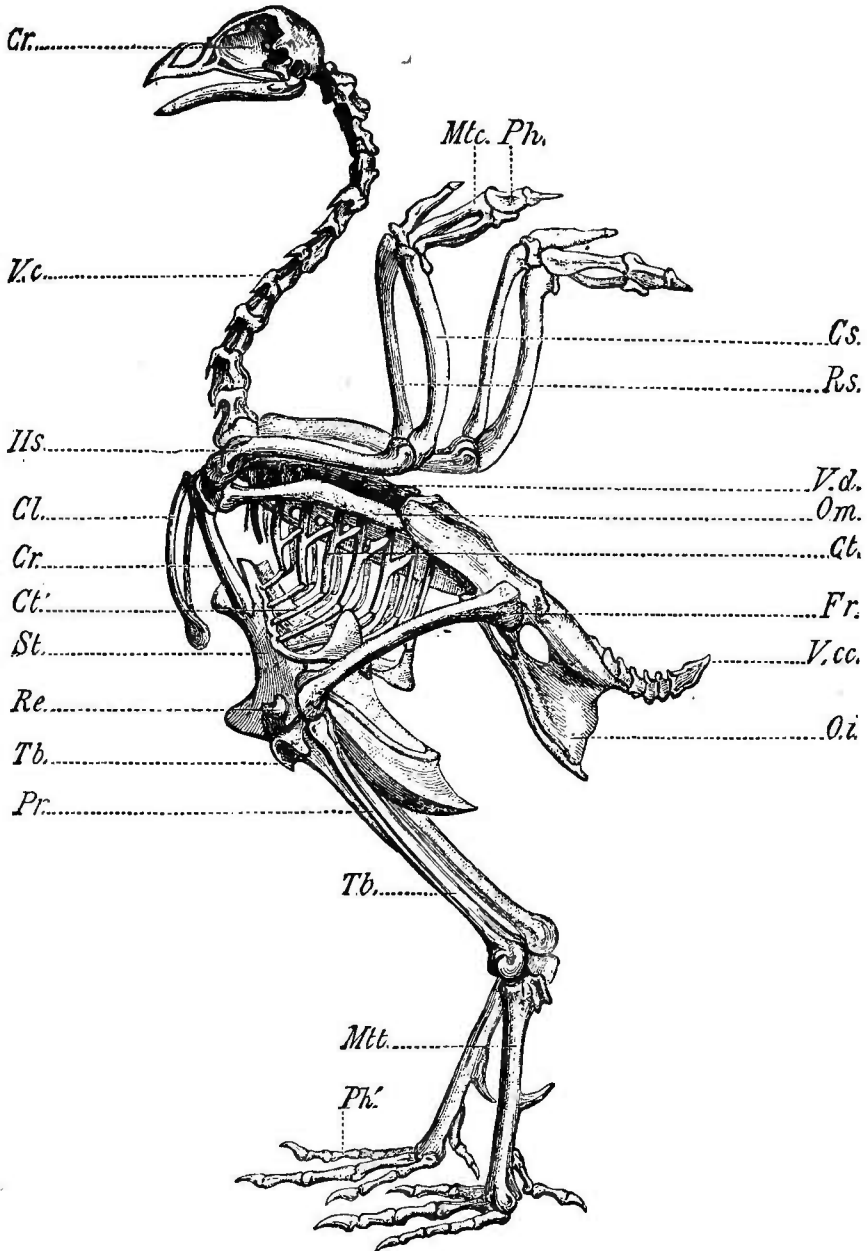
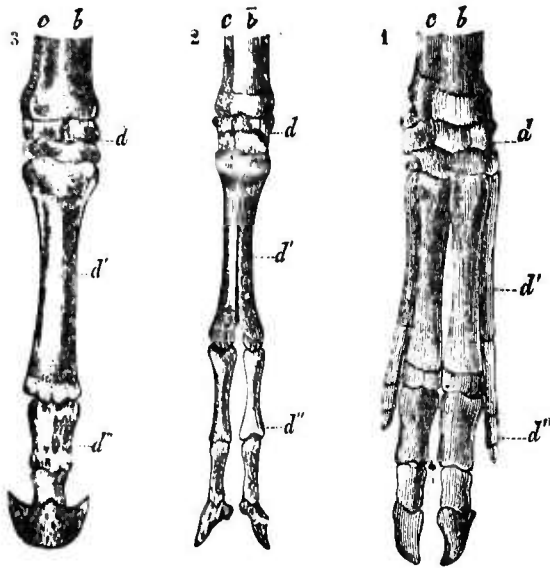


Fig. 161. — Squelette de coq.

Cr, crâne; *Vc*, vertèbres du cou; *Hs*, humérus; *Cl*, clavicules soudées constituant la fourchette; *Cr*, Coracoïde; *Om*, omoplate; *Rs*, radius; *Cs*, cubitus; *Mtc*, métacarpiens; *Ph*, phalanges des doigts; *Ct*, *Ct'*, côtes; *St*, sternum; *Oi*, coxal; *Vcc*, coccyx; *Fr*, Fémur; *Re*, rotule; *Tb*, tibia; *Pr*, péroné rudimentaire; *Mtt*, métatarsiens soudés entre eux pour former le tarse; *Ph'*, phalanges.



1, Porc.

2, Chèvre (les deux doigts latéraux et incomplets ne sont pas figurés).

3, Cheval.

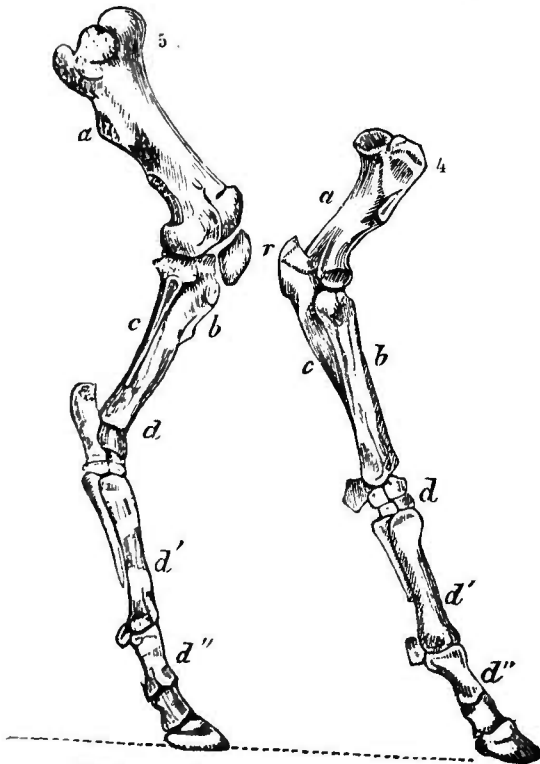
b, c, os de l'avant-bras (soudés);

d, carpe;

d', métacarpiens soudés en 2 et 3, de manière à constituer un canon;

d'', doigts.

Fig. 165. — Pieds thoraciques d'Ongulés.



a, humérus et fémur; *r*, rotule et olécrâne;

b, radius et tibia;

c, cubitus et péroné rudimentaire;

d, carpe et tarse;

d', métacarpien et métatarsien uniques avec les styloids latéraux;

d'', unique doigt avec les 3 phalanges.

Fig. 166. — Membres du Cheval (4, thoracique; 5, abdominal).

sternum à peine bombé; d'où leur nom de *Ratites* (*ratis*, bateau plat).

Le membre thoracique est terminé par un moignon, composé de trois doigts rudimentaires et soutient la peau, qui produit les longues plumes ou pennes de l'aile.

Le membre abdominal se termine par les orteils au nombre de quatre, chez la plupart des Oiseaux; de trois, chez le nandou et le casoar; de deux, chez l'autruche.

Le squelette des oiseaux se caractérise par sa solidité et la tendance à se remplir d'une partie de l'air amené par la respiration : il devient *pneumatique* (*pneumaticos*, relatif à l'air), surtout chez ceux qui volent bien (voir p. 140).

Mammifères. — Le squelette des **Mammifères** reproduit dans son ensemble celui de l'homme. La colonne vertébrale se distingue, sauf chez les singes anthropoïdes, par le développement des dernières vertèbres (queue).

Tous les Mammifères ont deux paires de membres, sauf les Cétacés, qui ne présentent que des membres thoraciques. Selon le milieu et l'usage qu'ils font de leurs membres, les Mammifères sont pourvus d'un nombre de doigts variable. Chez les uns, les doigts sont armés d'*ongles* ou de *griffes* (voir p. 515); c'est ainsi qu'on trouve *cinq* doigts avec pouce opposable (homme), avec pouce et gros orteil opposables (singes); *quatre* doigts, avec pouce rudimentaire (Carnivores, Rongeurs). Chez d'autres, le bout des doigts est entouré d'un sabot : il y en a *cinq* chez l'éléphant; *quatre*, chez le porc; *deux* complets et deux rudimentaires (la plupart des Ruminants); *un seul* doigt (cheval, âne) (fig. 165 et 166).

D'autres tels que les Cétacés n'ont pas de doigts libres; leur membre thoracique ou aileron est terminé par une rame nataire. Les chauves-souris ont les *quatre* doigts externes des membres thoraciques très allongés et réunis par une membrane (aile).

Chez certains Mammifères (tatou), une cuirasse osseuse se développe dans la peau, comme chez les tortues; chez d'autres (pangolin), il se forme un revêtement corné (fig. 557 et 558, p. 451).

CHAPITRE II

MUSCLES DE L'HOMME

§ 1. — Organes actifs du mouvement.

Nous avons vu (p. 77) que la matière vivante, le protoplasma du globule blanc, par exemple, est le siège de mouvements amiboïdes. Partout où le protoplasma reste demi-fluide (leucocytes, protozoaires), il est capable de pousser des prolongements ou *pseudopodes* sur divers points de sa masse. En faisant confluer le protoplasma tantôt vers un point, tantôt vers un autre, le petit être peut se mouvoir et se déplacer dans divers sens.

Mais, dès que le protoplasma d'une cellule a pris la forme et la structure de *fibre musculaire lisse ou striée* (Voir p. 12), il ne peut plus que raccourcir sa dimension longitudinale en augmentant ses deux autres dimensions. D'où il résulte que les *fibres musculaires* ne produisent du mouvement que dans un sens, toujours le même, c'est-à-dire selon leur grand axe

Cette spécialisation a un double avantage : *le mouvement devient plus énergique et se fait plus vite*. A ce dernier point de vue, les *muscles lisses* se contractent encore plus lentement que les *fibres striées*; aussi sont-ils habituellement désignés sous le nom de *muscles à contraction lente*.

Nous avons étudié (p. 17) la tunique musculaire de l'appareil digestif; elle est constituée sur l'estomac et l'intestin par plusieurs couches de fibres pâles; ce sont les muscles à contraction *lente*. Cependant nous avons rencontré également des muscles à contraction *rapide et brusque* : tels sont les muscles de la mastication, de la déglutition, le muscle cardiaque. Les muscles qui servent à la locomotion appartiennent à ce dernier ordre. Ils forment des masses volumineuses constituant la *chair musculaire* ou *viande de boucherie*. Ils sont divisés en parties distinctes ou *muscles* proprement dits par des lames conjonctives qui leur assurent une certaine indépendance.

Le nombre des os est d'environ 200 et celui des muscles est deux fois et demie plus fort. Comme les os, les muscles se distinguent, d'après leurs dimensions, en *longs*, *larges* et *courts*.

Muscles au repos et à l'état d'activité.

— A la partie antérieure du bras se trouve un muscle dont le nom est universellement connu : c'est le *biceps*. Il est composé, comme les autres muscles, de deux parties d'aspect complètement distinct : l'une rouge, molle, *charnue* (fig. 167, A), muscle proprement dit; et l'autre, blanchâtre, ferme, le *tendon* (B,B, et C). La partie charnue du biceps est allongée, et fusiforme; elle se continue en haut et en bas par le tissu tendineux. En haut, le biceps se bifurque et chaque bout ou *chef* BB se continue par un tendon allant s'attacher séparément sur un point différent de l'omoplate. En bas le tendon unique C, qui termine le biceps, s'insère à une saillie de l'extrémité supérieure du radius (fig. 168). Les tendons sont formés de fibres conjonctives parallèles.

Tel est le biceps à l'état de repos. Sous l'influence de la volonté, nous pouvons changer la forme de la portion musculaire du biceps. Alors nous la voyons devenir plus courte, plus épaisse, comme globuleuse. En se raccourcissant, le biceps gagne, en épaisseur et en largeur, ce qu'il a perdu en longueur¹. C'est là le muscle à l'état d'activité; le raccourcissement est le caractère essentiel de la contraction musculaire. Les tendons, par contre, ne changent ni

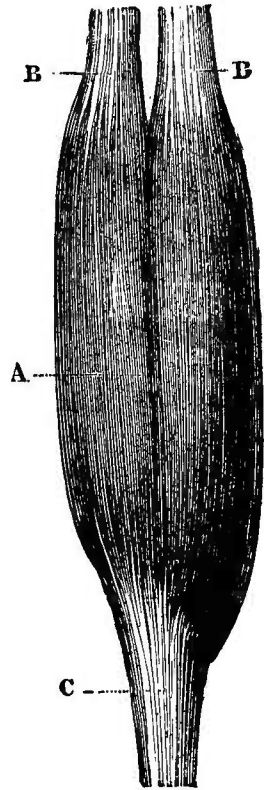


Fig. 167. — Biceps.

A, partie charnue du muscle; BB, les deux chefs supérieurs; C, le tendon inférieur.

1. Les Anciens, qui étaient d'excellents observateurs, avaient été frappés, lorsqu'ils voyaient exécuter un mouvement, du changement de forme des chairs se propageant et semblant courir sous la peau. Comparant ce déplacement des chairs sous la peau aux mouvements d'un rat, les Latins se servaient du diminutif *musculus* (petit rat) pour désigner indistinctement le muscle et la souris. De même en français, comme le remarque Littré, on donne le nom de *souris* aux muscles avoisinant l'os dans le gigot de mouton.

Les Latins désignaient aussi sous le nom de *lacertus* (lézard) le muscle biceps du bras, qui a la forme allongée et les mouvements rapides du lézard.

de longueur, ni de largeur, ni d'épaisseur. Ils constituent des cordes inextensibles et leur forme demeure invariable. Aussi voyons-nous, à la suite de la contraction du biceps, l'omoplate étant fixe, le radius et le cubitus de l'avant-bras se mouvoir sur l'humérus et la face antérieure de l'avant-bras se rapprocher de celle du bras en formant un angle de plus en plus aigu. Le résultat

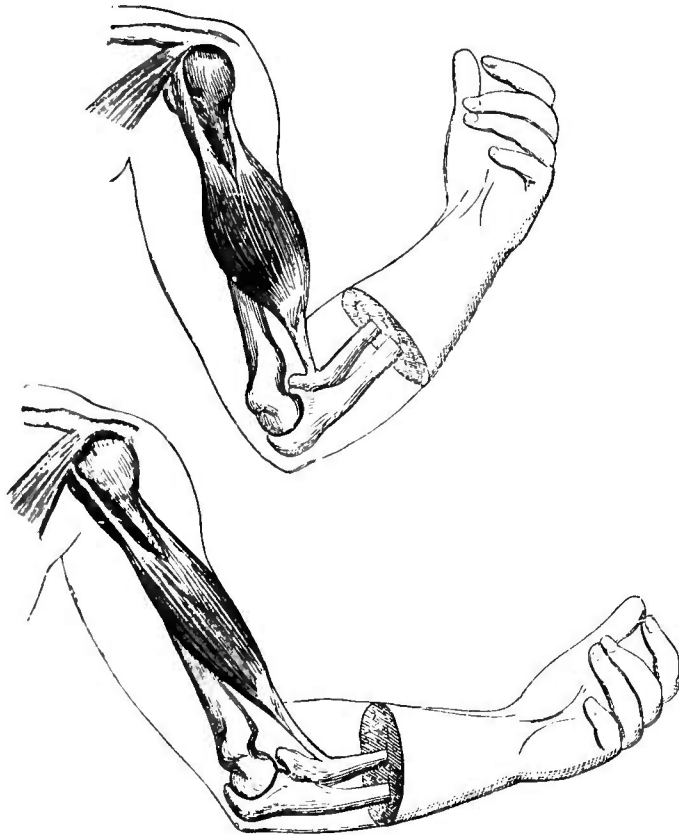


Fig. 168. — Biceps à l'état de repos (figure inférieure); à l'état de contraction (figure supérieure).

de la contraction du biceps est la flexion de l'avant-bras sur le bras. Dès que la contraction cesse, le muscle reprend de lui-même sa forme primitive; il revient à l'état de repos.

Les muscles sont donc *contractiles et élastiques*.

Les muscles sont les agents actifs du mouvement. — En répétant cette expérience, chacun peut constater sur lui-même

à volonté la forme globuleuse et la consistance plus grande du biceps pendant la contraction, en même temps qu'il peut s'assurer, dans le pli du coude, de la tension notable que subit le tendon terminal, sous l'influence de la contraction du muscle.

En résumé, en se raccourcissant, le muscle change de forme et s'épaissit. Tous les muscles du squelette se comportent comme le biceps. Si l'un des bouts du muscle est fixé, l'autre bout entraîne le segment du squelette auquel il est attaché : il soutient, soulève ou abaisse une partie du corps ou les charges qu'elle supporte.

Structure du muscle. — La portion fondamentale de la substance musculaire est formée de faisceaux rouges, parallèles les uns aux autres. En isolant, à l'aide d'aiguilles, les filaments d'un faisceau, on voit que chacun se compose de fibres longues de plusieurs centimètres et si minces (leur diamètre varie de 1 centième à 1 dixième de millimètre) qu'elles sont à peine visibles à l'œil nu.

En les examinant au microscope (fig. 169,

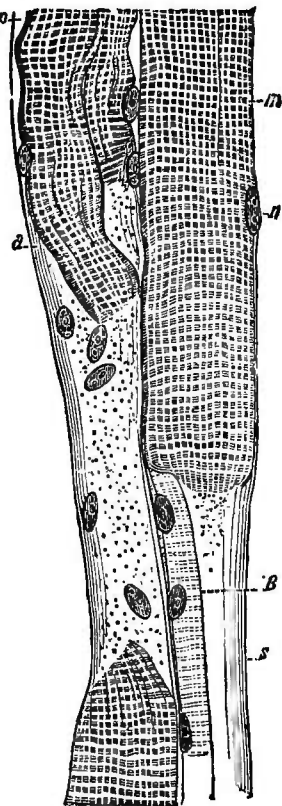


Fig. 169. — Deux fibres musculaires montrant la substance striée (*m*) et l'enveloppe (*s*), visible parce qu'on a fait, à ce niveau, écouler la substance musculaire par compression.

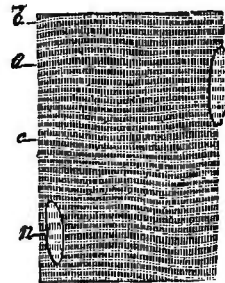


Fig. 170. — Fibre musculaire où l'on voit les disques sombres et les disques clairs former des bandes alternativement sombres et claires; *n*, noyau.

170 et 171), on voit qu'elles présentent une striation transversale qui est caractéristique et qui leur a valu le nom de *fibres striées*. Chaque fibre est entourée d'un manchon hyalin, élastique (*s*), le *sarcolemme* (*sarx*, chair; *lemma*, pelure). De distance en distance, on aperçoit, en outre, un *noyau* (*n*), entouré d'un peu de protoplasma, reste de la cellule formatrice (voir p. 12).

On peut, au moyen d'aiguilles, décomposer chaque fibre musculaire en une quantité de fibrilles d'une finesse extrême, visibles seulement aux forts grossissements. Ces fibrilles, en se juxtaposant, déterminent une légère striation en long. Au microscope, chaque fibrille (fig. 171), quoique continue, laisse reconnaître deux substances, qui se présentent sous la forme de disques superposés. Ces disques sont alternativement *sombres* (*a*) et *clairs* (*c*). Ajoutons



Fig. 171. — Deux fibrilles musculaires à l'état de repos. *a*, disque *sombre*; *b*, strie *sombre* occupant le milieu du disque *clair*.

que le disque clair est divisé en deux par une fine bandelette plus foncée : c'est la *strie sombre* (*b*). Dans une fibre musculaire, les disques sombres des fibrilles juxtaposées sont situés tous au même niveau; les disques clairs se correspondent également. De cette disposition résulte l'aspect caractéristique (fig. 169 et suivantes) qui fait reconnaître immédiatement et sûrement le muscle strié.

Myographes. — Au moyen de certains appareils, on est parvenu à enregistrer et à faire inscrire par le muscle lui-même sa propre contraction. Il écrit lui-même le tracé, qui reste comme la photographie des mouvements qu'il a exécutés. Ces instruments portent le nom de *myographes* (*mys*, muscle; *graphéin*, écrire) (fig. 172).

Le principe en est bien simple : Un levier *L* est fixé sur une plaque métallique; il peut se mouvoir dans un plan horizontal. Le muscle (ou la grenouille tout entière) est attaché sur une plaque de liège (*C*) et le tout se met sur un chemin de fer (*B*) devant un cylindre recouvert de noir de fumée. Le cylindre enregistreur (*A*) est animé d'un mouvement tournant.

On abolit les mouvements volontaires de la grenouille en sectionnant la moelle et on relie le tendon d'Achille au levier au moyen d'un fil. La pointe écrivante du levier trace, tant que les muscles du mollet sont au repos, une ligne qui représente une hélice continue; dès qu'une excitation passe sur les muscles, ils se raccourcissent, attirent le levier, dont la pointe oscille et inscrit une courbe qui est l'image du raccourcissement.

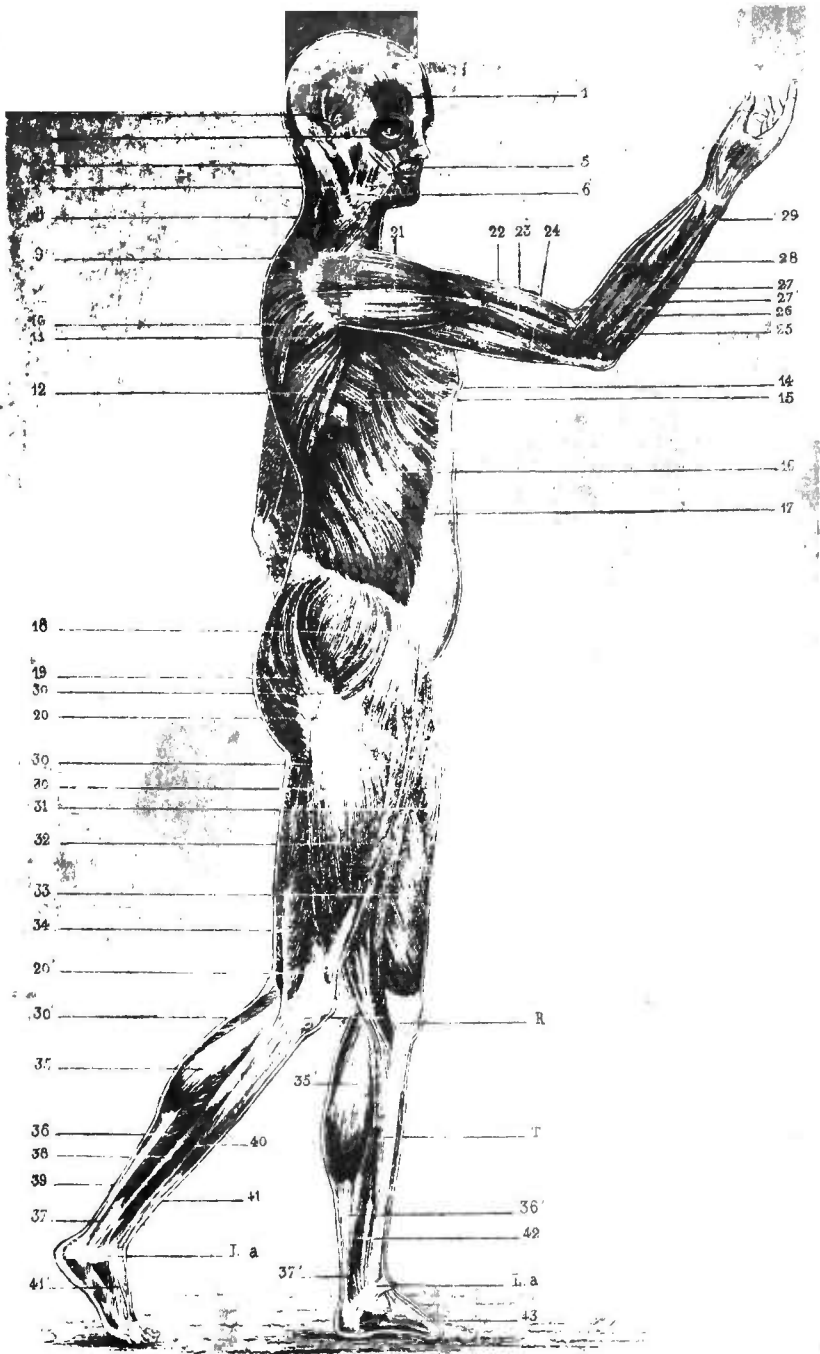
En analysant la courbe qu'on obtient après une seule excitation

Muscles superficiels du corps.

1° **Muscles de la tête et du tronc.** — 1, muscle *frontal*, plissant la peau du front en travers; c'est le *muscle de l'attention*; — 2, *auriculaire*, à l'état de rudiment, de l'homme; — 3, *orbiculaire palpébral*, disposé en anneau autour de l'orifice des paupières; il produit, en se contractant, la fermeture de cet orifice; — 4, *masséter*, l'un des muscles de la mastication; — 5, *orbiculaire des lèvres*, dans l'épaisseur desquelles il est situé et qu'il rapproche en se contractant; de sorte que la bouche est fermée; — 6, muscle compris dans la peau du cou ou *peaucier du cou*; — 7, *sterno-cléido-mastoïdien*, qui s'attache en bas au sternum, à la clavicle (*cléïs, cléidas*), et en haut à une saillie ou *mamelon (mastos)* du temporal. En se contractant avec celui du côté opposé, il fléchit la tête; si celui d'un côté se contracte seul, il incline et tourne la tête de son côté; — 8, *splenius*, muscle large et mince comme une compresse (*splenion*, compresse), occupant la partie dorsale du cou et du tronc; en se contractant avec celui du côté opposé, il renverse la tête en arrière; — 9, *trapèze*, muscle en forme de trapèze situé à la partie dorsale et supérieure du tronc; il agit soit sur le moignon de l'épaule, soit sur la tête; — 10, *rhomboïde*, muscle situé sous le trapèze et en forme de rhombe; il abaisse le moignon de l'épaule; — 11, *grand rond*, étendu de l'omoplate à l'humérus; il porte le bras en dedans et en arrière; — 12, *grand dorsal*, étendu du tronc à l'humérus; il agit en partie comme le précédent; — 13, *grand pectoral*, étendu de la partie antérieure et supérieure de la poitrine à l'humérus; il rapproche le bras du tronc et le porte en avant; — 14, *grand dentelé*, découpé en dents, s'attachant d'une part, par une série de faisceaux en forme de doigts, sur les côtes, et allant s'insérer d'autre part, à l'omoplate, qu'il fixe et à laquelle le muscle imprime divers mouvements; — 16, *grand oblique*, muscle large placé dans la paroi du ventre, s'attachant sur les côtes et sur le bord supérieur de l'os coxal; il se termine par une large aponévrose (17), qui se continue sur la ligne médiane avec celle du grand oblique de l'autre côté; — 18, *moyen fessier*; — 19, *grand fessier*; — 20, *tenseur de l'aponévrose* de la cuisse (coupé).

2° **Muscles du membre thoracique.** — 21, *deltôïde*, muscle ayant la forme de la lettre grecque Δ, étendu des os de l'épaule à l'humérus; il élève le bras et l'éloigne du tronc; 22, *biceps* du bras; il fléchit l'avant-bras sur le bras. — 23, *brachial antérieur*, étendu de l'humérus au cubitus; il fléchit aussi l'avant-bras sur le bras. — 24, *triceps brachial*, situé à la face dorsale du bras; en haut, il possède trois chefs, l'un l'attachant à l'omoplate et les deux autres à l'humérus; en bas, il s'insère à la saillie du coude; il étend l'avant-bras sur le bras. — 25, *cubital postérieur*, allant de l'humérus au cinquième métacarpien; il fléchit la main en arrière; — 26, *extenseur commun des doigts*; 27 et 27', premier et second *radial*, allant de l'humérus (bord radial) aux deuxième et troisième métacarpiens; ils fléchissent la main en arrière. — 28, *long supinateur*, étendu de l'humérus (bord radial) à l'extrémité inférieure du radius. Il fléchit l'avant-bras sur le bras; — 29, *long abducteur du pouce*. Il s'attache en haut à la face postérieure de l'avant-bras, et, en bas, au premier métacarpien; il écarte le pouce des autres doigts.

3° **Muscles du membre abdominal.** — 30, *contourier* du côté droit; 30', *contourier* du côté gauche. Il s'attache, en haut, à l'os coxal, descend le long de la cuisse en se dirigeant vers la partie interne de la jambe, où il s'attache au tibia. Il fléchit la jambe sur la cuisse et place la cuisse dans l'attitude du tailleur en train de condre. — 31, *droit antérieur de la cuisse*; — 32, *vaste externe* et *crural*; — 33, *vaste interne*. Ces quatre masses musculaires (31, 32 et 33), formant le quadriceps crural, dont la première part du coxal et les autres du fémur, se terminent en bas par un tendon commun qui s'attache au tibia. — 34, *Jumeaux externe* et *interne*; — 35, 35', *soléaire*; — 37, *tendon d'Achille*; — 38, *péronier latéral*; — 39, *péronier antérieur*; — 40, *jambier antérieur*; — 41, *extenseur commun des orteils*, avec ses tendons 41'; — 42, *fléchisseur commun des orteils*; — 43, *abducteur du gros orteil*. La, ligament annulaire du tarse: R, *rotule*: T, tibia.



MUSCLES SUPERFICIELS DU CORPS

brusque et courte, on voit qu'une contraction ou *secousse musculaire* se compose des temps suivants (fig. 173 A) : 1^o un temps très court *ab* où l'excitant n'a pas agi ; il lui faut, en effet, quelque temps pour agir sur le muscle : c'est la période d'*excitation latente* (*latent*, caché) ; 2^o puis la période de *raccourcissement* de la fibre musculaire, représentée par la ligne ascendante *bc* ; 3^o enfin le retour à sa première forme, figurée par la ligne descendante *cd*, revenant au niveau de la ligne *XX*. Si une deuxième excitation,

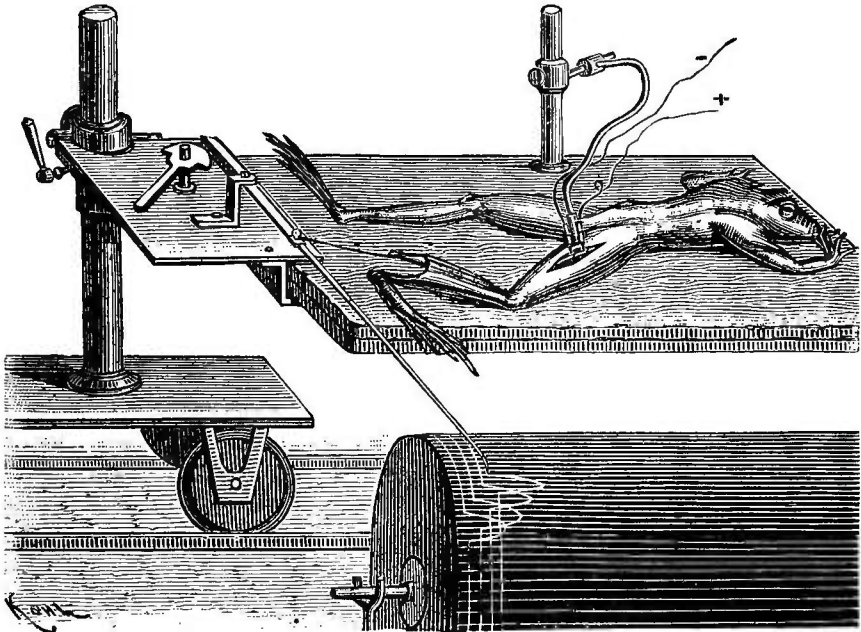


Fig. 172. — Myographe.

puis une troisième, et d'autres encore, succèdent à la première avant que le muscle soit revenu au repos, il se contracte une deuxième et une troisième fois avant de reprendre sa forme première. Le tracé indique alors une série d'ondulations telles que celles qu'on voit sur la figure 173, B. C'est là ce qu'on appelle le *tétanos physiologique* (*tétanos*, tendu). Ce tracé indique la forme de la contraction quand les secousses se fusionnent. Il faut 50 excitations par seconde pour produire le *tétanos physiologique*.

Le changement de forme, qui caractérise la contraction, est dû à des modifications moléculaires de la fibre musculaire.
— Lorsqu'on examine au microscope une fibre musculaire qui se

contracte, on constate, qu'au niveau du renflement les disques sombres sont moins hauts et plus larges. Quant aux *disques clairs*, ils semblent avoir disparu : non seulement ils ont diminué de hauteur, mais leur substance a pris les caractères de celle des disques sombres. Le changement de forme dans le muscle contracté est ainsi dû : 1° à la diminution de hauteur des disques sombres, 2° aux modifications moléculaires qui ont lieu dans les

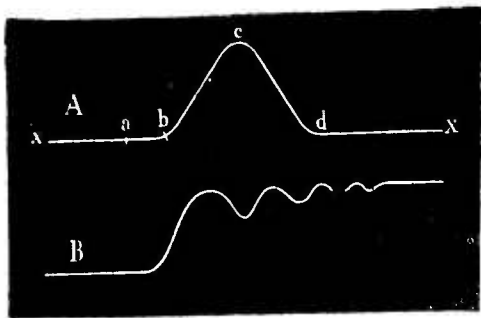


Fig. 175. — A. Graphique de la contraction musculaire. — B. Tracé du tétauos physiologique.

disques clairs. Ces changements rendent la fibre musculaire plus *élastique*, modification qui permet au muscle de soutenir, de soulever ou d'abaisser les segments du corps ou les charges qu'ils supportent.

Relations des nerfs avec les muscles. — Terminaisons des nerfs

dans les muscles. — La propriété de se contracter appartient à la substance musculaire elle-même; elle est appelée *irritabilité musculaire*. On peut produire des contractions en pinçant directement ou en frappant la fibre musculaire, ou bien en y faisant passer un courant électrique, etc.

Chez l'être vivant, c'est le système nerveux qui est l'excitant normal des muscles; la volonté, par exemple, détermine la contraction des muscles du squelette ou muscles de la vie animale. L'agent nerveux est transmis au muscle par l'intermédiaire de filets conducteurs qu'on appelle *nerfs* (Voir p. 225), qui vont se terminer à la surface de la fibre musculaire. En poursuivant un filet nerveux qui se rend aux muscles striés, on le voit se diviser en rameaux de plus en plus ténus qui se uettent en dernier lieu en rapport de contact avec la substance musculaire.

Dès 1840, le Français Doyère, en examinant par transparence des animaux inférieurs (*tardigrades*), constata qu'à l'endroit où la fibre nerveuse arrive sur le muscle, celui-ci présente une saillie, *colline* ou *éminence de Doyère*, où va se perdre le filet nerveux.

Plus tard le médecin français Rouget (1862) et le médecin alle-

mand Krause (1863) découvrirent des saillies semblables sur les muscles des Vertébrés et leur donnèrent le nom de *plaques motrices* (fig. 174). Celles-ci sont situées sous le sarcolemme, c'est-à-dire en contact intime avec la substance musculaire ; elles sont formées d'une substance granuleuse, résidu du protoplasma formateur de la fibre et présentant de nombreux noyaux. En arrivant près du muscle, le nerf se débarrasse de sa gaine de Schwann (Voir p. 250), qui se continue avec le sarcolemme et il perd en même temps sa gaine de myéline.

Il se réduit donc à son filament central ou cylindre-axe. Celui-ci représente un prolongement de Deiters, indivis depuis l'axe central jusqu'au muscle : en pénétrant dans l'*éminence de Doyère*, le cylindre-axe se ramifie en un bouquet ou une arborisation, dont les branches se terminent par des bouts renflés ou boutons.

Quant au mode de terminaison des nerfs dans les muscles lisses (tunique musculaire de l'intestin, des vaisseaux, etc.), il est plus simple encore, puisque les fibrilles nerveuses, en arrivant sur la cellule musculaire, s'y terminent chacune par un petit renflement ou bouton terminal.

Action du curare. — Une expérience remarquable de Claude Bernard montre le rôle que joue l'éminence de Doyère. Ce savant a prouvé que cette éminence est l'organe intermédiaire entre les nerfs moteurs et les muscles ; il a expérimenté avec le *curare*, poison dont les Indiens de l'Amérique du Sud se servent pour empoisonner leurs flèches. On pose une ligature dans la région lombaire d'une grenouille, de façon à séparer l'animal en ses deux trains. Toutefois on a soin de laisser le train abdominal en communication avec la portion thoracique par les deux nerfs sciatiques : si, sur une grenouille ainsi préparée, on injecte du curare dans le train thoracique, tous les mouvements volontaires sont abolis dans les pattes thoraciques. Mais les nerfs sensitifs de ces dernières ne sont pas atteints : il suffit de pincer la peau de ces mêmes pattes thoraciques pour voir les pattes abdominales exécuter des mouvements défensifs. Les nerfs sensitifs des pattes

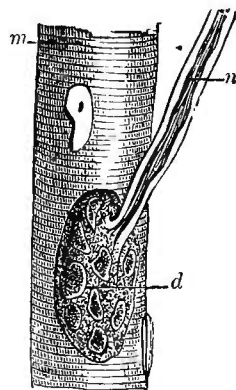


Fig. 174. — Eminence de Doyère (*l*) avec le nerf (*n*) qui s'y épanouit ; *m*, fibre musculaire.

thoraciques conduisent l'irritation aux centres nerveux et, sous l'influence de la douleur, le train abdominal fait des mouvements de fuite. Les muscles du train thoracique ne sont pas atteints davantage par le poison : car on y peut produire des contractions en portant des excitations sur les muscles eux-mêmes.

Les nerfs moteurs qui vont animer les fibres musculaires lisses (tunique intestinale, vasculaire) et le muscle cardiaque se terminent par des filets qui se dilatent en un bouton terminal en contact direct avec la substance musculaire. En d'autres termes, il n'y a pas d'*éminence de Doyère* servant d'intermédiaire.

Aussi, en empoisonnant un animal par le curare, voit-on les mouvements volontaires disparaître, tandis que le cœur, en particulier, continue à battre, car le curare n'atteint et ne paralyse que les *éminences de Doyère*.

Les nerfs déterminent la nature volontaire ou involontaire du muscle. — Ce n'est pas la nature striée ou lisse qui donne le caractère volontaire ou involontaire au muscle. Les animaux, tels que les Mollusques (escargot, huître), ont les muscles servant à la locomotion, et par suite soumis à la volonté, de nature lisse. D'autres, tels que les Insectes (hanneton, papillon), ont une tunique intestinale formée en partie de fibres striées, et pourtant soustraite à l'empire de la volonté. Les muscles du cœur, du pharynx, etc., sont dans le même cas chez les Vertébrés, l'homme y compris. Comme l'a montré M. Ranvier, les muscles obéissent à la volonté quand les nerfs qui les animent ne présentent point sur leur trajet d'amas de cellules nerveuses (ganglions). Au contraire, les nerfs qui vont aux viscères (tube digestif, cœur) sont pourvus de ganglions, et les muscles dans lesquels les filets nerveux se terminent, sont, du fait de l'annexion de cellules aux fibres nerveuses, soustraits à l'empire de la volonté.

Autrement dit, la volonté agit sur les muscles du squelette, dont elle détermine la contraction, parce que les filets nerveux partant du cerveau, du bulbe ou de la moelle vont se rendre *directement* et se terminer dans la substance musculaire. Mais il n'en est pas de même de certains muscles *striés*, tels que ceux du pharynx ou du cœur ; ils n'obéissent pas plus à la volonté que les muscles lisses du tube digestif de l'homme, par exemple. Ces derniers muscles, qu'ils soient de nature lisse ou striée, *échappent à l'empire de la volonté*, parce que les nerfs du cerveau *n'aboutissent*

pas à la substance musculaire même, mais ils vont à des *ganglions*, c'est-à-dire à des amas de cellules nerveuses, qui se trouvent dans ces organes et qui servent de stations intermédiaires entre le cerveau et les muscles.

Origine de l'énergie musculaire. — C'est au sang et aux actes chimiques dont il est le siège que le muscle emprunte l'énergie nécessaire à son fonctionnement.

Le muscle qui se contracte est le siège d'une accélération considérable de la circulation. Il reçoit en moyenné cinq fois plus de sang dans l'état d'activité que dans l'état de repos. Cette suractivité de la circulation est en rapport avec la suractivité des combustions, sources du travail physiologique du muscle.

L'élévation de température, constatée par le thermomètre appliqué sur la peau, est due à deux causes : il se produit plus de chaleur sur place, et le sang, également un peu plus chaud dans les membres et les tissus qu'il irrigue, en apporte davantage. Le sang recueilli pendant le repos du muscle est de couleur plus claire que le sang de la période de contraction pendant laquelle le sang est noir.

Que le muscle se contracte à *vide* ou qu'il produise un travail extérieur, utile, il est le siège des mêmes phénomènes intimes. M. Chauveau a établi ces faits en étudiant comparativement chez le cheval, les *deux muscles releveurs* de la lèvre supérieure.

Le releveur d'un côté accomplissait un travail extérieur, celui de l'autre côté se contractait autant de fois et aussi énergiquement que l'autre, mais il fonctionnait à *vide*, grâce à la section du tendon qui le reliait à la lèvre supérieure.

Dans ces conditions, M. Chauveau a constaté le fait remarquable suivant : le muscle qui se contracte à *vide*, sans faire aucun travail extérieur, avec la même vigueur que s'il en produisait, absorbe la même quantité d'oxygène et rend la même quantité d'acide carbonique que celui de l'autre côté.

Le muscle puise son énergie aux substances (aliments et air) que lui amène le sang. Le muscle qui se contracte emprunte au sang plus d'éléments nutritifs ; il incorpore plus de matières combustibles (aliments) et plus de comburant (oxygène). Les combustions qui accompagnent la contraction activent l'assimilation et la désassimilation et donnent lieu aux actes chimiques qui se transforment en énergie musculaire, d'une part, en chaleur sensible, de l'autre.

L'acte chimique est la cause de la chaleur et de l'énergie musculaire. — La contraction musculaire est une dérivation directe du travail chimique s'effectuant dans le muscle; plus le travail physiologique est grand, plus il y a d'actes chimiques.

La fin du travail physiologique est une transformation en travail mécanique extérieur d'une part, en chaleur sensible d'autre part. Celle-ci retourne au monde extérieur par le rayonnement, la transpiration cutanée et l'évaporation pulmonaire. Chez les animaux forcés à la chasse, le travail physiologique devient des plus actifs; la chaleur sensible devient si considérable, qu'elle s'accumule dans le corps et devient nuisible. Ces animaux présentent des troubles semblables à ceux qu'on observe chez les animaux dont on surchauffe la température de 5° à 6°. C'est là ce qui se passe également chez les animaux surmenés.

a Ainsi, l'énergie que, pour accomplir leur travail physiologique intérieur, les muscles empruntent au monde extérieur, est restituée tout entière à celui-ci, non seulement sous forme de travail mécanique, mais encore et surtout sous forme de chaleur sensible. Sous cette dernière forme, en quelque sorte excrémentitielle, l'énergie qui a traversé l'économie animale ne semble plus pouvoir être utilisée par celle-ci. On dirait que l'énergie arrive au dernier terme d'un cycle qui, une fois parcouru, l'amène à une porte de sortie définitive.

c Cette transformation et cette migration ultimes de l'énergie n'ont pas lieu toutefois sans rendre un dernier service à l'animal. C'est évidemment la chaleur sensible ainsi créée qui entretient la température propre du corps et en assure la constance chez les animaux à sang chaud » (Chanveau).

Quand les muscles produisent une grande quantité de travail, ils sont le siège d'un refroidissement. Ce fait a été invoqué en faveur de la théorie qui admet que la chaleur, sensible au thermomètre, se transforme en travail. Mais il comporte une tout autre explication : *un muscle qui s'allonge, sous l'influence d'une charge ou de la fatigue, se refroidit.*

Rôle des muscles dans les mouvements particuliers. — Nous avons vu comment les côtes, en s'appuyant sur les vertèbres thoraciques et en se rémissant du côté ventral au sternum, forment la poitrine. De celle-ci partent des lames qui s'attachent au bassin et à la région lombaire, circonscrivent la *cavité de l'abdomen*.

Les diverses parties précédentes constituent la partie centrale du corps ou *tronc*, sur lequel s'appuient les membres.

Une revue rapide nous mettra à même de nous faire idée des parties molles du tronc et de leur rôle dans les mouvements.

En enlevant la peau, on trouve sur la face ventrale du tronc les masses charnues ou muscles suivants : le *muscle grand pectoral* (pl. IV, p. 206, 14), qui s'étend de la partie supérieure et interne de la poitrine à la partie supérieure de l'os du bras. Il rapproche le bras du tronc lorsque celui-ci est fixé ou élève les côtes, lorsque le bras sert de point d'appui.

Sur l'abdomen, nous voyons, de chaque côté de la ligne médiane, une large bande, le *grand droit antérieur* qui s'étend verticalement des cartilages costaux (*creux de l'estomac*) au bassin. En se contractant, il abaisse la poitrine et fléchit le tronc.

En dehors du *grand droit antérieur*, nous apercevons une nappe (16) musculaire en haut et en dehors, blanche et fibreuse (17), c'est-à-dire *tendineuse*, en bas et en dedans : c'est le *muscle grand oblique*. En haut, il s'attache par une série de languettes aux neuf dernières côtes, et en bas, il se fixe au bassin. En se contractant, il abaisse les côtes et fléchit le tronc en avant.

Ce plan musculaire superficiel est doublé à la poitrine et à l'abdomen par d'autres muscles plus profonds, qui complètent et renforcent l'action du premier.

Sur la face dorsale du tronc, nous voyons s'étendre, entre les deux épaules, sur le cou et jusqu'à la tête, un *muscle triangulaire*, le *trapèze* (9) : il s'attache à l'occipital, puis, en descendant, à toute l'épine dorsale jusqu'au bas du dos. De là ses fibres vont se porter en dehors pour s'attacher aux os de l'épaule. Les deux muscles dessinent sur le dos une sorte de *capuchon de moine* ou de *fichu* (voir aussi fig. 21, 5, page 29).

Sur la partie postérieure et inférieure du tronc, le *grand dorsal* (pl. IV, 12) s'étend du bassin, de l'épine dorsale (lombes et dos), à la face externe des dernières côtes pour se rendre derrière l'aisselle et se fixer au bras. Il tire le bras en bas et en arrière.

Tels sont les muscles superficiels du dos et de la nuque. Audessous se trouvent d'autres couches musculaires ; la partie moyenne est formée de muscles qui s'étendent de la colonne vertébrale, les uns à la tête, les autres à l'épaule, d'autres encore aux côtés. Ils agissent en élevant ou abaissant ces organes.

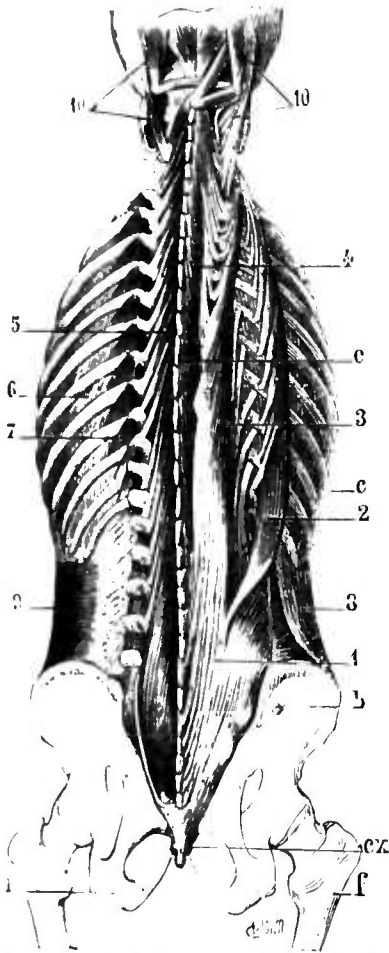


Fig. 175. — Muscles profonds de la région postérieure du tronc.

1, tendon de la masse commune; 2, muscle sacro-lombaire (trécliné en dehors); 3, long dorsal (faisceaux externes); 4, ses faisceaux internes; 5, muscles allant des apophyses transverses à l'épine du dos (*ex*); 6, muscles intercostaux externes; 7, muscles surcostaux; 8, muscle grand oblique; 9, muscle transverse de l'abdomen; 10, muscles allant de la nuque à l'occipital (*te*); *ex*, coccyx; *b*, os coxal; *i*, tubérosité sciatique de cet os; *f*, fémur; *c*, côtes.

32
 Au point de vue de la mécanique de la colonne vertébrale, c'est surtout la couche profonde de la face postérieure du tronc qui est intéressante.

Muscles des gouttières vertébrales. — Dans la gouttière située de chaque côté de l'épine dorsale se trouvent logées des masses musculaires puissantes. Après avoir enlevé la peau et les muscles superficiels du dos, on aperçoit dans la gouttière vertébrale des régions lombaire et sacrée (fig. 175), une lame nacrée très épaisse qui s'attache (1), en dedans à l'épine dorsale depuis le coccyx jusqu'à la région thoracique, en dehors aux parties latérales du sacrum et du coxal. La face dorsale de cette lame donne attache à une masse charnue dite *masse commune* : c'est le *faur-filet* du bœuf, du mouton, etc. Elle occupe toute la gouttière vertébrale de la région sacrée et lombaire; plus haut, elle se divise en plusieurs faisceaux; les externes (2) vont aux côtes, les moyens (3) s'attachent sur les côtés des vertèbres lombaires et thoraciques; d'autres enfin, les plus internes, sont disposés en arc et se rendent des apophyses épineuses de la région lombaire à celles de la région thoracique.

Enfin, si l'on enlève les faisceaux musculaires de la masse

commune, on trouve que le fond des gouttières vertébrales, aussi bien dans les lombes que dans le dos et le cou, est occupé par une série de muscles qui vont de bas en haut et de dehors en dedans, des parties latérales des vertèbres au sommet des apophyses épineuses (5).

Il est facile de voir que ces muscles, en se contractant d'un seul côté, inclinent la colonne vertébrale de leur côté; si les muscles de droite et de gauche agissent en même temps, ils renversent la colonne vertébrale du côté dorsal ou la redressent quand elle est fléchie. On prévoit leur action dans la position assise ou la station debout; aussi atteignent-ils chez l'homme un développement plus marqué que chez les quadrupèdes. Nous nous étendons horizontalement pour prendre du repos; cette attitude est celle du sommeil. Les muscles peuvent alors entrer en relâchement.

Dans l'*attitude assise*, le poids de la colonne vertébrale se transmet au bassin, qui appuie sur deux masses ou *tubérosités sciatiques* du os coxaux (fig. 152 et 153, i). Le sacrum est enclavé en manière de coin entre les os coxaux. La colonne vertébrale et le sacrum sont unis à ces os par des ligaments et des articulations d'une façon si solide, qu'on peut considérer le bassin comme formant un tout unique.

Lorsque nous sommes assis, non appuyés par le dos ni par les bras, les *points* par lesquels nous touchons la surface qui nous soutient, c'est-à-dire la *base de sustentation*, est bien moins large que dans la position couchée, et l'équilibre n'est pas indépendant de toute contraction musculaire. En effet, la tête repose sur la colonne vertébrale, son point d'appui étant à l'articulation de l'Atlas avec l'occipital. Les parties situées en arrière du point d'appui sont plus légères que celles qui se trouvent en avant. Aussi les muscles de la nuque sont-ils obligés de se contracter pour maintenir l'équilibre dans l'attitude assise. Malgré sa ressemblance avec le repos, la station assise nécessite un certain effort; il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner une personne surprise dans cette position par le sommeil : la tête s'incline et tombe en avant, chaque fois que les muscles de la nuque se relâchent.

En résumé, les muscles des gouttières vertébrales agissent pour déterminer la rectitude de la partie du corps étendue du bassin à l'occiput. Ils sont singulièrement soulagés par l'énergie des

ligaments élastiques qui rémissent l'arc neural d'une vertèbre à l'arc suivant et qu'on appelle *ligaments jaunes*.

§ 2. — Rôle des muscles dans les attitudes et les mouvements des membres.

Muscles du membre abdominal. — Chez l'homme debout, la colonne vertébrale transmet le poids du tronc et de la tête au bassin. Celui-ci repose lui-même sur les deux fémurs, ceux-ci sur les tibias, et ces derniers sur les pieds.

La cuisse est étendue sur le bassin par des muscles puissants. Ceux-ci forment, chez l'homme une masse saillante à la partie postérieure et inférieure du tronc : ils portent le nom de *muscles fessiers* (fig. 176, 1). Disposés sur trois plans, ils s'attachent au sacrum et à la face superficielle du coxal; de là ils vont s'insérer à la partie supérieure du fémur. Dans la station debout, le muscle superficiel ou *grand fessier* retient le bassin en arrière et empêche le tronc de fléchir et de se renverser en avant. L'homme se distingue de tous les animaux par le développement énorme et la force considérable de ce muscle. C'est lui qui assure à l'homme l'attitude bipède.

D'autres muscles (4) viennent en aide aux précédents. Ils proviennent de la masse osseuse inférieure du bassin (tubérosité sciatique) et vont à la jambe. Dans le premier temps de leur action, ils étendent la cuisse sur le bassin, mais ils sont capables de fléchir la jambe sur la cuisse, comme il sera dit plus loin.

En avant de la cuisse se trouve un muscle volumineux formé par une masse qui a quatre origines ou chefs : c'est le *quadriceps fémoral* (2 et 5). L'un de ces chefs part du coxal et les trois autres du fémur. Un tendon unique, dans lequel est comprise la rotule, leur fait suite et va s'attacher en bas et en avant sur l'extrémité supérieure du tibia.

Le muscle quadriceps étend la jambe sur la cuisse, surtout dans la marche, au moment où le membre est appuyé sur le sol. Dans la station debout, il agit également pour étendre la cuisse sur la jambe.

Quant à celle-ci, elle nous intéresse surtout dans sa région postérieure, au point de vue de la station et de la progression.

Le gras de la jambe, ou mollet, est essentiellement formé par un muscle à trois chefs, les *jumeaux* et le *soléaire*. Les jumeaux (fig. 177) partent du fémur, le *soléaire* (*solea*, semelle) s'attache sur le tibia et le péroné. Ces trois chefs aboutissent à un tendon commun qui fait saillie comme une corde, à la partie postérieure et inférieure de la jambe. Son bout inférieur s'attache en arrière du calcanéum, ou os du talon. Achille fut blessé, dit la Fable, à ce tendon pendant le siège de Troie : de là le nom de *tendon d'Achille* (fig. 177, A).

Marche. — La marche est la station verticale se continuant pendant que le corps se déplace. A cet effet, le poids de la tête et du tronc est transmis tour à tour sur le pied gauche et sur le pied droit. Pendant que la jambe droite sert de point d'appui à tout le corps, la jambe gauche le pousse en avant.

Voici comment nous faisons un pas, une enjambée. Supposons que nous soyons debout, le pied gauche légèrement fléchi et un peu en avant du pied droit (fig. 178, 1). Nous voulons porter celui-ci en avant du pied gauche. Le poids du corps est supporté principalement par le membre droit. Celui-ci va donner l'impulsion : à cet effet, les muscles extenseurs se contractent ; les fessiers et les muscles postérieurs de la cuisse étendent la cuisse sur le bassin ; le quadriceps étend la jambe sur la cuisse ; le triceps sural de la jambe étend le pied sur la jambe

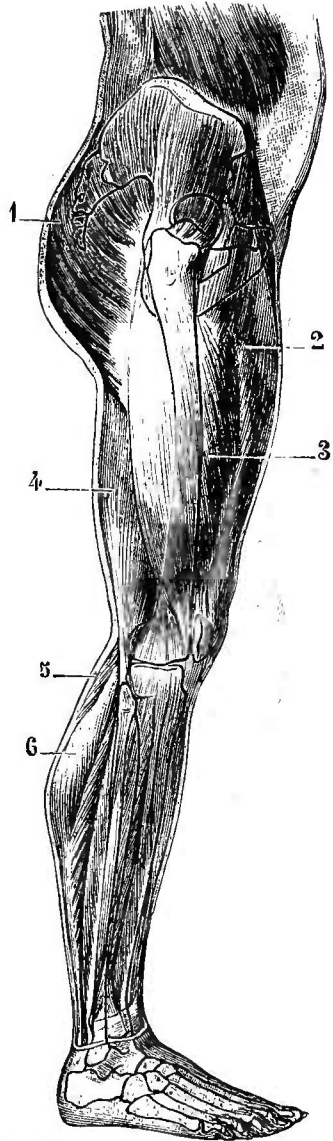


Fig. 177. — Muscles du membre abdominal.

1, muscle fessier ; 2 et 3, quadriceps fémoral ; 4, muscles postérieurs de la cuisse ; 5, plantaire grêle ; 6, jumeau (externe).

La contraction de ces muscles transforme le membre inférieur en une tige qui s'arc-boute sur le sol. Elle donne l'impulsion qui souleve le bassin et pousse le centre de gravité, c'est-à-dire le poids du corps sur le membre gauche. Cette poussée en avant s'accompagne d'un mouvement du tronc en haut et à gauche.

Donc ce premier temps du pas, tel que nous l'avons commencé,

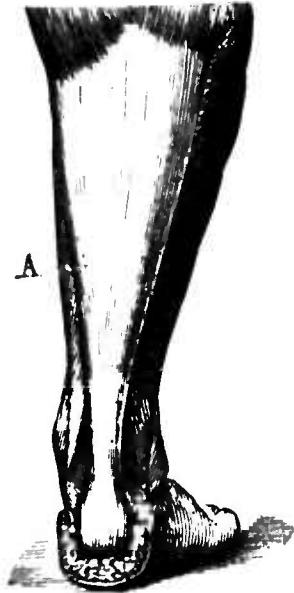


Fig. 177 — Face postérieure de la jambe dont on a enlevé la peau.

A. Tendon d'Achille, partant du mollet et s'attachant au calcaneum.

est caractérisé : 1° par la triple extension de la cuisse, de la jambe et du pied *droits*; 2° par la projection du tronc en avant et à gauche. Le deuxième temps ou l'achèvement du pas se fait par une sorte d'oscillation du membre droit dans l'articulation coxo-fémorale. Mais pour pouvoir osciller, il ne faut pas qu'il rencontre le sol ; aussi à l'extension succède une double et légère flexion de la cuisse sur le bassin et de la jambe sur la cuisse (fig. 178, 2).

Le triceps sural élève le talon et détache le pied du sol, du talon vers la pointe. Tout le membre droit est en l'air et emporté par le corps en avant. Alors les muscles qui maintenaient la flexion du genou et l'extension du pied se relâchent : le pied droit retombe sur le sol, mais en avant du pied gauche (fig. 178, 5). Nous avons fait un pas.

Durant l'activité du membre droit, le membre gauche est loin de rester inactif; d'abord légèrement fléchi, il s'étend à mesure que le membre droit lui transmet le poids du corps. C'est grâce à son extension qu'il s'allonge et permet au membre droit d'osciller sans toucher le sol.

Remarquons, outre les mouvements d'extension, d'inclinaison, de montée et de descente, que le membre gauche tourne d'arrière en avant : il forme une sorte d'axe vertical autour duquel le tronc et le membre droit pivotent par un mouvement de rotation.

Le deuxième pas se fait identiquement de même, si ce n'est que le membre gauche donne l'impulsion et le membre droit supporte à son tour le poids du corps. Or la marche se compose d'une succession de pas.

Il'est facile, en s'observant soi-même, de se rendre compte de la succession des mouvements précédents, qui dans l'exemple choisi se décomposent ainsi : 1° extension du membre droit (mobile); 2° flexion

de la cuisse sur le bassin et de la jambe sur la cuisse; 3° oscillation du membre droit et sa chute en avant. Simultanément, le poids du corps est porté par le membre gauche (fixe), qui s'étend et qui sert de pivot pour la rotation du membre mobile et de tout le corps.

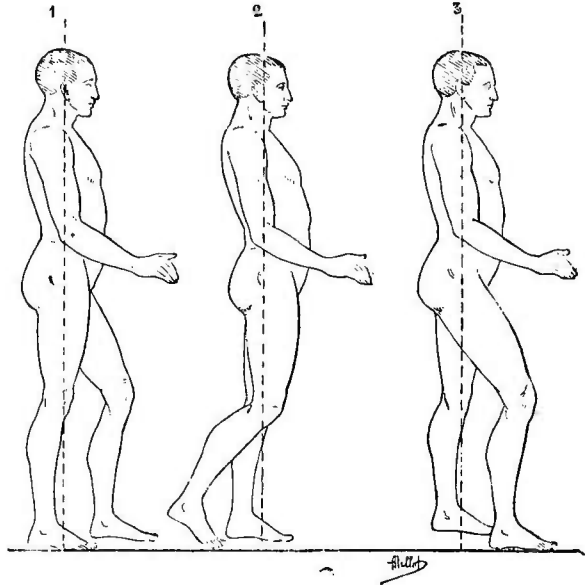


Fig. 178. — Position successive des membres abdominaux dans la marche.

Les membres abdominaux poussent essentiellement le corps en avant,

mais les autres parties du corps sont loin de rester inmobiles ou inactives. Nous avons vu que le tronc en s'avancant monte et descend alternativement; il s'incline de plus à gauche et à droite. Les bras aident la marche : oscillant en sens inverse des jambes, ils contre-balaçent certains mouvements de rotation; ils maintiennent ou rétablissent à tout moment l'équilibre instable pendant la marche. N'oublions pas que, chez l'homme, les muscles des gouttières vertébrales sont constamment en jeu pendant les divers stades de la progression.

Course. — Pendant la marche, il y a toujours au moins un pied touchant le sol. Pendant la course, les deux pieds se trouvent en l'air à un moment donné. Les contractions musculaires des

jambe sont en outre plus énergiques pour détacher le pied du sol et pour pousser le corps en avant.

Saut. — Le *saut* est un pas auquel nous imprimons une amplitude considérable en mettant de nombreux muscles en jeu. On peut sauter de diverses façons, à pieds joints, etc. Faire quelques pas de course avant de sauter, c'est prendre son élan.

Natation. — L'homme, déplaçant un poids d'eau inférieur à celui du poids de son corps, tend à gagner le fond de l'eau. Pour se maintenir à la surface, il a besoin de s'étendre dans les couches supérieures de l'eau et d'allonger les membres pour augmenter la base de sustentation. Pour avancer dans l'eau, il fléchit les membres, puis les étend, et frappe le milieu liquide sur lequel il prend un point d'appui. Ce mode de progression rappelle celui de la grenouille nageant dans l'eau.

Muscles de l'avant-bras et de la main. — Les muscles de l'avant-bras sont, du côté palmaire seulement, au nombre de vingt et forment vers sa partie supérieure une masse charnue épaisse, coupée circulairement sur la figure 168.

Des cordes tendineuses font suite aux faisceaux charnus et forment des saillies prononcées sur la face antérieure de l'avant-bras au voisinage du poignet. L'un, grand palmaire (fig. 179, 1), se termine au métacarpe; comme d'autres muscles, il fléchit en avant la main sur l'avant-bras. D'autres, C et E, se rendent aux phalanges. Ces derniers sont connus sous le nom de *fléchisseurs*. Ils sont disposés sur deux plans : un superficiel et l'autre profond donnant un double tendon à chacun des doigts. L'un de ces tendons s'insère à la deuxième phalange et l'autre à la dernière. En se contractant, ces muscles fléchissent la phalange correspondante. D'autres muscles encore vont à la première phalange; il en est qui occupent le côté dorsal de la main (fig. 180).

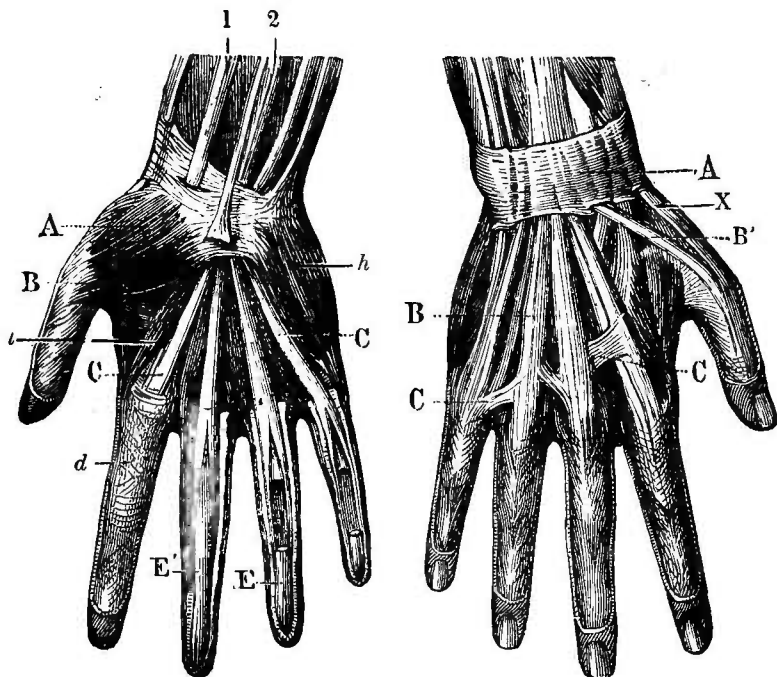
Le pouce et le petit doigt sont même pourvus d'un appareil musculaire plus complexe que les autres doigts.

Le pouce, en particulier, qui n'a que deux phalanges, est desservi par huit muscles (5 du côté palmaire et 3 du côté dorsal), qui permettent à l'homme et aux singes d'*opposer* le premier doigt aux quatre autres, de se servir des doigts en guise de pince et de faire jouer aux cinq rayons digitaux le rôle de *main*.

La main fut un objet d'admiration pour les Anciens. Nous devons à Galien une description détaillée de toutes ses parties et

l'explication du mécanisme de ses mouvements. Émerveillé de la perfection de cet instrument, il s'écrie : « Que d'autres offrent à la divinité de sanglantes hécatombes, qu'ils chantent des hymnes en l'honneur des dieux; mon hymne à moi, c'est l'étude et l'exposition des merveilles de l'organisation humaine. »

Un philosophe français du xviii^e siècle, Helvétius, alla jusqu'à



Main dépouillée de sa peau.

Fig. 179. — Face palmaire.

1. grand palmaire; e, petit palmaire; C, tendons du fléchisseur superficiel; EE', tendons du fléchisseur profond; D, gaine des fléchisseurs au niveau des phalanges; L, lombriques; A, B, muscles de l'éminence thénar; h, muscles de l'éminence hypothénar.

Fig. 180. — Face dorsale.

A, ligament annulaire du carpe; B, tendons de l'extenseur commun des doigts; B', muscle long extenseur du pouce; X, muscles court extenseur et long abducteur du pouce; C, lame fibreuse qui unit les tendons de l'extenseur commun.

prétendre que c'est à la main seule que nous devons le développement de notre intelligence, et que, sans elle, nous serions encore à errer dans les forêts.

C'est exagéré et erroné. Outre les deux mains des membres thoraciques, les singes possèdent des membres abdominaux qui sont terminés par une masse osseuse composée des mêmes seg-

ments que le pied humain, avec la seule différence que le gros orteil est opposable aux quatre autres. Néanmoins ils ne sont pas arrivés, malgré leurs quatre mains *fonctionnelles*, au degré d'intelligence de l'homme. Notre cerveau plus volumineux, plus développé, sait se servir de la main, qui devient, grâce à lui, un instrument parfait : voilà la cause de la supériorité de l'homme.

Muscles dans la série animale

Les *Protozoaires* présentent des mouvements très actifs, mais il n'existe pas encore de fibres musculaires. Le protoplasma qui forme leur corps préside aux mouvements. Les *Amibes* et les *Rhizopodes* émettent des prolongements temporaires (pseudopodes) qui servent à la progression et à la préhension des aliments. Les *Infusoires* sont munis de prolongements persistants (cils et flagellum), qui constituent leurs organes locomoteurs (voir p. 59).

Certains *Célestérés* commencent à présenter des cellules allongées dont les superficielles reçoivent l'impression du milieu extérieur, tandis que les profondes sont contractiles (fig. 255, p. 290). D'autres *Célestérés* possèdent des fibres musculaires allongées (muscles lisses) sous le revêtement épidermique extérieur. Les *Méduses* sont même pourvues, outre les muscles lisses, de couches musculaires *striées*, c'est-à-dire à contraction rapide, qui occupent les bords de l'ombrelle.

Les *Fers* ont un appareil musculaire situé immédiatement sous l'enveloppe cutanée : ce sont des faisceaux musculaires affectant une direction tantôt longitudinale, tantôt circulaire (fig. 256, p. 292).

Chez les *Articulés*, les anneaux solides du corps ou les articles des pattes sont réunis les uns aux autres par des intervalles où la peau reste plus molle. Des faisceaux musculaires *striés* sont contenus dans l'intérieur des anneaux et des articles, les réunissent l'un à l'autre et, en prenant leur point d'appui sur l'un d'eux, ils courbent l'autre du côté du premier. Les muscles qui font mouvoir les ailes des insectes sont également de nature *striée*. Comme chez l'homme, le tube digestif des articulés est muni de fibres musculaires *striées* du côté de la bouche et de l'anus, et de muscles *lisses* dans la partie moyenne du canal alimentaire.

Chez les *Mollusques*, les muscles de l'appareil locomoteur, comme ceux des appareils digestif et circulatoire, sont en général de nature lisse.

Les *Vertébrés* présentent un appareil musculaire disposé d'une façon générale comme celui de l'homme; les muscles sont, en effet, affectés les uns aux organes de nutrition et les autres au squelette. Les premiers sont *lisses* et à contraction lente dans la partie moyenne du tube digestif, les vaisseaux, la vessie, etc., et *striés* et à contraction brusque au commencement et à la fin du tube digestif, ainsi que dans le cœur. Quant aux masses musculaires qui meuvent le squelette, elles forment deux couches principales, l'une dorsale et l'autre ventrale. Ces couches sont subdivisées elles-mêmes en portions distinctes, *muscles proprement dits*, séparés les uns des autres par du tissu conjonctif et attachés sur des points distincts des segments squelettiques, de façon à leur imprimer les mouvements les plus variés. D'autres muscles meuvent les membres et présentent des dispositions aussi variables que le squelette même des extrémités, selon le vertébré que l'on examine.

Chez beaucoup de mammifères la peau est pourvue d'un plan musculaire strié appelé *peaucier*. Le peaucier a souvent grande étendue : il enveloppe tout le corps du hérisson et du porc-épic, qui ont la faculté de se rouler en boule; chez d'autres, tels que le chien et le chat, il est très développé le long de la colonne vertébrale; c'est le peaucier qui agit, quand ces animaux font ce qu'on appelle le gros dos.

CHAPITRE III

SYSTEME NERVEUX DE L'HOMME

§ 1. — Généralités.

Le système nerveux est un ensemble d'organes qui a pour usage de recevoir les impressions du monde extérieur. Il les emmagasine et les transforme pour réagir ensuite sur le monde extérieur par l'intermédiaire du système musculaire. Représentant en réalité un appareil de perfectionnement de la couche superficielle de la peau, le système nerveux prend naissance aux dépens de cette même couche.

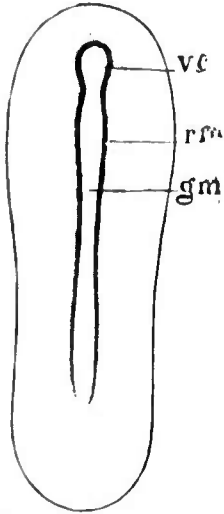


Fig 181 — Embryon très jeune vu de dos.

gm, gouttière médullaire, formée par la dépression du revêtement superficiel et devenant le système nerveux; *rm*, lèvres saillantes de la gouttière; *vc*, vaisseau cérébral.

Origine du système nerveux. — Chez l'homme et les divers vertébrés, le système nerveux se forme de bonne heure. Lorsque l'embryon est à peine ébauché (fig. 181), on voit le long de la ligne médiane du dos, le feuillet superficiel (ectoderme) se déprimer en une gouttière dont les parois s'épaississent. Des lèvres saillantes (*rm*) d'apparence plus sombre la limitent de part et d'autre.

Si l'on pratique une coupe en travers, on se rend mieux compte de la forme de la gouttière et de la saillie des lèvres. Ces dernières s'élèvent peu à peu et s'allongent (fig. 182); elles constituent des crêtes qui se rapprochent, arrivent au contact et finissent par se souder. Ainsi se constitue un canal qui s'étend de la tête jusqu'au bassin du jeune être.

Les parois de ce canal va provenir tout le système nerveux. La portion qui sera logée dans la colonne vertébrale portera le nom

de *moelle épinière*; la portion qui restera dans le crâne, s'appellera *encéphale* (*en*, dedans; *céphale*, tête). La moelle épinière et l'*encéphale* portent le nom de *névraxe* (*neuron*, nerf; *axon*, axe) puisqu'ils constituent l'axe ou *système nerveux central*.

Les nerfs prendront naissance aux dépens des prolongements que les cellules du canal *encéphalo-médullaire* (*médulla*, moelle) émettront du côté périphérique.

Certains îlots des parois du canal encéphalo-médullaire s'isolent même complètement de la portion centrale sous forme de colonies cellulaires; les uns donneront une série d'amas réunis entre eux sous forme de chapelet en avant de la colonne vertébrale et constitueront le *sympathique*; les autres, en relation intime avec les organes, produiront des *ganglions nerveux*.

Les diverses parties du système nerveux que nous allons successivement étudier, sont : 1° la *moelle épinière* et l'*encéphale* avec leurs prolongements périphériques ou *nerfs*; 2° le *sympathique*.

Description du système nerveux. — La figure 183 montre l'ensemble du système nerveux par transparence; on voit qu'il rayonne autour d'un cordon central comme le squelette autour de la colonne vertébrale.

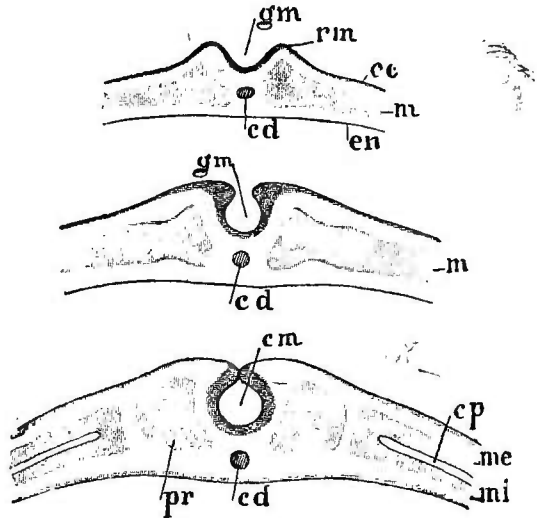


Fig. 182. — Sections en travers de l'embryon figuré en 181.

L'embryon est formé de trois feuillets superposés : *ec*, ectoderme; *m*, mésoderme; *en*, endoderme. Le squelette est représenté par la corde dorsale, coupée en travers (*cd*). La coupe supérieure montre la formation de la gouttière médullaire (*gm*) et la saillie des lèvres (*rm*), qui la limitent. La coupe moyenne montre comment les lèvres s'accroissent et se rapprochent du côté du plan médian. La coupe inférieure représente la jonction des deux lèvres et la fermeture de la gouttière, qui devient le canal médullaire. Cette dernière figure montre de plus comment le mésoderme se clive en un feuillet externe (*me*) qui reste accolé à l'ectoderme et en un feuillet interne (*mi*) qui est uni à l'endoderme. La fente (*cp*) est la cavité de l'abdomen; *pr*, ébauche des muscles ou masses protovertébrales.

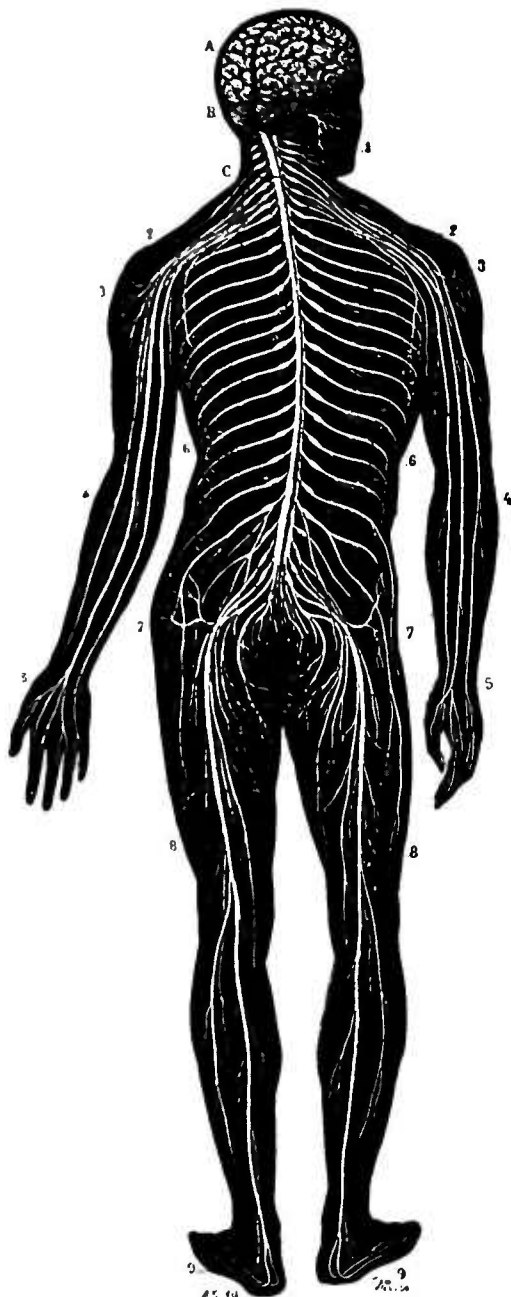


Fig. 187. — Ensemble du système nerveux (vu de dos).

Ce cordon central (C) est, en effet, logé dans le canal *vertébral* ou *rachidien*, et, comme les anciens l'assimilaient à la substance qui se trouve dans les canaux médullaires des os longs, ils l'ont appelé *moelle épinière* (*medulla*, moelle; de *medius*, central). Du côté de la tête, la moelle se prolonge dans le crâne, où elle s'élargit et s'épanouit en une masse nerveuse de dimensions très grandes, l'*encéphale*. Sur la figure, l'*encéphale*, vu de dos, laisse distinguer deux parties secondaires, l'une petite (B), le *cervelet*, et l'autre plus grande (A), le *cerveau*.

Du névraxe situé

A, cerveau; B, *cervelet*; C, moelle; 1, *nerf facial*; 2, *plexus brachial*; 3, *nerfs de l'épaule*; 4, *nerf médian au coude et à la main* (5); 6, *nerfs thoraciques ou intercostaux*; 7, *nerf sciatique au niveau du jarret*; 8, *nerfs de la plante des pieds*; 9, *nerfs de la plante des pieds*; 10, *sympathique*.

dans le canal vertébral et dans le crâne émanent de nombreux cordons nerveux, qui se ramifient et se distribuent dans les organes et qui portent le nom de *système nerveux périphérique*. On distingue dans ce dernier : 1° les *nerfs* qui sortent du crâne ou *nerfs crâniens* ; 2° les nerfs qui sortent entre les vertèbres, *nerfs rachidiens* ou *spinaux* ; 3° deux cordons, en forme de chapelet (fig. 183, 10), qui s'étendent de chaque côté de la colonne vertébrale ; ces deux cordons forment le *sympathique*.

Distribution des nerfs rachidiens. — Eu regardant la fig. 185, on voit les nerfs rachidiens se détacher de chaque côté de la moelle épinière sous la forme de cordons nerveux qui naissent régulièrement à droite et à gauche pour se ramifier dans les organes. On les compte en allant de la tête vers le bassin ; il y en a huit paires dans la région du cou (une de plus que le nombre des vertèbres cervicales, parce que la première paire sort entre l'occipital et l'atlas) ; douze paires thoraciques, cinq lombaires et cinq sacrées et une *coccygienne* ; en tout trente et une paires de nerfs rachidiens.

Les nerfs ne se rendent pas isolément aux organes, mais ils s'envoient réciproquement des filets qui s'unissent et s'entrelacent, de façon à donner lieu à des réseaux nerveux, dits *plexus* (*plexus*, filet), d'où partent les branches terminales.

On remarque un plexus nerveux au niveau du cou, c'est le *plexus cervical*, dont les branches vont innerver la peau et les muscles de la région du cou. Au niveau de l'épaule, se trouve le plexus *brachial* (183, 2), qui fournit des nerfs au bras et à tout le membre supérieur.

Au niveau de la poitrine, il existe autant de nerfs thoraciques que de côtes (6). Dans la région lombaire (7) se trouve le plexus *lombaire* ; plus bas, le plexus *sacré*. De ces deux plexus partent

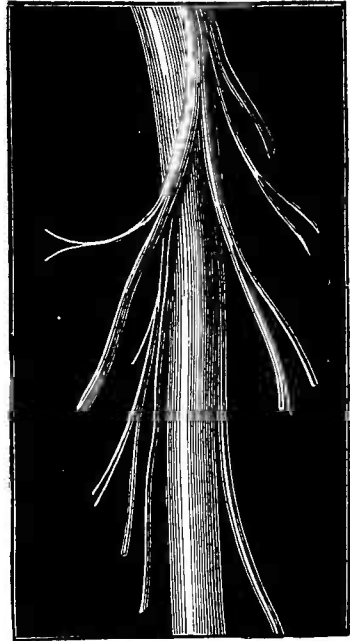


Fig. 184. — Rameaux partant d'une branche nerveuse.

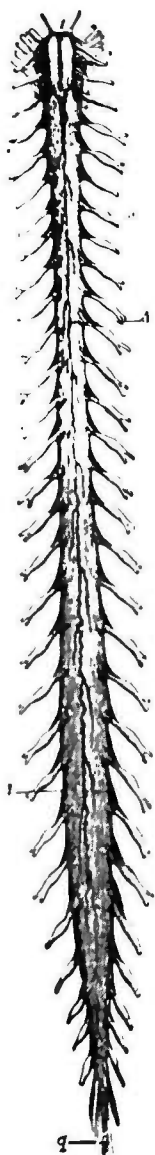


Fig. 185. — Moelle épinière entourée de la pie-mère et vue par la face ventrale, se continuant en haut avec le bulbe (1), et se terminant par la queue de cheval (q) : 2, cordons ventraux ou antérieurs; 3, ganglions rachidiens; 4, fil médian ventral.

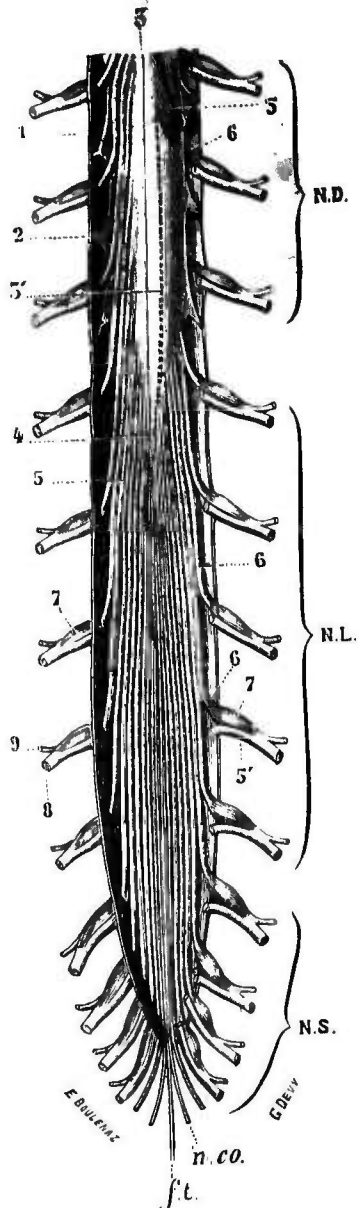


Fig. 186. — Extrémité inférieure de la moelle épinière et queue de cheval.

1, dure-mère; 2, ligaments dentelés étendus entre la dure-mère et la pie-mère; 3, sillon médian ventral; 3', sillon collatéral ventral; 4, cône terminal; 5, 5', racines antérieures; 6, racines postérieures; 7, ganglion spinal; 8, branche antérieure du nerf mixte; 9, sa branche postérieure; N.D., nerfs dorsaux; N.L., nerfs lombaires; N.S., nerfs sacrés; n, co, nerf coccygien; fl, fil terminal.

les nerfs allant aux organes situés dans le bassin et aux membres inférieurs. On y voit le nerf le plus volumineux et le plus long du corps, le *nerf sciatique* (fig. 183, 8). A son origine, celui-ci figure un cordon large de 2 centimètres; il sort du bassin au niveau du pli fessier et descend derrière le fémur pour arriver au creux du jarret, où il se partage en deux troncs allant se distribuer à la jambe et au pied (9).

Membranes protectrices du système nerveux central. — La moelle et l'encéphale sont logés dans le canal vertébral et le crâne; de plus, ils sont entourés par trois enveloppes membraneuses dites *méninges* (*méninx*, membrane).

On y a ajouté le *qualificatif* « mère », parce qu'on croyait qu'elles étaient le centre et l'origine de toutes les membranes du corps. Les méninges protègent la moelle épinière contre les violences extérieures, lui fournissent des vaisseaux et permettent cer-

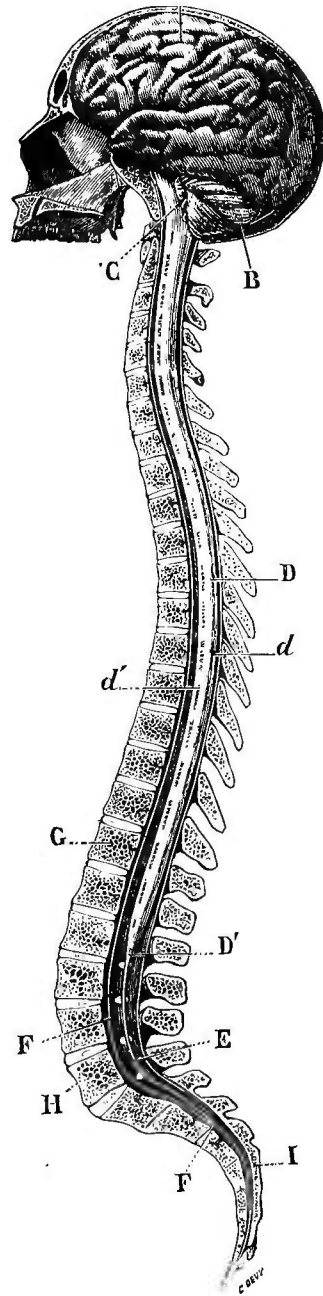


Fig. 187. — Système nerveux central, vu en place. A, cerveau; B, cervelet; C, bulbe; D, moelle épinière avec *d'* et *d* les sillons collatéraux antérieur et postérieur formés par l'arrac hémé des racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens; D', cône terminal; E, fil terminale; FF, cul-de-sac de la dure-mère spinale rattaché par un prolongement filiforme au coccyx; G, colonne vertébrale; H, dernière vertèbre lombaire; I, sacrum.

tous mouvements de glissement. La membrane interne porte le nom de *pie-mère* (*pia. ténne*) (fig. 185), la membrane externe est dite *dure-mère* (fig. 186, 1); la pie-mère et la dure-mère sont séparées l'une de l'autre par une séreuse, fine comme une toile d'araignée : de là le nom d'*arachnoïde* (*arachné*, toile d'araignée) donné à la séreuse des méninges.

L'arachnoïde est reliée à la pie-mère par des filaments conjonctifs, qui délimitent des espaces, remplis par un liquide abondant, appelé *céphalo-rachidien*. Ce liquide forme un manchon fluide dans lequel sont plongés la moelle épinière et l'encéphale. Lorsque la pression menace d'augmenter dans le crâne par l'arrivée du sang, par exemple le liquide céphalo-rachidien s'échappe du crâne et reflue dans le canal vertébral, empêchant ainsi la substance nerveuse d'être comprimée ou broyée.

§ 2. Moelle épinière.

Connaissant la distribution générale des nerfs qui émanent de la moelle épinière, nous allons étudier ce cordon central et voir de quelle façon les nerfs rachidiens y prennent naissance.

La moelle épinière affecte la forme d'une tige plus ou moins cylindrique (fig. 185, 186 et 187), qui s'étend depuis le crâne jusqu'à la région lombaire; elle suit les inflexions de la colonne vertébrale. Du côté de la tête, elle se continue directement avec l'encéphale, et du côté du bassin elle se termine, à proprement parler, au niveau de la deuxième vertèbre lombaire, par un bont conique (*cône terminal*), (fig. 186, 1). A partir de ce point, elle n'est plus représentée que par un prolongement médian très mince et très délié, le *fil terminal* (*f. l.*). Les derniers nerfs rachidiens entourent ce fil de façon à former la *queue de cheval* (fig. 186).

La longueur de la moelle épinière est de 50 centimètres environ et ses dimensions transversales et antéro-postérieures de 1 centimètre en moyenne. Son poids n'est que de 27 grammes. Elle est épaissie et renflée aux deux régions d'où partent les nerfs des membres thoraciques et abdominaux : on désigne le premier renflement sous le nom de *renflement cervical* ou *brachial* et le deuxième renflement sous le nom de *renflement lombaire* ou *crural*.

Conformation et structure de la moelle épinière. — En dé-

pouillant la moelle de ses enveloppes, on voit qu'elle est légèrement aplatie du dos vers le ventre.

La face ventrale est parcourue par un sillon médian longitudinal (fig. 186); au fond de ce sillon se trouve la substance blanche réunissant les deux moitiés de la moelle et appelée *commissure blanche* (*commissura*, jonction). Les faisceaux blancs qui limitent de chaque côté le sillon ventral médian portent le nom de *cordons ventraux* ou *antérieurs* de la moelle (fig. 188).

Sur la face dorsale, on voit également un sillon, *médian dorsal*. Au fond de ce sillon on aperçoit la substance grise, ou *commissure grise* de la moelle (voir la coupe fig. 188).

Entre les cordons ventral et dorsal se trouve un cordon qu

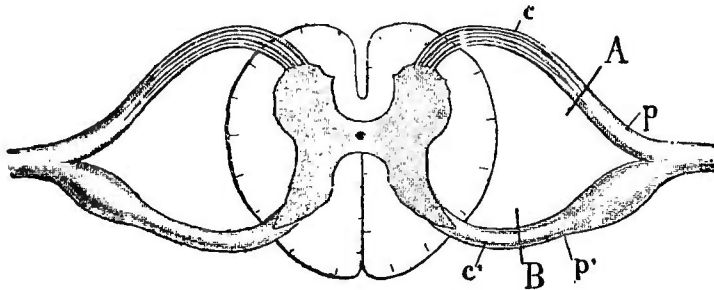


Fig. 188. — Section en travers de la moelle épinière.
cAp, racine ventrale; c'Bp', racine dorsale.

occupe à lui seul toute la face latérale de la moelle : on l'appelle *cordon latéral*. Les limites extérieures de ces trois cordons sont très nettes. En effet, entre les cordons ventral et latéral, on voit se détacher de la moelle une série de filets nerveux, auxquels on donne le nom de *racines antérieures*, ou *ventrales*, des nerfs rachidiens (fig. 188, cAp). De même, entre les cordons dorsal et latéral émergent des filets nerveux dits *racines postérieures* ou *dorsales* (cBp').

Au point de vue fonctionnel, les racines ventrales sont différentes des dorsales; mais elles diffèrent encore par les particularités suivantes : les racines dorsales s'implantent sur une ligne étroite et longitudinale, de sorte qu'en les arrachant on produit un sillon (artificiel), le sillon *collatéral postérieur* ou *dorso-latéral* (fig. 187, d); les racines ventrales (fig. 187, d') sortent, au contraire, d'une façon irrégulière, sur une surface large de 1 à 2 millimètres.

Les racines ventrale et dorsale, qui émergent au même niveau.

se dirigent en dehors vers le tron de conjugaison et, avant

de sortir, se réunissent et se fusionnent en un tout unique, le *nerf rachidien*, dont nous avons vu plus haut la distribution. Mais, fait capital à retenir, la racine dorsale présente, juste avant sa jonction avec la ventrale, un petit renflement appelé *ganglion spinal*, ce qui ne se voit jamais sur la racine ventrale (fig. 186 et 188).

La moelle épinière est composée d'une substance grise centrale et d'une substance blanche périphérique. — Telle est la configuration extérieure de la moelle épinière. Si nous nous en tenions là, nous pourrions conclure avec les anciens que la moelle épinière n'est qu'un gros nerf dont elle a les apparences. Mais faisons une coupe en travers et examinons la surface de section, nous verrons que les portions périphériques sont *blanches*, tandis que la partie centrale est *grise*. Comme le montre la section (fig. 188), l'axe gris a la forme d'une H dont les jambages sont renflés aux bords; il affecte en réalité pour la moelle tout entière la figure d'une colonne cannelée sur ses quatre faces.

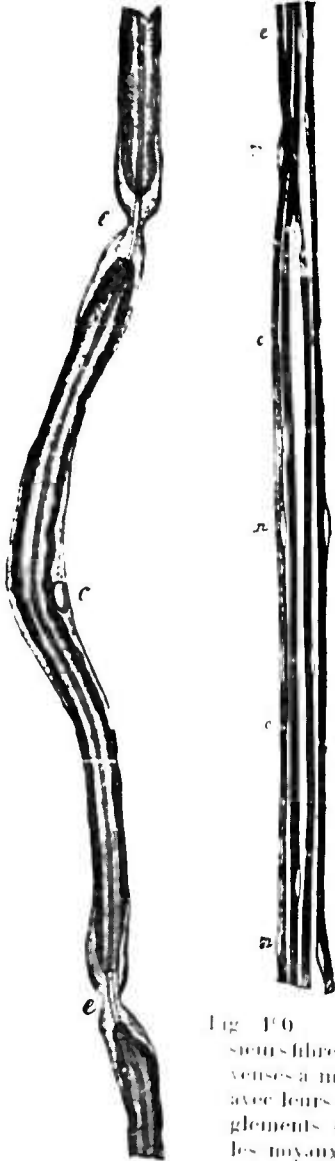


Fig. 190. Plusieurs fibres nerveuses à myéline avec leurs étranglements (e) et les noyaux de la gaine de Schwann (c).

Fig. 189. Fibre nerveuse montrant un filament central.

Le cylindre axe, entouré d'une gaine de myéline, qui est elle-même enfermée dans la gaine de Schwann. Cette dernière présente un noyau en c. De distance en distance, on voit un étranglement (e).

Les anatomistes français ont l'habitude de mettre en haut, sur les dessins, la face ventrale de la moelle, de sorte que la partie ventrale de l'axe gris est supérieure : son renflement ventral porte le nom de *corne antérieure* ou *ventrale*, et son prolongement dorsal, celui de *corne dorsale* ou *postérieure*. La forme de ces cornes est le plus souvent celle d'une *tête* se rattachant par un col au reste de l'axe gris, mais elle varie selon les régions de la moelle.

La barre transversale de l'H, qui relie les deux portions laté-

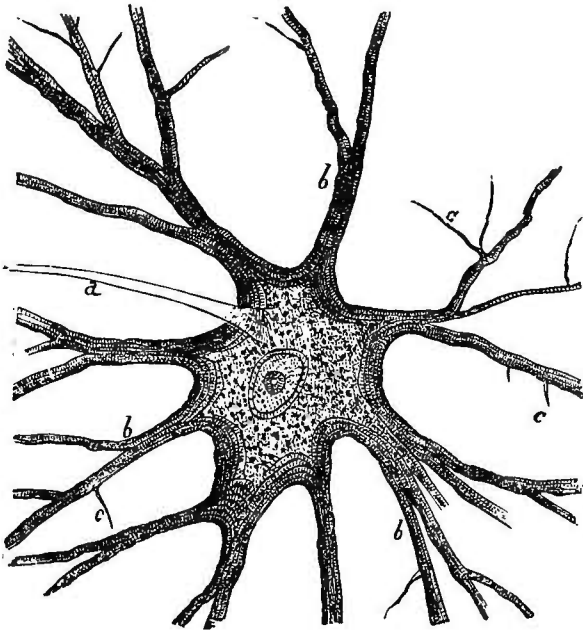


Fig. 191. — Cellule nerveuse de la corne ventrale de la moelle.

b, b, prolongements protoplasmiques avec des ramifications (*c, c*); *a*, prolongement de Dendrite ou cylindre-axile.

rales de l'axe gris, est à découvert dans le fond du sillon médian dorsal, où elle forme la commissure grise. Du côté ventral, elle n'arrive pas au niveau du sillon médian, dont elle est toujours séparée, par le pont de substance que nous avons appelé la commissure blanche. Enfin, au centre même de la bande transversale de l'axe gris, on aperçoit la section d'un canal, le *canal central* de la moelle, qui est le résidu du canal parcourant le tube médullaire de l'embryon.

Constitution de la moelle et des nerfs. — La substance grise

est essentiellement formée de cellules nerveuses. — Lorsqu'on examine le fin granulé que figure la substance grise, on voit, au microscope, qu'elle est formée essentiellement de cellules. Ces



Fig. 192. — Cellule ganglionnaire sympathique de la grenouille grosse.

cn, protoplasma; n, noyau avec son nucléole (n'); q, q., capsule de la cellule; nq, noyau de la capsule; fns, prolongement de Deiters; fns, fibre venant d'une autre cellule et s'enroulant en spirale autour du cylindre axé de la première cellule.

cellules, dites *nerveuses*, n'ont été découvertes que vers 1850; mais, pendant une dizaine d'années, on les a prises pour des animaux microscopiques, des infusoires. Aujourd'hui l'on sait que ce sont des éléments formés d'un noyau, d'un corps cellulaire envoyant des prolongements dans tous les sens (fig. 191). Les cellules nerveuses sont la plupart pourvues de prolongements multiples (*cellules multipolaires*); quelques-unes n'en présentent que deux; enfin, il en est dont les deux prolongements d'abord réunis en un seul filament se séparent à une certaine distance de la cellule, pour aller l'un à la périphérie, l'autre vers le centre.

Les prolongements qu'émettent les cellules nerveuses sont de deux sortes : les plus nombreux (6 à 10) sont formés de la même substance que le protoplasma de la cellule; d'où le nom de *prolongements protoplasmiques*; au bout d'un trajet très court, ils se bifurquent et émettent des rameaux (c) infiniment plus multipliés que ceux qui sont représentés. Ces derniers continuent à se diviser et à former des filaments d'une ténuité extrême, allant s'entre-croiser avec ceux des cellules voisines, de sorte qu'il en résulte un enchevêtrement inextricable. Enfin, à côté des prolongements protoplasmiques, les cellules multipolaires donnent naissance à un prolongement conique (fig. 191, a) d'aspect

homogène et réfringent : celui-ci porte le nom de *prolongement de Deiters*, du nom du médecin qui l'a découvert en 1865. Ce n'est que vers sa terminaison que ce prolongement de Deiters se

divisée en filets plus fins, figurant une sorte de *buisson*, dit *terminal*.

Le prolongement de Deiters est remarquable à un autre point de vue (fig. 193, *m*) : il sort de la substance grise et se prolonge dans la substance blanche sous la forme d'un cylindre appelé *cylindre-axe*. De là, il passe dans les racines *ventrales* des nerfs périphériques, et se termine dans les organes. Les racines *ventrales* des nerfs rachidiens sont donc les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses de la moelle épinière. On a fait à ce sujet une observation intéressante; les cellules nerveuses des cornes ventrales, par exem-

ple, sont d'autant plus volumineuses que le cylindre-axe auquel elles donnent naissance fait partie d'un nerf plus long. Voilà pourquoi on trouve les cellules les plus grandes dans les renflements cervical et lombaire dont les nerfs se rendent aux extrémités des membres supérieurs et inférieurs.

La substance blanche se com-

pose de cylindres-axes entourés de myéline. — Nous venons de voir que le cylindre-axe se prolonge dans la substance blanche. Au moment où il y pénètre, il s'entoure d'un manchon formé d'une substance particulière, appelée *myéline*, qui est liquide, brillante et réfracte fortement la lumière : d'où la couleur blanche de la substance périphérique de la moelle et celle des nerfs rachidiens. Sur la figure 194, en *i*, on a conservé autour du cylindre-axe un bout de la gaine de myéline. On donne au cylindre-axe le nom de *fibre nerveuse*. Celle-ci peut s'entourer d'un manchon de myéline :

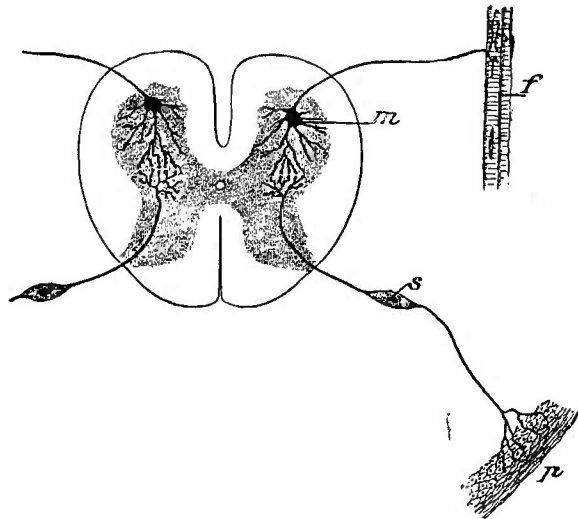


Fig. 195. — Section de la moelle épinière.

m, cellule des cornes ventrales avec un prolongement de Deiters ou cylindre-axe allant innervier une fibre musculaire; *s*, cellule d'un ganglion spinal avec un prolongement allant à la moelle et un autre à la peau (*p*).

re sont alors (fig. 194) les fibres à myéline. On leur avait donné le nom de *tube nerveur* à une époque où l'on croyait qu'il y avait un canal à la place du cylindre-axe.

Les fibres des nerfs rachidiens sont formées d'un cylindre-axe, de myéline et d'une gaine de Schwann. — En passant de la moelle dans les racines des nerfs rachidiens, la fibre nerveuse entoure d'une seconde enveloppe, découverte en 1840 par Schwann, professeur de médecine à l'Université de Louvain : d'où

son nom de *gaine de Schwann*. Celle-ci accompagne la fibre nerveuse jusqu'à sa terminaison dans les organes; elle est très mince et hyaline; elle enserre et protège le nerf comme l'enveloppe de caoutchouc qui entoure le fil électrique (fig. 189).

La présence de la gaine de Schwann amène une modification intéressante dans la gaine de myéline : comme le montre la figure 189 en *c*, de distance en distance la fibre nerveuse paraît rétrécie et étranglée. Cet aspect est dû à ce fait que la gaine de Schwann se met, en certains points, en contact avec le cylindre-axe et que la myéline manque à ce niveau, c'est-à-dire aux étranglements.

Ces étranglements en forme d'anneaux ont été découverts par M. Ranvier, d'où le nom d'*étranglements de Ranvier*, par lequel il convient, avec les étrangers, de les désigner.

Outre ces éléments nerveux proprement dits, on en trouve d'autres formant à la substance nerveuse un tissu de soutien, qu'on a comparé à une glu ou à un ciment qui sert à les réunir; d'où le nom de *névroglie* (*neuron*, nerf; *glia*, glu).

En résumé, la substance grise de la moelle épinière est essentiellement formée de cellules nerveuses. Parmi ces dernières, on en voit (fig. 195) qui émettent, outre les prolongements protoplasmiques, un cylindre-axe passant par la substance blanche, puis le cylindre-axe va se distribuer dans les muscles (*f*). Aux prolongements protoplasmiques de cette cellule ventrale (*a*) viennent s'accoler, d'autre part, les dernières divi-



Fig. 194

cellule nerveuse — deux prolongements; *c*, le tube nerveur, dont la partie moyenne est entourée de la zone de myéline et dont les deux bouts présentent le cylindre-axe nu.

sions, figurant une arborisation, du prolongement central de chaque cellule des ganglions spinaux (*s*).

Racines dorsales des nerfs rachidiens et ganglions spinaux.

— Nous venons de voir que les racines *ventrales* des nerfs rachidiens sont des prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses de l'axe gris. Quant aux racines *dorsales*, elles représentent des prolongements des *ganglions spinaux* servant à relier ces derniers à la moelle épinière.

Les ganglions spinaux, situés sur le trajet des racines dorsales (voir p. 226), sont des amas de cellules nerveuses qui représentent en réalité des îlots de substance grise détachés de la moelle épinière. Chacune des cellules qui composent ces îlots est pourvue de deux prolongements, l'un qui va vers la moelle et l'autre

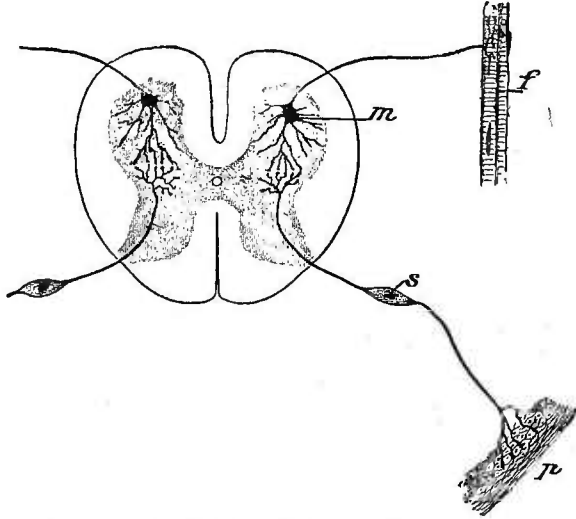


Fig. 195. — Section de la moelle épinière.

m, cellule des cornes ventrales émettant un cylindre-axe qui aboutit à une fibre musculaire (*f*); *s*, cellule d'un ganglion spinal, qui envoie un prolongement dans l'axe gris de la moelle, et, un autre, périphérique, dans la peau (*p*).

qui se dirige vers la périphérie (fig. 195, *s*). Malgré cette destination si différente, les deux prolongements finissent d'une façon identique : le prolongement périphérique s'épanouit dans la peau ou les muqueuses où il se termine par des boutons libres (voir fig. 260, p. 327); le prolongement central, d'autre part, se divise en un buisson terminal qui enveloppe les cellules de la substance grise.

Valeur des diverses parties de la moelle. — C'est par les fibres qu'émettent les cellules nerveuses et les rapports qu'elles contractent qu'on peut juger de la valeur des diverses parties de la moelle.

Les cornes *ventrales* de la moelle présentent des cellules multipolaires, dont le prolongement cylindraxile sort de la moelle et

va former le cylindre-axe d'une racine ventrale, allant se terminer dans un muscle. Les prolongements protoplasmiques des cellules ventrales restent dans la moelle et mettent ces cellules en relation de contact avec les autres amas cellulaires.

Quant aux racines *dorsales*, elles représentent les prolongements centripètes des ganglions spinaux et font communiquer ces derniers avec les amas cellulaires des cornes dorsales (fig. 196).

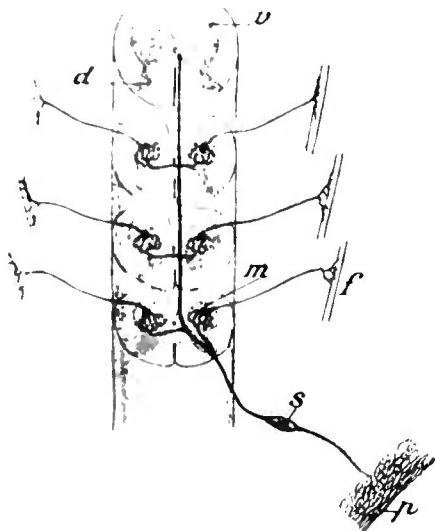


Fig. 196. — Tronçon de la moelle épinière avec un ganglion spinal et une racine dorsale ou sensitive (s).

v, corne ventrale; *d*, corne dorsale; *m*, cellule ventrale ou motrice; *f*, muscles; *p*, peau.

le prolongement central de la cellule du ganglion spinal sous la forme d'un trait noir qui monte vers le bulbe et qui émet, à divers niveaux, des rameaux latéraux allant se mettre en contact avec les cellules ventrales de l'axe gris.

Signalons enfin, à la surface des cordons latéraux, un cordon qui renferme des fibres venant de l'axe gris de la moelle et allant jusqu'au cervelet (*faisceau cérébelleux direct*).

Fonction des nerfs rachidiens. — Lorsqu'on se brûle le doigt, chacun sait que par un mouvement en quelque sorte automatique, on écarte immédiatement la main de l'objet qui l'a blessée. Les Anciens connaissaient ce fait; ils savaient, en outre, que,

Pour ce qui concerne la valeur des cordons blancs *ventraux* et une partie des cordons *latéraux*, ils représentent des cylindres-axes venant des cellules de l'écorce cérébrale: ce sont, comme nous le verrons plus loin (p. 275 et 288), des conducteurs transmettant les ordres de la volonté aux cellules de la substance grise de la moelle.

Les cordons dorsaux sont au contraire des prolongements des ganglions spinaux reliant ces derniers aux divers étages de la moelle (voir fig. 196).

On voit sur cette figure

quand les nerfs allant à un membre sont coupés par accident, ce membre ne sent plus la douleur et perd la propriété de contracter volontairement ses muscles. Jusqu'au début du XIX^e siècle, on se bornait à faire des suppositions sur le rôle des nerfs : on pensait qu'ils conduisaient, les uns le mouvement, les autres la douleur, ou bien qu'ils transmettaient mouvement et douleur, selon les circonstances.

Les racines dorsales renferment des fibres sensibles. — En 1811, le chirurgien anglais Ch. Bell, en faisant des expériences sur les animaux, distingua, à la face, des nerfs qui transmettaient les impressions de la peau à l'encéphale (*nerfs sensitifs*, ou *centripètes* (*peto*, je gagne; *centrum*, le centre) et des nerfs qui con-

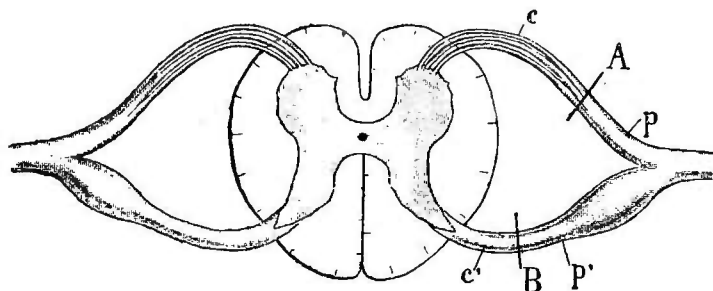


Fig. 197. — Section en travers de la moelle épinière.

La face ventrale est tournée en haut; *c*, racine ventrale partant de la corne ventrale de la substance grise; *c'*, racine dorsale, aboutissant à la corne dorsale.

duisaient le mouvement de l'encéphale vers la périphérie; ces derniers sont les nerfs *moteurs* ou *centrifuges* (*fugo*, je fuis).

En 1822, le médecin français Magendie entreprit de voir si, au point de vue du fonctionnement, les deux ordres de racines des nerfs rachidiens ne présentaient entre elles aucune différence. Sur un jeune chien de six semaines, il coupa les racines dorsales des nerfs lombaires et sacrés (fig. 197, B); au moment de la section, l'animal *hurlait*, c'est-à-dire qu'il accusait la souffrance en poussant des cris; après l'opération, le membre correspondant était insensible à la douleur. En excitant le bout central de la racine dorsale (*c'*), Magendie vit l'animal se débattre et crier, tandis que le bout périphérique (*p'*), excité, ne donnait lieu à aucune réaction. Il conclut de cette expérience que les filets nerveux de la racine dorsale conduisent les impressions périphériques vers la moelle, et qu'ils sont exclusivement *centripètes* ou *sensitifs*.

Les racines ventrales renferment des fibres motrices. — Dans une seconde série d'expériences, Magendie, laissant les racines dorsales intactes, coupa les racines ventrales (fig. 197, A). Au moment de la section, il constata des soubresauts dans le membre du côté opéré; après la section, le membre était immobile et flasque (paralysé du mouvement), tandis qu'il conservait sa sensibilité intégrale. D'autre part, en excitant le bout périphérique de la racine ventrale (A, p), Magendie produisait des contractions dans les muscles; tandis qu'en excitant son bout central (A, c), il ne vit pas réagir l'animal. Il en conclut que la racine ventrale contient des filets nerveux qui ne conduisent pas vers le centre et qu'elle renferme exclusivement des nerfs *centrifuges* ou *motrices*.

Nerf mixte. En se réunissant pour former les nerfs rachidiens, les racines ventrales uniquement motrices, et les racines dorsales uniquement sensibles donnent naissance à un faisceau nerveux où les fibres sensibles sont juxtaposées aux fibres motrices, mais chacune de ces fibres conserve ses propriétés jusqu'au bout; les nerfs rachidiens sont donc des *nerfs mixtes*, c'est-à-dire qu'ils sont à la fois les agents de la sensibilité et du mouvement.

La racine des *racines ventrales* ou motrices sont des fibres nerveuses qui sont des prolongements cylindraxiles des cornes ventrales de l'axe gris de la moelle. Les *racines dorsales* ou sensibles sont au contraire des prolongements cylindraxiles des cellules des ganglions spinaux. Chacune de ces dernières cellules est pourvue d'un double prolongement: le prolongement *central* va vers la moelle et le prolongement *périphérique* se dirige au dehors pour faire partie du nerf mixte (197, B).

La confirmation de ces faits nous est donnée par ce qui arrive lorsqu'on sépare un prolongement nerveux de la cellule qui lui a donné naissance: ce prolongement nerveux se trouve dans les mêmes conditions que le bras que l'on coupe à un poulpe: il se désorganise et *dégénère*.

Comme l'a indiqué le premier le médecin anglais Waller vers 1830, lorsqu'on divise sur un animal la racine ventrale d'un nerf rachidien, les fibres nerveuses du bout périphérique s'altèrent et se détruisent: *elles dégénèrent* du centre à la périphérie. Lorsqu'on sectionne au contraire la racine dorsale, c'est le **bout central**, attaché à la moelle épinière qui dégénère de la **périphérie** au

entre, tandis que le bout qui reste en relation avec le ganglion rachidien continue à vivre.

Les fibres nerveuses des cordons blancs se comportent de même : les cordons *ventraux* divisés dégénèrent de la tête vers la queue, c'est-à-dire de haut en bas ; il en est de même de la plus grande partie des cordons latéraux. Les cordons *dorsaux*, au contraire, dégénèrent de bas en haut.

Citons, comme exemple de la dégénérescence des cordons dorsaux, une maladie caractérisée par la démarche difficile et désordonnée (*ataxie locomotrice progressive, ataxia, désordre*) et dont on rencontre trop souvent des exemples : le malade ayant perdu ses impressions du tact ne peut régler l'étendue de ses mouvements, et lance en marchant ses jambes follement en avant et en dehors. Cette maladie débute par des douleurs aiguës et rapides, comme des éclairs, ce qui s'explique par l'irritation des filets des racines dorsales, et elle finit par une insensibilité à peu près complète des membres abdominaux. Lorsqu'on examine plus tard les cordons dorsaux de la moelle, on les trouve, ainsi que les parties voisines, dégénérés jusqu'auprès du bulbe.

La moelle est un centre nerveux. — Jusqu'ici nous n'avons considéré la moelle que comme agent conducteur ; mais, ce que nous avons dit au sujet de la présence des cellules nerveuses que renferme la substance grise nous montre qu'elle n'est pas un gros nerf, comme le croyaient les anciens médecins.

Enlevons la tête à une grenouille : sa volonté sera supprimée, le tronc et les membres resteront immobiles. Mais, si vous pincez légèrement la patte gauche de derrière, ce membre fera un mouvement. Analysons ce qui s'est passé : l'impression périphérique a été transmise à la moelle par les nerfs centripètes, et de l'axe gris est partie une excitation qui, en suivant les nerfs centrifuges, a déterminé la contraction des muscles.

Acte réflexe. — On donne le nom de *réflexe* à cette série d'actes, comme si l'impression n'avait fait que se réfléchir aux muscles par l'intermédiaire des nerfs et de la moelle. Ajoutons que, si l'une des parties de cet arc (nerf centripète, axe gris, ou nerf centrifuge) est divisée ou détruite, le réflexe n'aura plus lieu. Les glandes reçoivent des nerfs qui se terminent au contact des cellules épithéliales comme les nerfs moteurs au niveau du muscle. Les glandes réagissent sous l'influence de l'excitation du nerf ;

mais, au lieu de donner lieu à une contraction, elles produisent une sécrétion.

Lorsqu'on introduit un fruit acide dans la bouche, on provoque instantanément un jet de salive. C'est là un des meilleurs exemples de sécrétion par acte réflexe.

Voici quel est le mécanisme de cet acte réflexe, si nous prenons comme exemple la glande sous-maxillaire. (Voy. p. 32.)

La figure 198 montre en *a* un nerf, qui va se distribuer en partie dans la langue, c'est le nerf *lingual*. Il renferme des filets nerveux qui aboutissent aux centres encéphaliques et donnent la *sensibilité* à la muqueuse linguale. Cela signifie que le contact d'un corps à la surface de la langue (I) donne lieu à une impression, que le nerf transmet selon la flèche (*f*) au centre (C). Outre

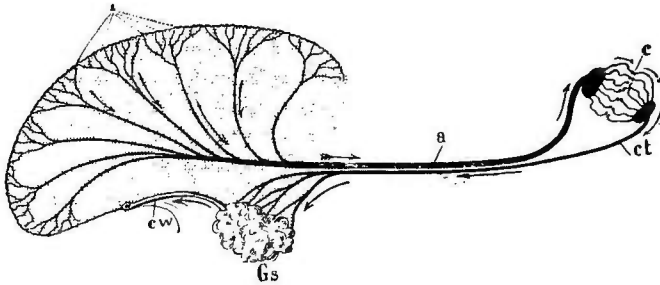


Fig. 198. — Réflexe salivaire.

ces filets *centripètes*, le lingual reçoit, grâce à un rameau nerveux, qui passe en dedans de la membrane du tympan et qu'on appelle la *corde du tympan* (*ct*), des filets qui, d'abord accolés au nerf lingual, le quittent pour se rendre à la glande sous-maxillaire (*Gs*). L'impression périphérique, arrivée au centre (C), y est transformée en un mouvement qui passe par les filets de la corde du tympan et se réfléchit de dedans en dehors jusque sur la glande sous-maxillaire. C'est là l'*acte réflexe* qui explique que le contact d'un corps sapide sur la langue amène une sécrétion et l'écoulement de la salive sous-maxillaire par le canal de Wharton (*cW*). Après la section de la corde du tympan, le vinaigre mis dans la bouche ne produit plus d'écoulement de salive par le canal de Wharton; autrement dit, le réflexe est aboli.

Nature de l'acte réflexe. — Plusieurs questions se posent au sujet d'un acte réflexe. D'abord que conduit le nerf? On avait

supposé que le courant était de la chaleur ou de la lumière, et surtout de l'électricité. Il n'en est rien. En coupant une fibre nerveuse et en rejoignant les deux bouts, le courant ne passe plus, tandis que l'électricité repasse par le fil télégraphique dont on rejoint les deux bouts. De plus, on sait que la vitesse du fluide électrique est de 460 000 kilomètres à la seconde, tandis que le courant nerveux ne se propage par seconde, *dans les nerfs moteurs*, qu'avec une vitesse de 30 mètres chez la grenouille, de 60 mètres chez l'homme; la rapidité de sa propagation varie même, comme l'a montré M. Chauveau, chez les individus de même espèce : sa vitesse est plus grande chez les chevaux de race, par exemple.

Telle est la vitesse du courant dans le nerf *moteur*; dans le nerf *sensitif*, elle est de 150 mètres, c'est-à-dire deux fois aussi rapide. Il semble donc qu'il y a une différence entre les courants nerveux centripète et centrifuge.

Ces faits sont de nature à faire admettre que le *courant nerveux* diffère du courant électrique. Ajoutons que la rapidité avec laquelle le nerf conduit le courant varie avec la température du nerf et que le *froid* abolit transmission et sensibilité.

Autre différence : un nerf qui est excité avec un excitant de *même* intensité sur deux points, situés à des distances différentes du muscle, ne répond pas de la même façon : l'excitation qui vient de *plus loin* donne une contraction plus énergique que l'autre. Le courant nerveux acquiert des forces à mesure qu'il progresse dans le nerf; il se comporte comme la *boule de neige* ou *l'avalanche*.

Concluons : le réflexe est un acte par lequel l'impression périphérique d'un nerf sensitif est conduite à des cellules nerveuses, qui (après élaboration ou transformation de l'impression) réfléchissent l'excitation sur un nerf moteur. Nous jugeons qu'il y a un réflexe quand, après excitation d'un nerf sensitif, nous voyons se produire une contraction dans les muscles ou une sécrétion dans les glandes. Autrement dit, la cellule nerveuse *excitée* est le siège d'un travail, d'une élaboration spéciale, dont nous ignorons la nature intime, mais dont nous voyons les effets.

Il se produit des quantités de réflexes tous les jours sous nos yeux. Regardez une personne endormie; une mouche se pose sur son visage; son bras se contracte et fait un mouvement pour la chasser. Chatouillez à cet individu la plante du pied, il retirera le pied, et, au réveil, il n'aura pas conservé la mémoire des actes

accomplis, parce que la sensibilité consciente et la volonté sont presque entièrement éteintes pendant le sommeil.

Lois réflexes. — Plus l'excitation périphérique est forte, plus grand sera le nombre des muscles qui se contracteront; si, sur la grenouille décapitée, qui nous a servi déjà d'exemple, vous augmentez l'excitation de la patte, elle retirera non seulement

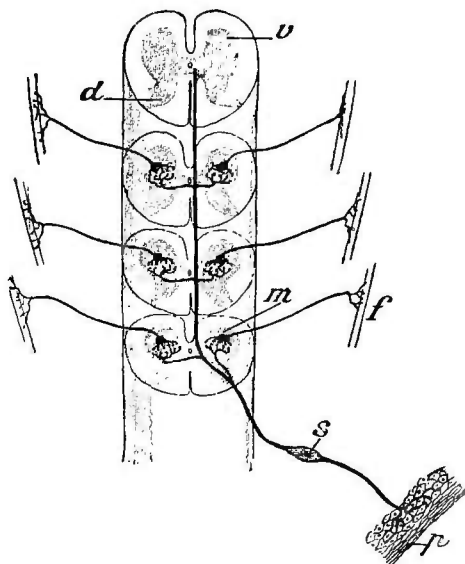


Fig. 199. — Tronçon de la moelle épinière avec un ganglion spinal et une racine dorsale (s).

v, corne ventrale; *d*, corne dorsale; *m*, cellule ventrale ou motrice; *f*, muscles; *p*, peau.

la patte intéressée, mais encore celle de l'autre côté. Enfin, si l'excitation est encore plus violente, les quatre membres se mettront en mouvement, et elle sautera.

Quand l'excitation de la peau (fig. 199 *p*) est faible, elle arrive à quelques cellules seulement d'un ganglion rachidien (*s*), qui transmettent l'impression périphérique à une cellule nerveuse ou à un petit nombre de cellules nerveuses de la moelle épinière (*m*); d'où la contraction d'un petit groupe de muscles (*f*), situé du même côté où a

eu lieu l'excitation (*Loi de l'unilatéralité*). Si l'excitation est plus forte, les prolongements centraux des cellules du ganglion rachidien transmettront l'impression aux cellules motrices de la moelle situées du côté opposé (côté gauche de la fig. 199); il y aura contraction non seulement des muscles de la patte excitée, mais encore de ceux de la patte opposée (*Loi de la symétrie*). Enfin, si l'excitation de l'une des pattes est plus intense encore, les rameaux latéraux qui munissent, à divers niveaux, le prolongement central des cellules du ganglion rachidien, transmettront l'impression à l'ensemble des cellules motrices de la moelle; d'où contraction des muscles des quatre membres du tronc et de l'ensemble du corps (*Loi de la généralisation*).

CHAPITRE IV

ENCÉPHALE

§ 1. — Bulbe rachidien.

L'encéphale se compose des parties suivantes (fig. 187) : 1° le *bulbe rachidien* (C) ; 2° la *protubérance annulaire* (fig. 223, *pa*) ; 3° le *cervelet* (fig. 187, B) ; 4° le *cerveau* (fig. 187 A).

Bulbe rachidien. — Le bulbe rachidien est le renflement supé-

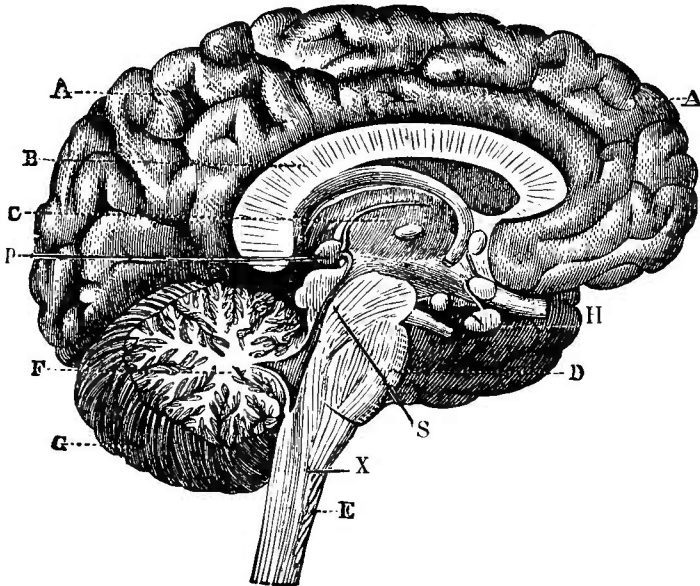


Fig. 200. — Encéphale (coupe médiane et verticale).

AA, face de l'hémisphère gauche ; B, corps calleux (coupé) ; C, couche optique ; D, protubérance annulaire ; E, bulbe ; F, arbre de vie ; G, face extérieure du lobe gauche ; H, corps pituitaire ; *p*, glande pinéale.

rieur de la moelle ; il pèse 9 grammes ($\frac{1}{3}$ de la moelle.) Du côté dorsal, le bulbe est recouvert par le *cervelet* (F et G, fig. 200).

Un sillon transversal sépare le bulbe d'un renflement antérieur, appelé *protubérance annulaire* ou *pont de Varole*, du nom de l'anatomiste italien *Varoli*, qui l'a bien décrit au xvi^e siècle.

Une série de prolongements relie le bulbe et la protubérance.

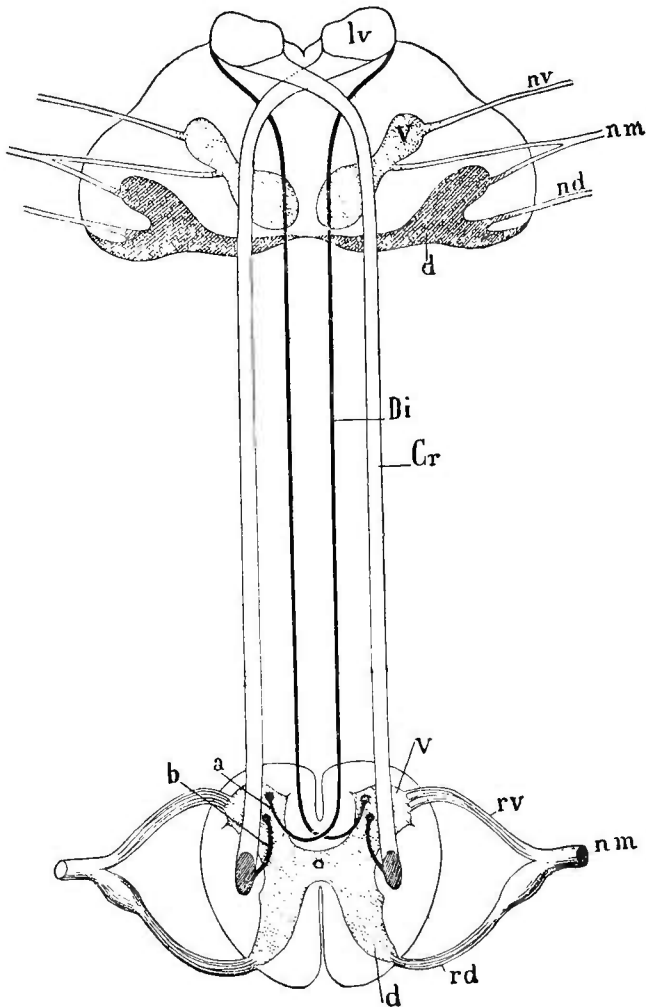


Fig. 201. — Figure théorique représentant *en bas* une coupe transversale de la moelle, et, *en haut*, une coupe semblable du bulbe pour montrer comment se comportent les cordons de la moelle en passant dans le bulbe.

Di, faisceau pyramidal (direct) *droit*, qui en bas passe en *a* dans la moitié *gauche* de la moelle et en haut se place sur la partie externe de la pyramide (*lv*); *Cr*, faisceau pyramidal croisé, qui se termine en bas dans la moitié correspondante de la moelle (*b*) et s'entre-croise dans le bulbe pour passer dans le côté opposé; *vv*, corne ventrale de la moelle et du bulbe; *dd*, corne dorsale des mêmes; *rv*, racine ventrale des nerfs rachidiens; *rd*, racine dorsale des mêmes *nm*, nerf mixte; *nv*, nerf moteur crânien; *nd*, nerf sensitif crânien; *nm*, nerf mixte crânien.

aux parties voisines; le *pédoncule cérébelleux inférieur* (fig. 202, 7) unit le bulbe au cervelet; le *pédoncule cérébelleux moyen* unit

les parties latérales du cervelet au bulbe et à la protubérance (fig. 202, 8), le *pédoncule cérébelleux supérieur* (9), relie le cervelet au cerveau.

Structure du bulbe. — Le bulbe est composé, comme la moelle, de cellules nerveuses et de cordons blancs, mais disposés d'après un plan différent.

La substance blanche occupe les parties ventrales (dites *pyramides ventrales*), et latérales (faisceau *latéral* ou *intermédiaire*), tandis que la substance grise s'étale sur la face dorsale du bulbe, où elle forme le plancher d'une cavité située entre le bulbe et le cervelet (*4^e ventricule*).

Les fibres du bulbe se prolongent à travers la protubérance puis, arrivées à son bord antérieur, elles constituent deux gros faisceaux qui s'écartent de chaque côté de la ligne médiane en formant les *pédoncules cérébraux* (fig. 225 *pd* et *pg*). Chaque pédoncule va plonger dans la moitié correspondante du cerveau.

Trajet des faisceaux blancs dans le bulbe. — Sur toute la longueur de la moelle thoracique et cervicale, le cordon ventral de droite (fig. 201, *Di*) envoie à travers la commissure blanche des fibres obliques (*a*) qui se terminent dans la corne gauche et s'entre-croisent avec les fibres qui vont de l'autre côté. Il en résulte deux faisceaux qui, s'étant croisés au niveau de la moelle, traversent les pyramides ventrales du bulbe sans s'y entre-croiser : ce sont les deux *faisceaux pyramidaux directs* (*Di*).

Les cordons latéraux de la moelle contiennent chacun un faisceau (*Cr*) qui suit un trajet direct jusqu'au bulbe ; mais, en arrivant à ce niveau, ce faisceau (*droit*) se dirige obliquement vers celui du côté opposé, se croise avec lui sur la ligne médiane et passe dans la pyramide ventrale du côté *gauche*. De même pour le faisceau *gauche*. Chacun de ces faisceaux, direct à la moelle, mais croisé au bulbe, porte le nom de *faisceau pyramidal croisé* (*Cr*). C'est lui qui forme la *décussation des pyramides*, en s'entre-croisant avec son homonyme. Cet entre-croisement des pyramides du bulbe a été découvert dès le début du xviii^e siècle par Mistichelli, médecin de Rome.

Les fibres des pyramides vont de là traverser la protubérance, puis elles se prolongent dans le pédoncule cérébral correspondant dont elles forment l'étage ventral (fig. 223, *e*).

De même les cordons dorsaux de la moelle renferment chacun

un faisceau qui monte directement dans la moelle (fig. 199); comme les faisceaux pyramidaux croisés, ils s'inclinent dans le bulbe et les fibres de droite passent à gauche et réciproquement.

Après cette décusation, les deux faisceaux montent dans le bulbe, puis dans la protubérance et forment l'étage dorsal des pédoncules cérébraux.

Par leur trajet oblique vers la face ventrale du bulbe, le faisceau pyramidal croisé et le faisceau dorsal passent à travers la substance grise des cornes ventrale et dorsale de la moelle et la divisent en îlots isolés. De ces îlots, les uns sont placés sur le plancher du 4^e ventricule, les autres restent logés dans l'épaisseur même du bulbe.

Disposition et valeur des amas gris du bulbe. —

Les cellules nerveuses du bulbe sont disposées en amas distincts et séparés par le passage des cordons blancs. Comme dans la moelle, le bulbe donne naissance à des nerfs, nerfs *bulbaires* ou *crâniens*; les cellules *motrices* fournissent, par leur prolongement *cylindraxile*,

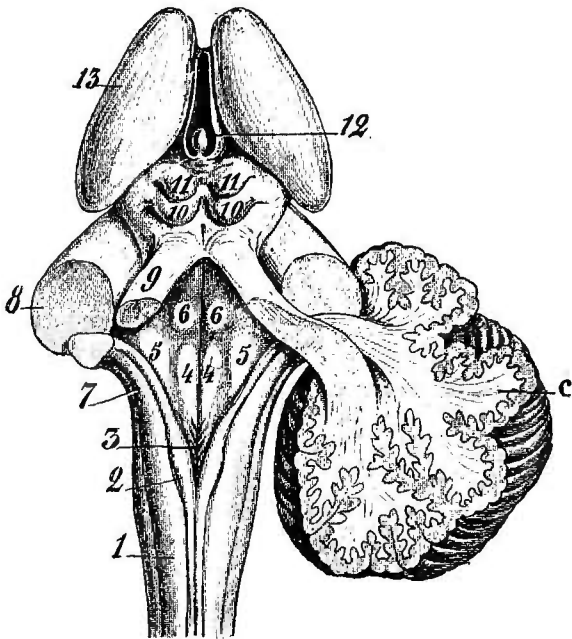


Fig. 202. — Vue de la moelle cervicale, du bulbe, de la protubérance annulaire et des couches optiques.

Le cerveau a été enlevé, ainsi que le cervelet, sauf la partie inférieure de l'hémisphère cérébelleux droit, qui présente l'*arbre de vie* (c). 1, cordon dorsal de la moelle, qui *semble* se continuer en haut avec le pédoncule cérébelleux inférieur (7) dont la partie interne (2) est appelée *pyramide postérieure*; 3, bec du calamus avec ses barbes; 4, 4, *aile blanche interne*, noyau d'origine de l'hypoglosse; 5, 5, *aile blanche externe*, noyau de terminaison du nerf auditif; entre 4 et 5, existe une trainée grise, dite *aile grise*, noyau de terminaison du glosso-pharyngien, du pneumogastrique et d'une partie du spinal; 6, 6, noyau d'origine de l'oculomoteur externe et du facial; 8, pédoncule cérébelleux moyen; 9, pédoncule cérébelleux supérieur; 10 et 11, tubercules quadrijumeaux inférieurs (10) et supérieurs (11); 12, glande pinéale; 13, couche optique.

Les cellules nerveuses du bulbe sont disposées en amas distincts et séparés par le passage des cordons blancs. Comme dans la moelle, le bulbe donne naissance à des nerfs, nerfs *bulbaires* ou *crâniens*; les cellules *motrices* fournissent, par leur prolongement *cylindraxile*,

des fibres centrifuges; les cellules du bulbe reçoivent sur leur pourtour l'arborisation des prolongements qui partent des ganglions annexés à certains nerfs crâniens ou bulbaires.

Plusieurs îlots de cellules nerveuses sont visibles sur le plan-

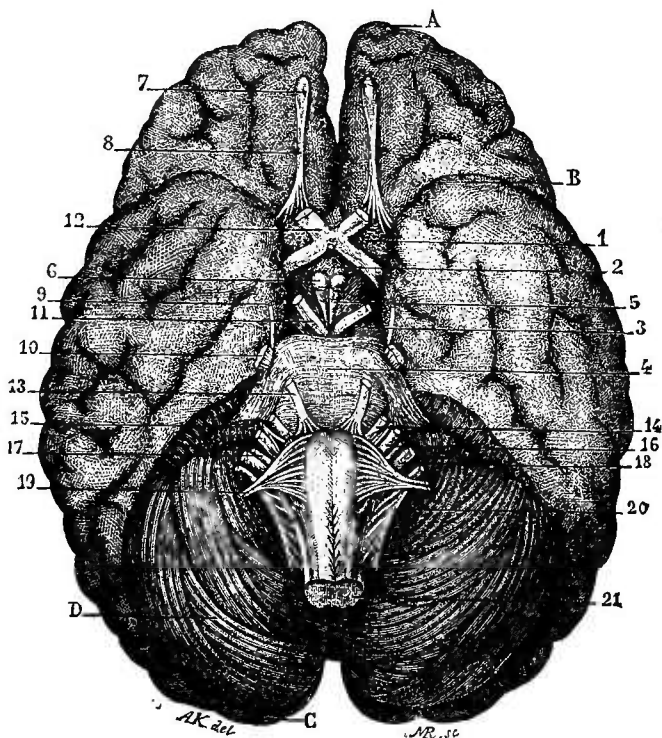


Fig. 205. — Base du cerveau.

A, lobe frontal; B, lobe temporal; C, lobe occipital; D, cervelet; 1, espace latéral, perforé de trous vasculaires; 2, 2, tubercule cendré, avec la tige du corps pituitaire; 3, pédoncule cérébral; 4, protubérance annulaire; 5, espace perforé moyen (entre les deux pédoncules); 6, tubercules mamillaires; 7, bulbe olfactif avec sa bandelette rétrécie (8); 9, nerf pathétique; 10, nerf trijumeau; 11, nerf oculo-moteur commun; 12, chiasma des nerfs optiques; 13, nerf oculo-moteur externe; 14, nerf facial; 15, nerf intermédiaire de Wrisberg; 16, nerf auditif; 17, nerf glosso-pharyngien; 18, nerf pneumo-gastrique; 19, nerf hypoglosse; 20, nerf spinal; 21, section de la moelle épinière.

cher du 4^e ventricule (fig. 202, 4, 5, 6). Ces amas de cellules nerveuses sont le point de départ ou le lieu d'arrivée des nerfs qui sortent par les trous du crâne; d'où le nom de nerfs crâniens qu'ils ont reçu.

Nerfs crâniens. — On les compte d'avant en arrière et on les groupe en douze paires (fig. 205). Les deux premiers, nerf

olfactif (7) et nerf optique (12), aboutissent au cerveau ; la 3^e paire émerge en avant de la protubérance annulaire, sur le bord interne du pédoncule cérébral : c'est un nerf moteur, dit *oculo-moteur commun*, qui anime plusieurs muscles de l'œil (11).

La 4^e paire (9) apparaît en dehors de chaque pédoncule cérébral ; elle est également motrice et se rend au muscle grand oblique de l'œil : c'est le nerf *pathétique*.

La 5^e paire (10) sort des parties latérales de la protubérance annulaire par deux racines, l'une externe, grosse, l'autre interne, petite. Elle se divise bientôt en trois branches innervant trois régions de la face (œil, mâchoire supérieure et mâchoire inférieure), d'où le nom de *trijumeau* ou *trifacial*. Ce nerf est sensitif par sa grosse racine, et moteur par la petite racine.

La 6^e paire (15) émerge, près de la ligne médiane, du sillon qui se trouve entre le bulbe et la protubérance annulaire ; c'est un nerf moteur qui va au muscle droit externe de l'œil ; on l'appelle *nerf oculo-moteur externe*.

Du même sillon bulbo-protubérantiel, mais plus en dehors sortent les nerfs des 7^e et 8^e paires. Le nerf de la 7^e paire (14) est moteur et va aux muscles de la face ; c'est le *nerf facial* (fig. 185, 1). Celui de la 8^e paire (fig. 205, 16) donne la sensibilité spéciale à l'organe de l'ouïe, c'est le nerf *auditif* ou *acoustique*.

Entre la 7^e paire et la 8^e paire on aperçoit un filet nerveux (15) qui a été découvert par Wrisberg, médecin allemand de la fin du xviii^e siècle. On l'appelle le *nerf intermédiaire de Wrisberg* (V. p. 528).

Les trois paires suivantes (9^e, 10^e et 11^e paires) prennent naissance dans le sillon qui est intermédiaire au faisceau latéral du bulbe et au corps restiforme ; chacune de ces paires est mixte. La 9^e paire (17) va à la muqueuse de la langue et au pharynx, d'où le nom de *glosso-pharyngien* (V. p. 528) ; la 10^e paire (18) se distribue à l'œsophage, à l'estomac, au poumon, au cœur, etc., c'est le *pneumo-gastrique*, nerf *vague* ou *triplanchnique* (voir fig. 250, p. 281). La 11^e paire (20) est le nerf du larynx ; c'est le *spinal*, s'implantant par une longue série de filets dans le bulbe et la moelle cervicale.

Enfin la 12^e paire (19) prend naissance par une série de filets échelonnés entre la pyramide ventrale et l'olive correspondante. C'est le nerf moteur de la langue, qu'il aborde par sa face ventrale ; il s'appelle le *nerf hypoglosse* (*hypo*, au-dessous ; *glossa*, langue) (voir fig. 262, p. 528 et 529).

Origine des nerfs crâniens. — L'origine de ces nerfs est la suivante : les nerfs *moteurs* (3^e, 4^e, 6^e, 7^e, 12^e paire) sont représentés par des fibres nerveuses (fig. 204 *m* à gauche) dont les cylindres-axes proviennent de grosses cellules multipolaires, analogues à celles des cornes ventrales de la moelle. Ces nerfs *coupés* dégénèrent du centre vers la périphérie.

Les paires suivantes : 1^{re} (*olfactif*), 2^e (*optique*), 8^e (*auditif*), possèdent chacune une sensibilité spéciale ; d'où leur nom de nerfs *sensoriels*. Les fibres des nerfs sensoriels prennent naissance dans des amas de cellule situés : 1^o pour la première paire, dans la muqueuse olfactive (voir p. 320) ; 2^o pour la 2^e paire dans la rétine (voir p. 539), et, 3^o pour la 8^e paire, dans l'oreille interne

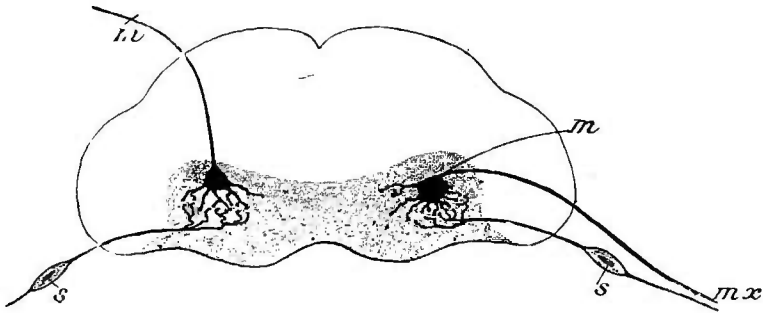


Fig. 204. — Coupe du bulbe.

A droite : *m*, cellule motrice avec prolongement cylindraxile ; *s*, cellule d'un ganglion cérébro-spinal ; *mx*, nerf mixte. — *A gauche* : *m*, nerf moteur ; *s*, nerf sensitif.

(voir p. 376). Les cellules d'origine correspondent à un ganglion spinal et les nerfs eux-mêmes à la racine dorsale d'un nerf rachidien (fig. 204, *s* à gauche).

Les nerfs des 5^e, 9^e, 10^e et 11^e paires sont des nerfs mixtes : comme les nerfs rachidiens, ils sont pourvus sur leur trajet d'un renflement ganglionnaire, analogue à un ganglion spinal. La figure 204 montre en *m* (à droite) que le filet centrifuge ou moteur est le cylindre-axe d'une cellule nerveuse du bulbe, tandis que le renflement ganglionnaire *s* (à droite) émet un prolongement central s'arborisant dans le bulbe et un prolongement périphérique allant à la peau ou aux muqueuses. La réunion de *m* et de *s* constitue le nerf mixte (*mx*).

Le *nerf intermédiaire de Wrisberg* accolé au facial et pourvu

d'un renflement (ganglion géniculé) se comporte comme la racine dorsale des nerfs mixtes. (Quant à sa fonction voir p. 329.)

Fonctions du bulbe. — La plupart des nerfs de la face et du crâne prenant naissance dans le bulbe ou aboutissant à ce centre, ce segment du système nerveux central offre une extrême importance. De plus, il émet les nerfs qui tiennent sous leur dépendance la respiration et la circulation : d'où le rôle capital que

joue le bulbe dans l'accomplissement de ces fonctions.

Galien avait déjà vu que la lésion du bulbe amène des conséquences très graves. De nos jours, les physiologistes français Legallois (début du XIX^e siècle) et Flourens (1^{re} moitié du XIX^e siècle) ont montré qu'en détruisant un point déterminé du bulbe, on amène la mort immédiate : on a donné à ce point le nom de *nœud vital*.

Nœud vital. — Nous avons vu que le nerf pneumogastrique prend

naissance à la pointe du plancher du 4^e ventricule, de chaque côté d'un sillon médian qui parcourt le plancher (entre 4 et 5 de la figure 205). Ce sillon (5) a été comparé à une plume à écrire (plume d'oie avec ses barbes) : d'où le nom de *calamus scriptorius*; son bout ou *bec* figure la fossette où vient s'ouvrir le canal central de la moelle épinière.

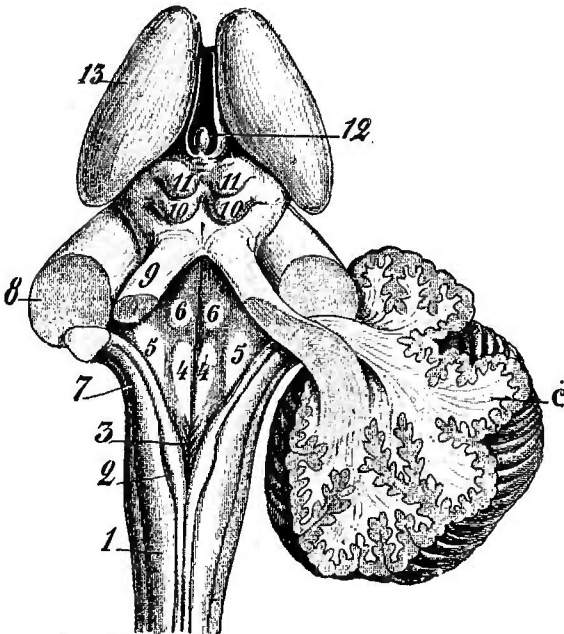


Fig. 205. — 4^e ventricule (voir fig. 202).

c, cervelet; 1, moelle; 2, cordon postérieur du bulbe, 3, bec du *calamus scriptorius*; 4, 4, noyau de l'origine de l'hypoglosse; 5, 5, noyau d'origine du trijumeau; 6, 6, noyau d'origine de l'oculo-moteur externe et du facial; pédoncules cérébelleux inférieur (7), moyen (8), supérieur (9); 10 et 11, tubercules quadrijumeaux; 12, glande pinéale; 13, couche optique.

On peut, chez un animal, sectionner et détruire la moelle

épineière sur une étendue plus ou moins grande : l'animal continue à vivre. D'autre part, Flourens, ayant enlevé à des oiseaux et à des mammifères le cerveau et le cervelet, constata qu'ils continuaient à respirer. Mais un coup de scalpel donné dans le bulbe, vers le bec du *calamus scriptorius*, suffit pour faire cesser la vie chez les animaux : « C'est là, dit Flourens, la clef de voûte de tout l'organisme, le *nœud vital* » (fig. 205).

Ces faits sont certes d'un intérêt puissant, et ils ont paru étranges tant qu'on ignore la façon dont ils se produisaient, tant que la constitution du bulbe et l'origine des nerfs crâniens furent à l'état d'inconnues.

Aujourd'hui on sait que le pneumogastrique amène au bulbe, par ses fibres centripètes, les impressions de la surface pulmonaire, qui constituent le besoin de respirer. Si l'on sectionne le pneumogastrique ou qu'on détruit l'îlot gris où aboutissent les filets de ce nerf, la respiration s'arrête et la mort s'ensuit. Le nœud vital est donc l'amas gris, aboutissant des impressions pulmonaires, qui constitue le centre réflexe des mouvements respiratoires.

Les cordons blancs du bulbe sont les uns centrifuges, les autres centripètes. Si une lésion destructive se produit dans le cerveau, la protubérance ou le bulbe, elle amènera, dans la moelle, une dégénérescence dans le faisceau pyramidal croisé du côté opposé à la lésion, et dans le faisceau pyramidal direct, du côté correspondant à la lésion.

§ 2. — Cerveau et cervelet.

Développement de l'encéphale humain. — A l'origine, la moelle épinière est suivie, du côté céphalique, par un tube légèrement renflé, une espèce de vésicule très simple (fig. 181, *vc*). Mais de bonne heure cette vésicule, logée dans la tête et donnant naissance à l'*encéphale* (*en*, dans, *céphalé*, tête), se modifie (fig. 206) : les parois du tube se dilatent pour former une *série de renflements* séparés par des étranglements. Si on les examine à partir de la moelle, ces renflements s'étagent dans l'ordre suivant : 1° la *vésicule du bulbe* (1) ; 2° la *vésicule du cervelet* du côté dorsal et la *protubérance annulaire* du côté ventral (2) ; 3° la *vésicule des lobes optiques* ou des *tubercules quadrijumeaux* ; 4° une

vésicule antérieure, qui se divise bientôt en *couches optiques* (4) avec glande pinéale et en *hémisphères cérébraux* (5).

Le canal central de la moelle se prolonge dans l'encéphale (fig. 206 B) : au niveau du bulbe, il s'élargit et prend le nom de *4^e ventricule* ; il passe ensuite au-dessous des tubercules quadrijumeaux et y forme l'*aqueduc de Sylvius* (fig. 200 S) ; entre les couches optiques, il s'appelle *3^e ventricule* ou *ventricule moyen* et,

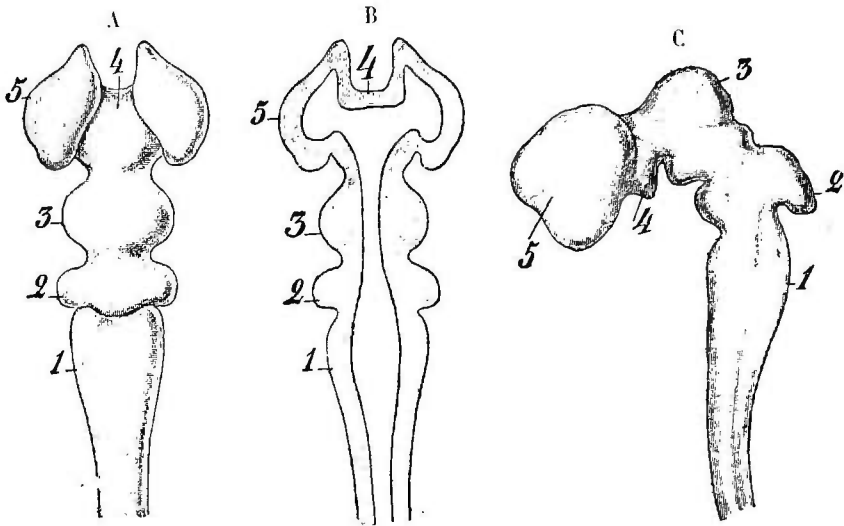


Fig. 206. — Formation des vésicules de l'encéphale chez l'embryon humain.

A, stade jeune ; B, le même ouvert pour montrer les cavités ; C, stade plus âgé où les parties antérieures se sont fléchies sur les postérieures ; 1, vésicule du bulbe ; 2, vésicule de la protubérance et du cervelet ; 3, vésicule des tubercules quadrijumeaux ; 4, vésicule des couches optiques ; 5, vésicules des hémisphères et des corps striés.

quand il s'étale dans l'intérieur des deux hémisphères, il produit les *deux premiers ventricules* ou *ventricules latéraux*.

Tandis que les divers vertébrés possèdent une moelle épinière et un bulbe de forme et de constitution analogues, les autres parties de leur encéphale présentent un développement et une conformation bien différents. Chez l'homme, la partie du système nerveux logée dans le crâne a une structure des plus compliquées et qui est en relation directe avec sa supériorité intellectuelle. Le développement et l'anatomie comparée nous donnent la clé de l'une et de l'autre. En effet, l'encéphale humain a la même origine que celui des autres vertébrés ; il passe, pendant la période

embryonnaire et fœtale, par des stades qui reproduisent, à l'état transitoire, l'organisation permanente des autres vertébrés. L'encéphale de l'homme n'est compréhensible que par comparaison avec celui des animaux.

Encéphale des Poissons. — Les poissons ont un encéphale (fig. 207) composé d'une série de saillies ou vésicules qui ne sont que des renflements antérieurs du tube encéphalo-médullaire rappelant comme forme les premiers développements de l'encéphale humain.

La figure 207 montre de dos l'aspect d'un encéphale de poisson, d'un merlan : le cervelet (2) est une vésicule recouvrant le bulbe ; la vésicule des tubercules quadrijumeaux s'est divisée le long du plan médian en deux vésicules ou lobes secondaires (5) ; on les appelle chez ces animaux *lobes optiques*, parce que les nerfs optiques y aboutissent ; en avant des lobes optiques, on voit les vésicules ou lobes cérébraux (5), dont les dimensions ont à peine le quart des lobes optiques. Chez les poissons, en effet, la vue, dont le centre est dans les lobes optiques, constitue la fonction capitale, l'emportant de beaucoup sur les fonctions intellectuelles dont le siège est principalement dans les lobes cérébraux. En avant de ces derniers on aperçoit deux autres tractus blancs renflés en massue : ce sont les centres où aboutissent les nerfs olfactifs ; de là le nom de *lobes olfactifs* (*ol*) qu'ils ont reçu.

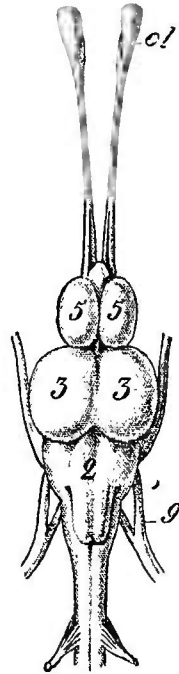


Fig. 207. — Encéphale de poisson (merlan).

2, cervelet ; 5, 5, lobes optiques ; 5, 5, lobes cérébraux ; *ol*, lobes olfactifs ; 9, nerfs pneumo-gastriques.

Encéphale des Batraciens. — Chez les batraciens, l'encéphale conserve à peu près la même configuration : ici le cervelet (*d*) est rudimentaire (fig. 208) et le bulbe est visible sur la face dorsale. Les lobes optiques (*c*) sont deux saillies arrondies, au-devant desquelles on voit la glande pinéale. Enfin les hémisphères cérébraux ont toujours la forme de deux vésicules (*b*), mais leur dévelop-

pement l'emporte considérablement sur celui des lobes optiques

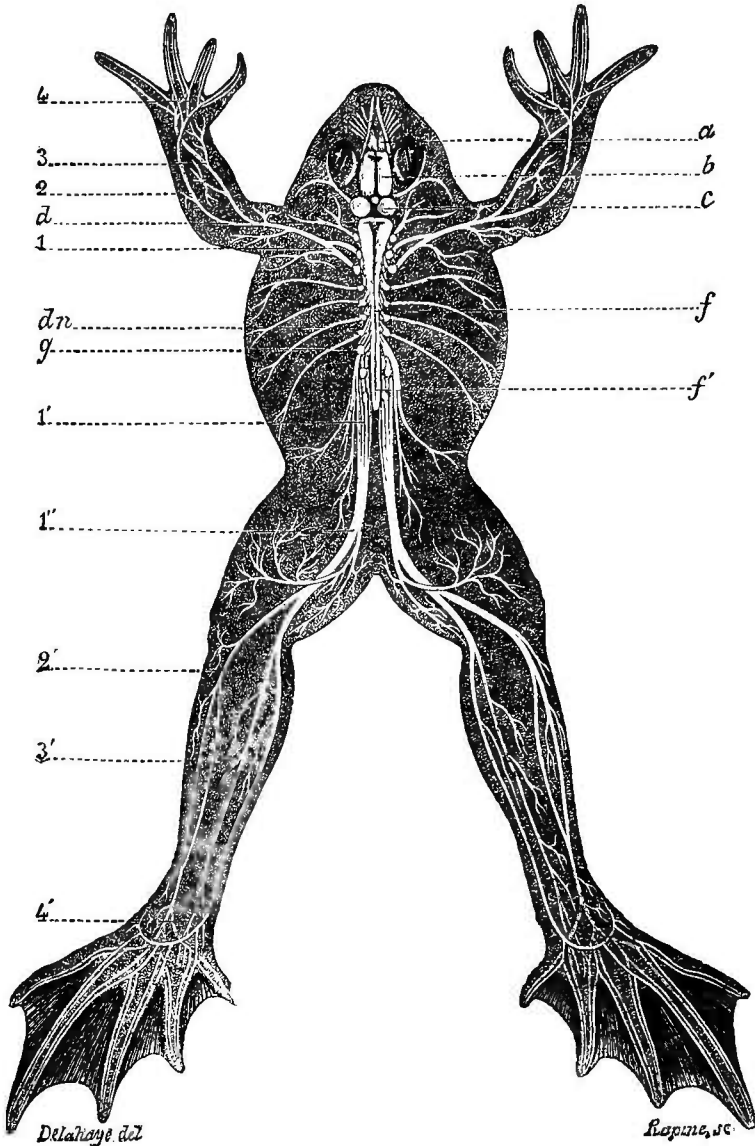


Fig. 208. — Système nerveux de la grenouille, vu de dos.

a, lobes olfactifs; *b*, hémisphères cérébraux; *c*, lobes optiques séparés des hémisphères par la glande pinéale; *d*, cervelet; *ff*, moelle épinière; *g*, ganglions rachidiens; 1 à 4, nerfs des membres thoraciques; 1', nerfs lombaires; 1'', nerf sciatique; 2', 3', 4', branches du sciatique se distribuant dans les membres abdominaux.

Encéphale des Reptiles. — Chez les reptiles, la disposition est

CERVEAU ET CERVELET.

la même (fig. 209). Le bulbe (*e*) est plus gros que la moelle (*f*); le cervelet (*d*) est plus prononcé que chez la grenouille; les lobes optiques (*c*) sont au nombre de deux; mais les saillies qu'ils forment ont à peine le quart des dimensions des lobes cérébraux (*b*) qui commencent à mériter le nom d'hémisphères. Enfin, tout en avant, les lobes olfactifs (*a*) ont encore un développement notable.

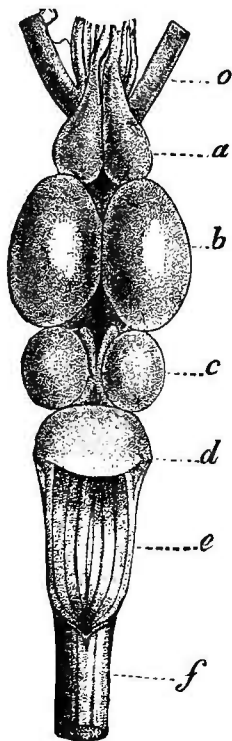


Fig. 209. — Encéphale d'une *tortue de mer* (*chélonée*).

a, lobe olfactif; *b*, hémisphère cérébral; *c*, lobe optique; *d*, cervelet; *e*, 4^e ventricule; *f*, moelle épinière; *o*, nerf optique.

Encéphale des Oiseaux.

— Si des reptiles nous passons aux oiseaux, nous observons des changements frappants : le bulbe (*e*) est recouvert (fig. 210 et 211) en partie par le cervelet. Celui-ci présente déjà des sillons transversaux et deux petits lobes latéraux appendus à un gros lobe médian. Les lobes op-

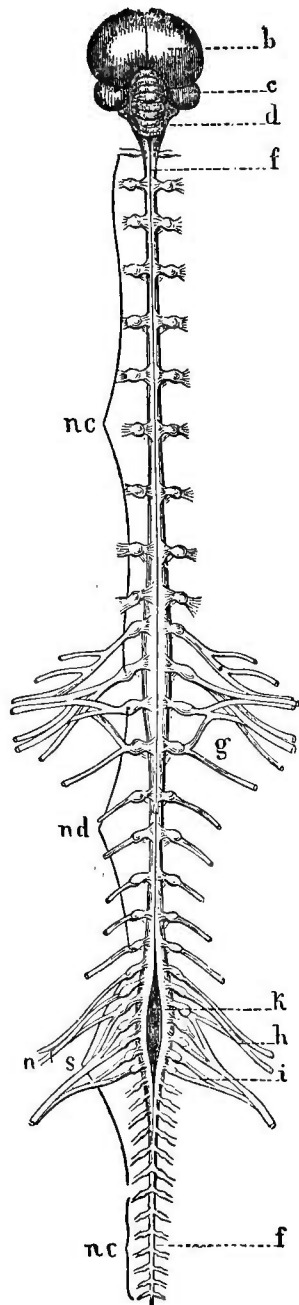


Fig. 210. — Système nerveux du *Pigeon*, vu de dos.

h, hémisphère cérébral; *c*, lobe optique; *d*, cervelet; *f*, moelle épinière; *nc*, nerfs cervicaux; *nd*, nerfs lombaires et sacrés; *nc*, nerfs coccygiens; *g*, plexus thoracique; *nls*, nerfs lombaires et sacrés; *nc*, nerfs coccygiens; *g*, plexus brachial; *h*, plexus lombaire; *i*, plexus sacré; *f*, fil terminal; *k*, formation spéciale en forme de ventricule dans la région lombaire.

tiques (*c*) sont refoulés sur les côtés par le développement énorme du cervelet en avant. Les hémisphères cérébraux (*b*) l'emportent, par leur masse, sur le reste de l'encéphale. Mais ils ne parviennent pas encore à recouvrir la glande pinéale (*gp*), qui est visible entre eux et le cervelet. Les lobes olfactifs (*a*) sont au contraire très réduits.

Il est facile de voir que, dans tous les animaux que nous venons

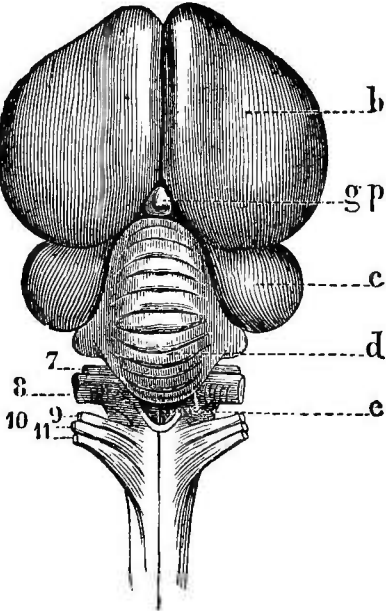


Fig. 211. — Cerveau du dindon, vu du côté dorsal.

b, hémisphère cérébral; *gp*, glande pinéale; *c*, lobe optique; *d*, cervelet; *e*, 4^e ventricule; 7, nerf facial; 8, nerf auditif; 9, nerf glosso-pharyngien; 10, nerf pneumo-gastrique; 11, nerf spinal.

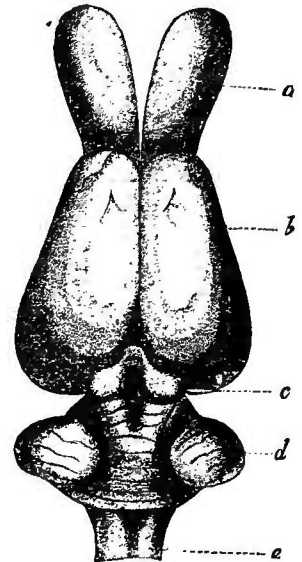


Fig. 212. — Encéphale d'un Marsupial carnivore (sarcophile oursin).

a, lobes olfactifs; *b*, hémisphères cérébraux; *c*, tubercules quadrijumeaux; *d*, cervelet; *e*, bulbe.

d'examiner, les hémisphères cérébraux sont simplement accolés sur la ligne médiane; il n'y a pas d'union ou de commissure entre eux.

Encéphale des Mammifères. — Chez les mammifères inférieurs du groupe des Marsupiaux, il en est encore de même à cet égard : la figure 212 représente l'encéphale d'un de ces animaux; les hémisphères cérébraux (*b*), bien que volumineux, sont à peine reliés entre eux; les lobes olfactifs (*a*) sont relativement de dimensions énormes, comparés aux autres parties de l'encéphale. Les

lobes optiques commencent à présenter quatre saillies appelées *tubercules quadrijumeaux*. Enfin les lobes latéraux du cervelet sont beaucoup plus saillants que le lobe médian.

Chez un de nos animaux domestiques, le lapin (fig. 215), nous trouvons encore des lobes olfactifs assez gros, mais les hémisphères cérébraux (*b*) ont une extrémité postérieure de plus en plus renflée et recouvrant presque complètement les *lobes optiques* dont chacun s'est divisé en deux saillies; d'où le nom de *tubercules quadrijumeaux*, puisqu'ils sont au nombre de quatre (*c*). Le cervelet (*c*) est plissé en lames transversales et ses lobes latéraux sont bien marqués.

La figure ci-jointe 214 nous rend compte de la façon dont se font les modifications de l'encéphale chez les mammifères supérieurs; si le contour *p* représente la masse du cerveau chez les poissons, B celle des reptiles, O celle des oiseaux, la ligne M figure les dimensions du cerveau du lapin recouvrant déjà la glande pinéale (5) et en partie les tubercules quadrijumeaux (3). Chez le mouton, le chien et le chat, le cerveau cache complètement les tubercules quadrijumeaux et la portion antérieure du cervelet (2). Enfin, le cerveau humain (H) recouvre toutes les parties précédentes.

Une modification remarquable apparaît chez les mammifères de nos régions : les deux vésicules cérébrales ou hémisphères cérébraux s'accolent par leur face interne, et il s'établit une série de soudures entre eux. La plus importante est constituée par des traînées de fibres blanches qui s'étendent trans-

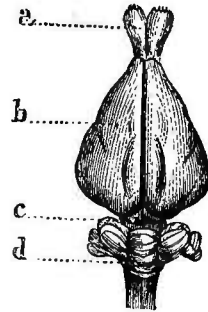


Fig. 215. — Encéphale du lapin.

a, lobe olfactif; *b*, hémisphères cérébraux; *c*, tubercules quadrijumeaux; *d*, cervelet.

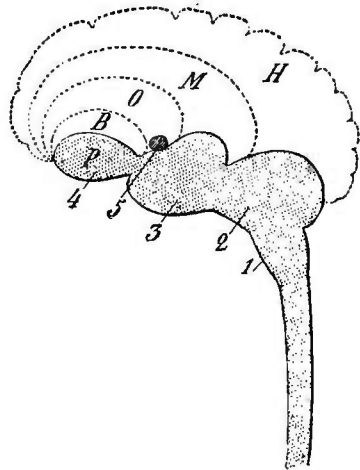


Fig. 214. — Figure théorique montrant le développement relatif du cerveau chez les divers vertébrés.

1, bulbe; 2, cervelet; 3, lobes optiques; 4, cerveau; 5, glande pinéale; P, cerveau des poissons; B, cerveau des batraciens et reptiles; O, cerveau des oiseaux; M, celui des mammifères; H, cerveau de l'homme.

versalement de l'un à l'autre hémisphère, au-dessus des couches optiques. Elles forment une commissure transversale qui a reçu le nom de *corps calleux* (fig. 217, B et fig. 222, 1, p. 262).

États jeunes de l'encéphale humain. — L'encéphale de l'homme passe par les mêmes formes que celles que présentent à l'état permanent les vertébrés inférieurs. Ce sont d'abord des vésicules semblables à celles des poissons, puis à celles des batraciens et des reptiles. L'encéphale d'un enfant de quatre à cinq mois avant la naissance est la reproduction de celui d'un oiseau (comparer la figure 215 à la figure 211).

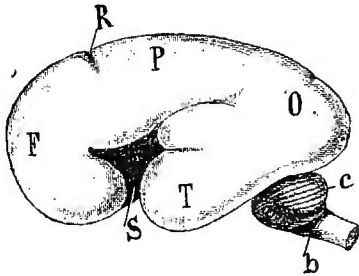


Fig. 215. — Encéphale de l'homme, trois mois avant la naissance.

F, lobe frontal; P, lobe pariétal; O, lobe occipital; T, lobe temporal; R, scissure de Rolando; S, scissure de Sylvius; c, cervelet; b, bulbe.

De bonne heure apparaissent chez l'homme des modifications qui s'accroissent avec le développement. A mesure que le cerveau s'étend en arrière sur les autres renflements de l'encéphale, qu'il finit par recouvrir, on voit se produire (fig. 215, S) à la partie externe et vers le milieu du bord inférieur de chaque hémisphère une dépression ou *fosse profonde*, la *scissure de Sylvius*, du nom latinisé du médecin hollandais François de le Boë, qui l'a décrite

le premier vers le milieu du xv^e siècle.

Bientôt se montre sur le bord supérieur de chaque hémisphère une autre anfractuosité (R). Bien qu'elle ait été signalée pour la première fois par le médecin français Vicq-d'Azyr en 1786, on l'appelle *scissure de Rolando* du nom d'un médecin italien qui l'a décrite de nouveau vers 1824. Enfin, sur la partie postérieure, on voit se former une scissure qu'on appelle *perpendiculaire* (fig. 218 P).

Ces trois scissures s'étendent, la scissure de Sylvius en haut et en arrière, celle de Rolando en avant et en bas, et la perpendiculaire externe en avant et en bas. Ainsi dirigées, elles partagent l'écorce cérébrale en plusieurs départements, qui ont reçu le nom de *lobes*. La partie de l'écorce cérébrale, située en avant de la scissure de Rolando et qui est en rapport avec l'os frontal, est dite le *lobe frontal* (F). La partie de l'hémisphère limitée en avant par la scissure de Rolando et, en bas, par la scissure de Sylvius,

a reçu le nom de *lobe pariétal* (P), parce qu'elle est en rapport avec l'os pariétal. La portion latérale et inférieure, limitée en haut par la scissure de Sylvius, est dite le *lobe temporal* ou *sphénoïdal* (T), à raison de ses connexions avec les os temporal et sphénoïdal.

Enfin la portion du cerveau située en arrière de la scissure

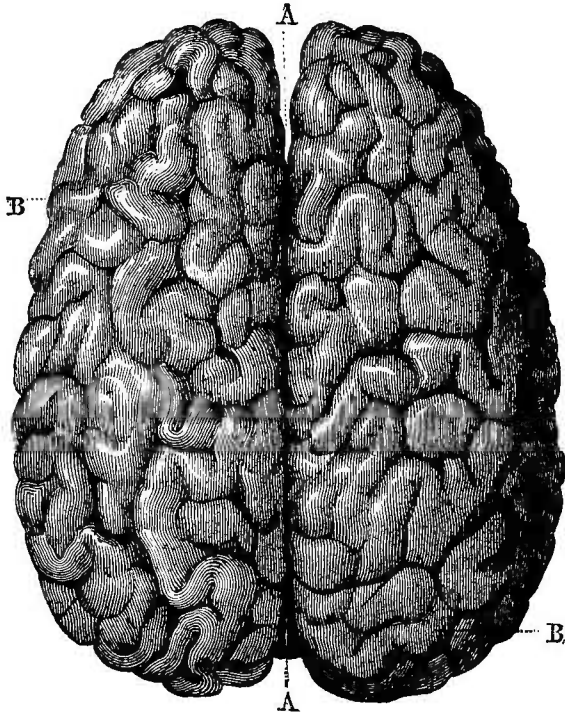


Fig. 216. — Cerveau de l'homme vu par sa face supérieure.
AA, scissure inter-hémisphérique. — BB, circonvolutions.

perpendiculaire a reçu le nom de *lobe occipital* (O), parce qu'elle est recouverte par l'os du même nom.

Jusqu'au deuxième mois avant la naissance, l'écorce cérébrale ne présente que ces trois profondes scissures; vers cette époque elle se plisse et elle se couvre de saillies qu'on a comparées aux replis irréguliers des circonvolutions intestinales : ce sont les *circonvolutions cérébrales*, séparées les unes des autres par des anfractuosités ou sillons peu profonds.

Encéphale de l'homme adulte. — L'étude du développement de l'encéphale et la revue rapide que nous avons faite des formes

qu'il présente chez les divers *vertébrés* nous mettent à même d'aborder l'examen du *cerveau* chez l'homme adulte. Malgré la complication apparente que présente de prime abord le *cerveau* de l'homme, il se réduit aux mêmes parties que celui des autres mammifères. Remarquons toutefois que, dans l'espèce humaine le *cerveau* acquiert des dimensions qui l'emportent de beaucoup sur celles des autres segments encéphaliques. L'encéphale humain

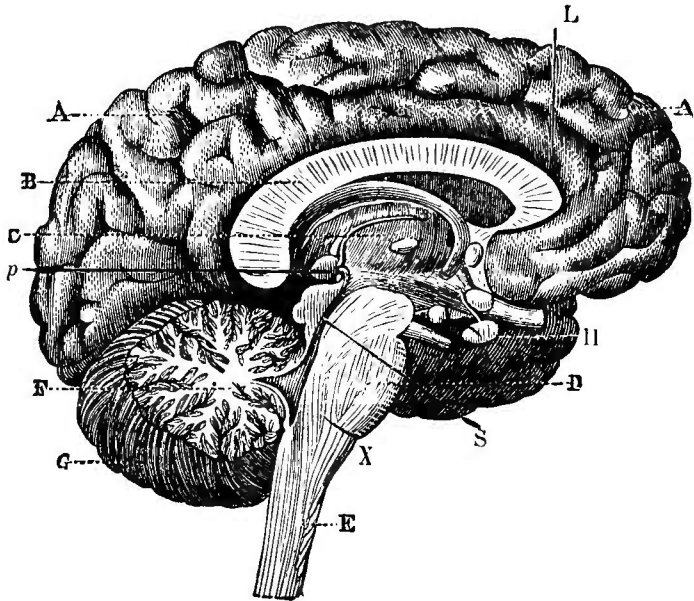


Fig. 217. — Coupe verticale de l'encéphale passant par le plan médian.

AA, hémisphère cérébral gauche vu par la face interne; B, corps calleux (sectionné); C, couche optique (gauche); D, protubérance annulaire; X, bulbe rachidien; E, moelle épinière; F, coupe du cervelet montrant l'arbre de vie; G, hémisphère gauche du cervelet; II, corps pituitaire; p, glande pinéale.

a en effet un poids moyen de 1360 grammes, et le *cerveau* à lui seul arrive à peser 1200 grammes.

Hémisphères cérébraux. Scissures. — Comme le montre la figure 187, le *cerveau* occupe la plus grande partie de la boîte crânienne. Il nous offre à étudier ses faces externe et inférieure. La face externe qui est aussi supérieure (fig. 216) est divisée sur la ligne médiane par une fente profonde en deux masses latérales, les *deux hémisphères*, l'un droit, l'autre gauche, appelés encore le *cerveau droit* et le *cerveau gauche*. Chaque hémisphère a donc trois faces (supéro-externe, inférieure et interne). La fente

sépare les deux hémisphères sur toute leur hauteur en avant et en arrière, mais non dans leur partie moyenne où les deux moitiés du cerveau sont réunies par le corps calleux; elle porte le nom de *scissure inter-hémisphérique* (AA).

La surface de chaque hémisphère est parcourue de sillons et

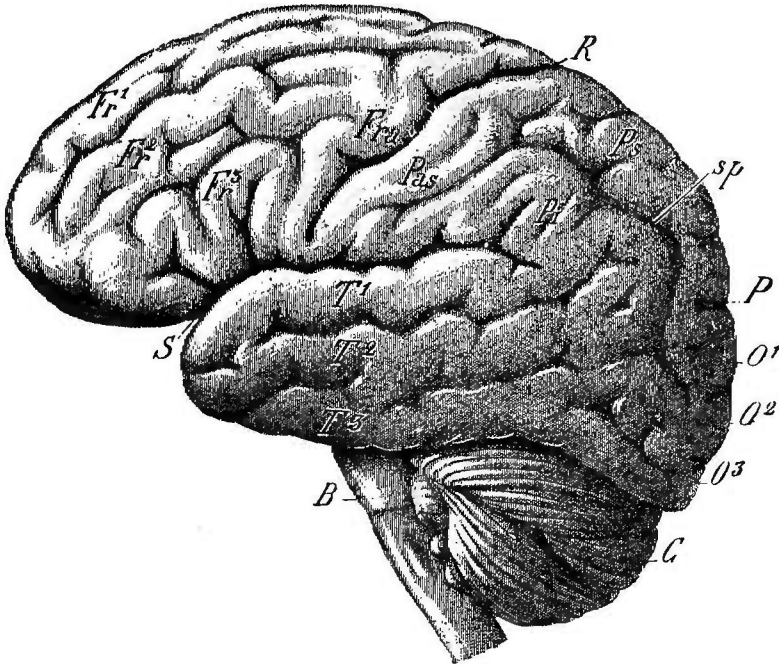


Fig. 218. — Lobes du cerveau et circonvolutions cérébrales (face externe).

B, bulbe; S, scissure de Sylvius; R, scissure de Rolando; P, scissure perpendiculaire; C, cervelet; Fr¹, Fr², Fr³, C. frontales; Fra, frontale ascendante; Pas, pariétale ascendante; Ps et Pi, pariétales supérieure et inférieure; T¹, T², T³, C. temporales; O¹, O², O³, C. occipitales; sp, sillon inter-pariétal.

d'anfractuosités séparés par des saillies que nous avons appelées plus haut *circonvolutions cérébrales*.

La face interne (fig. 217) est plane, verticale et séparée de celle de l'autre côté par un prolongement de la dure-mère crânienne qui est logé dans la scissure inter-hémisphérique et qui est dit *faux du cerveau*.

La face externe est convexe et laisse distinguer vers sa partie moyenne une dépression plus profonde que les autres et se dirigeant obliquement en haut et en arrière. C'est la *scissure de Sylvius*, qui sépare les lobes frontal et pariétal du lobe temporal (fig. 218 S).

La *scissure de Rolando*, qui se dirige en avant et en bas, sépare de même le lobe frontal du lobe pariétal (*R*).

Enfin la *scissure perpendiculaire* se présente sous la forme d'une encoche profonde, dont le prolongement, virtuel chez l'homme,

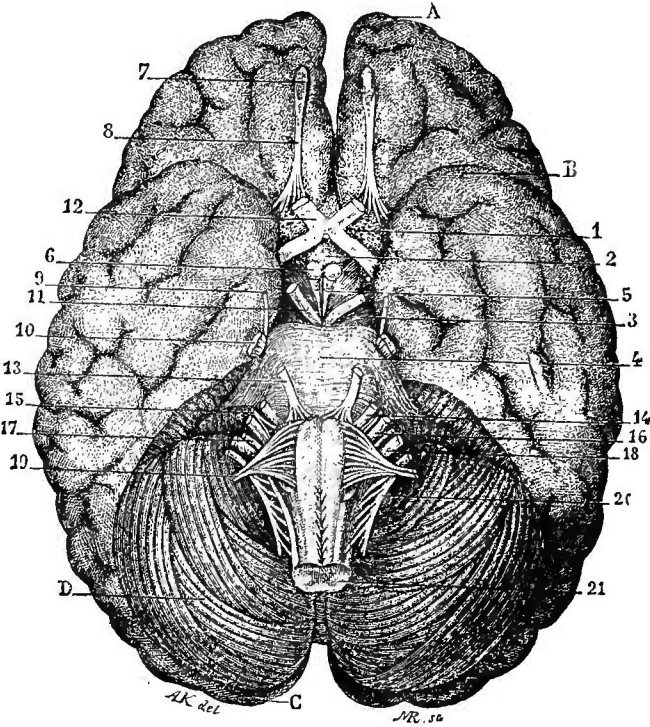


Fig. 219. — Base du cerveau.

A, lobe frontal; B, lobe temporal; C, lobe occipital; D, cervelet; 1, espace latéral perforé de trous vasculaires; 2, tubercule cendré avec la tige du corps pituitaire; 3, pédoncule cérébral; 4, protubérance annulaire; 5, espace perforé moyen (entre les deux pédoncules); 6, tubercules, mamillaires; 7, bulbe olfactif avec sa bandelette rétrécie (8); 9, nerf pathétique; 10, nerf trijumeau; 11, nerf oculo-moteur commun; 12, chiasma des nerfs optiques; 13, nerf oculo-moteur externe; 14, nerf facial; 15, nerf intermédiaire de Wrisberg; 16, nerf auditif; 17, nerf glosso-pharyngien; 18, nerf pneumo-gastrique; 19, nerf hypoglosse; 20, nerf spinal; 21, section de la moelle épinière.

réel chez les singes, sépare le lobe occipital des lobes pariétal et temporal (fig. 218 P).

En résumé, les scissures précédentes permettent, chez l'adulte comme chez le fœtus, de distinguer à la face externe de chaque hémisphère quatre lobes (frontal, pariétal, occipital et temporal), qui communiquent avec les voisins par la continuité de certaines

circonvolutions, mais dont les limites sont nettement marquées par les scissures sus-mentionnées.

Base du cerveau. — La *face inférieure* du cerveau repose sur la base du crâne et le cervelet : en renversant le cerveau de façon que sa face inférieure soit tournée en haut, on voit en avant et sur la ligne médiane l'extrémité antérieure de la fente inter-hémisphérique qui sépare les deux lobes frontaux (fig. 219, A). Plus en arrière, et, toujours près de la ligne médiane : 1° deux bandelettes en forme de X, c'est le *chiasma des nerfs optiques* (*chiazien*, croiser en forme de X grec) ; 2° des parties que nous connaissons déjà, à savoir : les pédoncules cérébraux (5), la protubérance annulaire (4), le bulbe et le cervelet D.

Sur les parties latérales de la face inférieure de l'hémisphère, nous apercevons, sous le lobe frontal, deux trainées blanches de chaque côté de la scissure interhémisphérique : ce sont les *bandelettes olfactives* (8), renflées en avant en forme de massue (7) (*bulbes olfactifs*).

Le lobe frontal (A) est séparé du lobe temporal par la scissure de Sylvius qui se prolonge en formant une sorte de fosse. En avant de la fosse de Sylvius se trouve un espace quadrilatère (1), d'où semble partir l'origine de la bandelette olfactive.

Plus en arrière et toujours latéralement, le lobe temporal (B) se continue directement avec le lobe occipital (C) dont la face inférieure est recouverte et cachée par le cervelet (D).

Tels sont les départements ou lobes de l'écorce cérébrale dont les noms sont empruntés aux os du crâne qui les recouvrent. Jusqu'au xix^e siècle, on se contenta de comparer les saillies de la surface du cerveau aux plis irréguliers que décrit la masse intestinale.

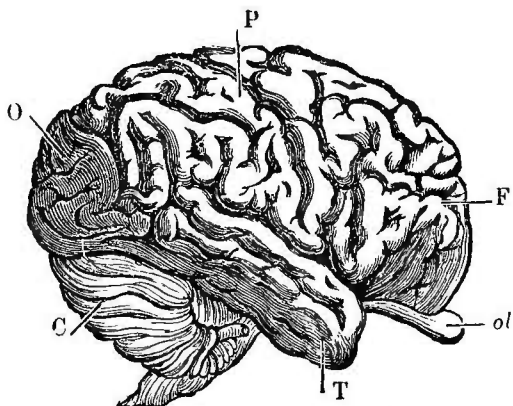


Fig. 220. — Cerveau de l'Orang-Outang vu de profil (côté droit).

F, lobe frontal; P, lobe pariétal; O, lobe occipital; T, lobe temporal; Ol bulbe olfactif C, cervelet.

Vicq-d'Azyr cependant vers 1786, puis Rolando vers 1820, avaient déjà entrevu que certaines circonvolutions étaient constantes. Les médecins français Leuret et Gratiolet, enfin, vers 1850, en étudiant le cerveau du singe et d'autres Mammifères et en le comparant à celui de l'homme, reconnurent que les circonvolutions présentent un type invariable dans chaque famille d'animaux. Le cerveau du singe, en particulier, comme le montre la figure 220,

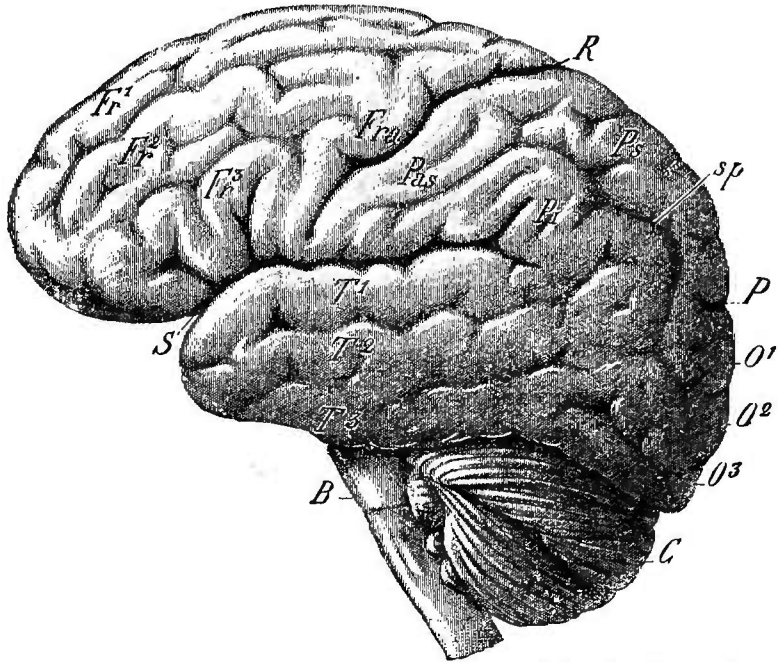


Fig. 221. — Lobes du cerveau et circonvolutions cérébrales (face externe).

B, bulbe; S, scissure de Sylvius; R, scissure de Rolando; P, scissure perpendiculaire; C, cervelet; Fr¹, F², F³, circonvolutions frontales; Fra, frontale ascendante; Pas, pariétale ascendante; Ps et Pi, pariétales supérieure et inférieure; T¹, T², T³, circonvolutions temporales; O¹, O², O³, C, occipitales; sp, sillon interpariétal.

offre les mêmes circonvolutions que celui de l'homme, mais simplifiées : le *cerveau du singe est un petit cerveau d'homme ou plutôt un très grand cerveau d'enfant.*

A partir de cette époque, on a déterminé le trajet, la forme et les rapports des circonvolutions : on a fait la *topographie cérébrale*, dont la connaissance est absolument nécessaire, lorsqu'on se propose d'interpréter les troubles qu'occasionnent les maladies du cerveau et de se rendre compte des fonctions de chaque circonvolution.

Lobe frontal. — Sur la face externe du lobe frontal (fig. 221), on constate l'existence de quatre circonvolutions : l'une (Fra) qui borde en avant la scissure de Rolando, et monte obliquement en haut et en arrière : c'est la *frontale ascendante*; trois autres qui partent du bord antérieur de celle-ci et se dirigent horizontalement en avant; ce sont de haut en bas, c'est-à-dire du bord supérieur de l'hémisphère au bord inférieur, la *première* (Fr¹), la *seconde* (Fr²) et la *troisième frontales* (Fr³).

Ces trois circonvolutions se voient aussi sur la face inférieure du lobe frontal; et, la première est, en outre, visible sur la face interne de l'hémisphère.

Lobe pariétal. — Nous connaissons les limites de ce lobe : en avant la scissure de Rolando (R), en bas la scissure de Sylvius (S) et en arrière la scissure perpendiculaire (P). Il comprend *trois* circonvolutions : l'une, parallèle à la frontale ascendante, borde en arrière la scissure de Rolando, c'est la *pariétale ascendante* (Pas). Du bord postérieur de la pariétale ascendante partent, d'autre part, les deux autres circonvolutions *pariétales*; elles se dirigent en arrière et sont séparées par un sillon, le *sillon interpariétal* (sp) : on les appelle *première* (Ps) et *deuxième circonvolutions* (Pi) *pariétales* et on les compte de haut en bas. La première pariétale est, en outre, visible sur la face interne de l'hémisphère. Sur cette face, entre la première pariétale et la première frontale, on voit le *lobule paracentral*, formé principalement par l'extrémité supérieure ou tête de la frontale ascendante.

Lobes occipital et temporal. — Au niveau de la scissure perpendiculaire (P), les deux circonvolutions pariétales se continuent insensiblement avec les trois circonvolutions que présente la face externe du *lobe occipital* : ce sont, de haut en bas, la 1^{re} (O¹), la 2^e (O²) et la 3^e (O³) circonvolutions occipitales. Le lobe occipital présente, en outre, deux circonvolutions sur sa surface inférieure et une autre sur sa face interne.

La circonvolution de la face interne du lobe occipital est coupée par un sillon profond (fig. 222, 5), la scissure *calcarine* (*calcar*, ergot), ainsi appelée parce qu'elle correspond à une saillie de la substance cérébrale dans l'intérieur de la portion occipitale du *ventricule latéral*, saillie qui porte le nom d'*ergot de Morand*.

Le *lobe temporal* présente, sur sa face externe, trois circon-

volutions qui sont, depuis la scissure de Sylvius jusqu'à son bord inférieur : la 1^{re} (T^1), la 2^e (T^2) et la 3^e (T^5) *circonvolutions temporales*. Sa face inférieure a deux circonvolutions. Les circonvolutions temporales se continuent en partie avec les occipitales.

Sur la face interne de chaque hémisphère, chaque lobe se trouve

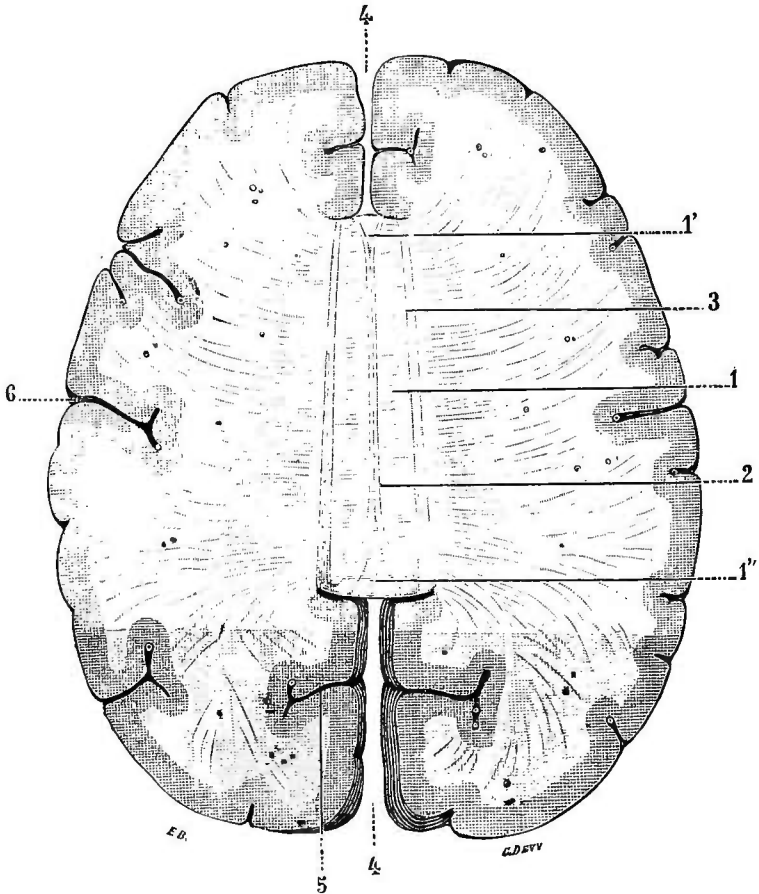


Fig. 222. — Centre ovale de Vieussens.

1, corps calleux à fibres transversales; à sa surface on voit quelques bandelettes à direction antéro-postérieure; 1', genou; 1'', bourrelet du corps calleux; 2, nerfs de Lancisi; 3, tœhia tecta, marquant la limite externe de la portion libre du corps calleux; 4, 4, extrémités de la scissure inter-hémisphérique; 5, scissure calcarine; 6, scissure de Sylvius.

représenté. Mais on y voit, en outre, une circonvolution spéciale entourant le corps calleux : c'est la *circonvolution* du corps calleux (fig. 217, L), qui, comme l'a montré le chirurgien P. Broca, a la valeur d'un lobe, le *lobe limbique* (*limbus*, bordure).

Telle est la topographie de l'écorce cérébrale, qui est aussi indispensable au physiologiste qu'est utile la géographie d'un pays à celui qui veut le visiter avec fruit.

Conformation intérieure du cerveau. — En pratiquant une coupe dans le cerveau, on découvre une surface blanche centrale bordée par une lame de substance grise; celle-ci est placée à la surface des circonvolutions et des sillons qui les séparent (fig. 222).

Il est à remarquer que les deux substances blanche et grise occupent dans le cerveau une position inverse de celle qu'elles affectent dans la moelle.

La surface blanche, ainsi obtenue, est appelée *centre ovale de Vieussens*, du nom du médecin français qui, en 1684, a le premier insisté sur sa configuration. A travers ce centre, les fibres transversales du corps calleux rayonnent dans tous les sens, pour aller se terminer dans la substance grise de l'écorce cérébrale. Le corps calleux joue donc le rôle d'une vaste commissure qui relie les deux hémisphères (fig. 222).

Au-dessous du corps calleux, on trouve, au centre de chaque hémisphère, plusieurs masses grises : l'une, postérieure et interne (*co*), est la *couche optique*; l'autre, antérieure et externe, est le *corps strié* (*c* et *l* fig. 225).

Les deux couches optiques sont séparées par une cavité (3^e *ventricule*) que l'aqueduc de Sylvius fait communiquer avec le 4^e *ventricule* (voir plus haut, p. 248).

En arrière du troisième ventricule, on aperçoit (fig. 205, 12) un petit corps dont la forme rappelle celle d'une pomme de pin : d'où le nom de *glande pinéale* (voir plus loin, p. 366). Cet organe est relié aux parties voisines par une série de tractus blancs ou pédoncules dont les supérieurs ont reçu le nom de *rênes* (voir aussi fig. 217, *p*).

Enfin nous apercevons, en arrière de la glande pinéale, deux paires de *saillies mamelonnées* que nous avons signalées (fig. 205, 10 et 11) : ce sont les *tubercules quadrijumeaux*. Les deux supérieurs entre lesquels repose la *glande pinéale* (*p*) sont plus volumineux que les deux inférieurs. Les tubercules quadrijumeaux correspondent aux lobes optiques des Vertébrés inférieurs (V, p. 249).

Connexion des diverses parties de l'encéphale. — Le problème qui se pose maintenant et dont la réponse nous donnera la

clef de la constitution de l'encéphale est le suivant : De quelle façon les fibres blanches qui partent de tous côtés de l'écorce

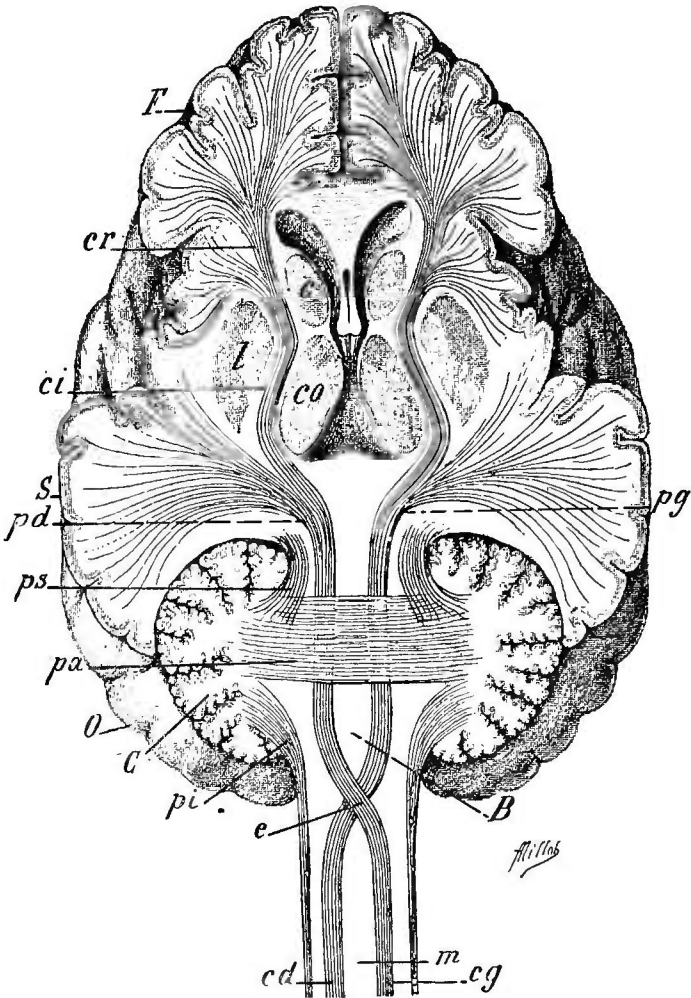


Fig. 225. — Section horizontale passant par la base de l'encéphale.

F, lobe frontal; S, lobe temporal; O, lobe occipital; C, cervelet; *m*, moelle B, bulbe; *pa*, protubérance annulaire; *cr*, couronne rayonnante partant de l'écorce cérébrale et s'engageant en partie entre le noyau caudé *c* et le noyau lenticulaire (*l*), puis en partie entre ce dernier et la couche optique (*co*) et formant plus loin le pédoncule cérébral. Les pédoncules cérébraux droit (*pc*) et gauche (*pg*) pénètrent dans la protubérance annulaire (*pa*), puis dans le bulbe où ils s'entre-croisent en *e*, et constituent plus loin les faisceaux pyramidaux croisés de la moelle (*cd*, *cg*).

cérébrale se mettent-elles en rapport avec les parties sous-jacentes (bulbe et moelle)? Quelles sont leurs relations avec le

masses grises occupant la base du cerveau (couches optiques et corps striés)?

Les fibres blanches prennent naissance sur tous les points de l'écorce cérébrale (fig. 225) et se dirigent, pour la plupart, en formant un gros faisceau vers la couche optique (*co*) et le corps strié (*c* et *l*) de chaque hémisphère. Ce faisceau s'engage entre ces deux organes et constitue une traînée blanche qui les sépare; elle est connue sous le nom de *capsule interne* (*ci*). A la partie inférieure du cerveau, la capsule interne se continue directement avec le pédoncule cérébral (*pd* et *pg*).

Tel est le trajet général des fibres blanches rayonnant de l'écorce cérébrale et se ramassant en un faisceau qui n'est que l'expansion du pédoncule cérébral. Mais, en arrivant près du corps strié, une partie des fibres blanches traverse cet amas externe de substance grise, en y formant des stries blanches qui lui ont fait donner son nom.

Il en résulte que le corps strié est divisé en deux îlots secondaires: l'un reste en bas et en dehors et affecte plus ou moins la forme d'une lentille: d'où son nom de *noyau lenticulaire* (fig. 225, *l*); l'autre se trouve situé en avant et à haut de la capsule interne: il est appelé *noyau caudé* (*c*), à raison de sa configuration; il ressemble plus ou moins à une sorte de poire, de virgule ou de larme batavique à queue dirigée en arrière.

Les rapports de la capsule interne avec la couche optique, les noyaux lenticulaire et strié permettent d'y distinguer plusieurs segments: la portion de la capsule interne qui se trouve entre le noyau caudé et le noyau lenticulaire est le segment antérieur ou *portion lenticulo-caudée*. Arrivées dans la partie moyenne de la capsule, ces fibres se recourbent en dedans et forment le *genou* de la capsule interne. Enfin, en pénétrant entre la couche optique et le noyau lenticulaire, la capsule interne constitue un segment postérieur ou *portion lenticulo-optique*.

En bas, la capsule interne se continue avec le pédoncule cérébral; en haut, les fibres qui la constituent restent ramassées en un faisceau étroit jusqu'à la limite externe du corps strié. Là elles divergent et rayonnent en un vaste éventail dont le pied se trouve être près du corps strié et dont la base s'étale pour se terminer dans la substance grise des circonvolutions cérébrales. On donne à cet éventail le nom de *soleil de Vieussens*, du nom du médecin

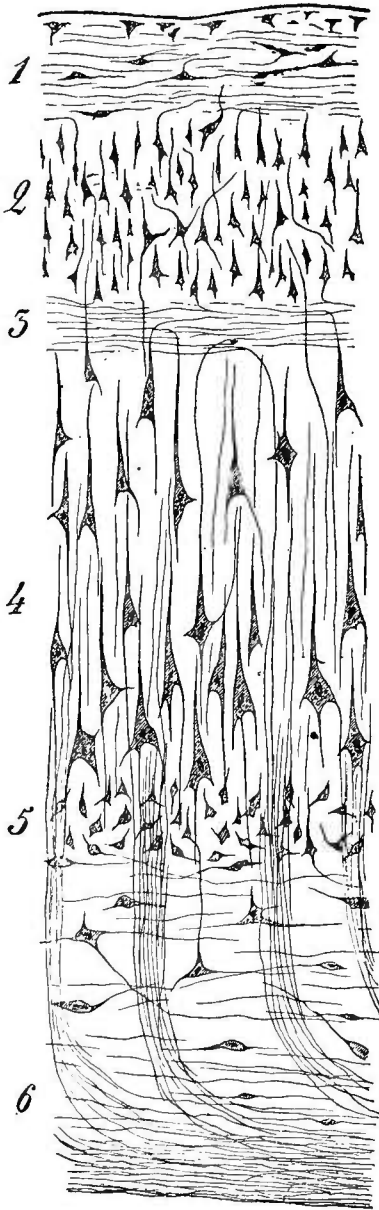


Fig. 224. — Coupe d'une circonvolution cérébrale (fort grossissement).

1, couche superficielle, claire; 2, couche de petites pyramidales; 3, bande claire; 4, couche des grandes pyramides; 5 et 6, couches de cellules irrégulières et fusiformes; 6, substance blanche à laquelle aboutissent les trainées de fibres nerveuses venant des couches 1, 2, 3, 4, 5.

de Montpellier qui l'a décrit le premier, vers la fin du xvii^e siècle. On l'appelle encore la *couronne rayonnante de Reil*, parce que le professeur de médecine Reil l'a bien étudiée au début du xix^e siècle.

Structure du cerveau. — La substance cérébrale est composée, outre la névroglie et les vaisseaux sanguins, de deux sortes d'éléments, les cellules nerveuses et les fibres nerveuses. Les cellules nerveuses occupent la substance grise, où elles sont réparties en plusieurs couches qui alternent avec des trainées de fibres nerveuses (fig. 224). Les plus caractéristiques de ces cellules affectent une configuration spéciale, qui permet de les reconnaître aisément : ce sont des cellules en forme de pyramides, ou *pyramidales*, dont le grand axe est perpendiculaire à la surface des circonvolutions. Certaines d'entre elles atteignent jusqu'à 0^m,150 et 0^m,200 : leur base est tournée vers le centre du cerveau et leur sommet regarde la surface de celui-ci. Leur protoplasma donne naissance comme celui des autres cellules nerveuses, à deux sortes

de prolongements : l'un, unique, part de la base et se dirige vers la substance blanche du cerveau, où il forme le cylindre-axe d'une fibre nerveuse; les autres sont nombreux et se ramifient dans l'écorce cérébrale, où ils se divisent et se subdivisent pour se terminer par une quantité infinie d'extrémités libres.

Ces cellules pyramidales sont disposées en couches nombreuses : la couche superficielle (2) est formée de petites cellules pyramidales, comprenant plusieurs rangées; la couche moyenne (4) comprend de nombreuses assises, dont la plus profonde montre les grandes cellules pyramidales; enfin vient une couche de cellules arrondies (5), fusiformes ou étoilées. Outre ces cellules, l'écorce grise renferme des fibres nerveuses à myéline : les unes sont placées parallèlement à la surface du cerveau (1) et (3), les autres sont disposées en faisceaux (fig. 224, dans les couches 4, 5 et 6) qui rayonnent vers la substance blanche. Celle-ci qui, comme nous l'avons dit, constitue le *centre ovale de Vieussens*, comprend des fibres nerveuses à myéline, semblables à celles de la moelle et qui relie entre elles les circonvolutions d'un même lobe ou bien les lobes entre eux, ou l'hémisphère gauche à l'hémisphère droit. D'autres encore vont se continuer avec le corps strié et la couche optique, ou bien gagnent le pédoncule cérébral en passant par la capsule interne.

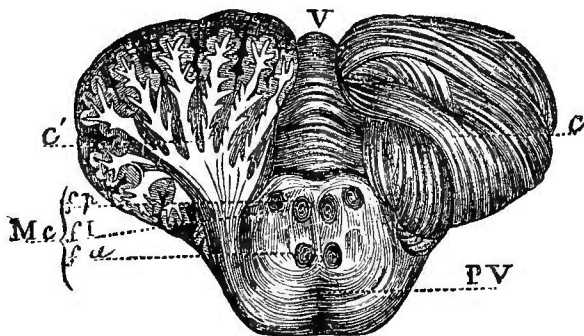


Fig. 225. — Cervelet et protubérance annulaire.

C, hémisphère droit du cervelet (intact); C', hémisphère gauche (sectionné pour montrer l'arbre de vie); V, vermis supérieur; PV, protubérance annulaire; Me, bulbe (sectionné pour montrer les faisceaux de fibres nerveuses qui le traversent (p, fl, fa).

Cervelet. — Il nous reste à étudier la conformation et la structure du cervelet; nous connaissons déjà la position et les rapports que cet organe affecte avec les autres parties du système nerveux central. Le cervelet qui a chez l'homme un poids de 140 grammes environ est formé de trois parties : deux latérales, *lobes latéraux* (fig. 225, c et c') ou *hémisphères cérébelleux*,

et une médiane qui ressemble plus ou moins à un ver renflé, c'est le *vermis* (*vermis*, ver V). La surface du cervelet est divisée en une série de lames et de lamelles, séparées les unes des autres par des sillons. En pratiquant une section verticale sur l'un des lobes comme dans l'hémisphère gauche des fig. 205 et 225, on voit que

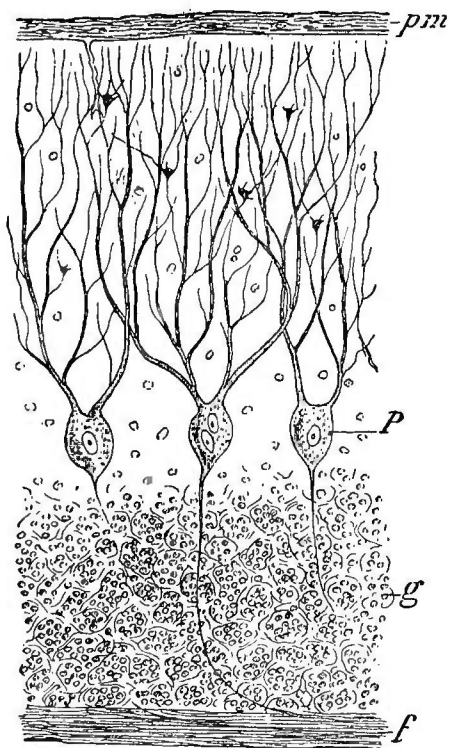


Fig. 226. — Coupe de l'écorce du cervelet (très grossie).

pm. pie-mère; *P.* cellules de Purkinje ramifiées en bois de cerf vers le dehors et envoyant un prolongement cylindre-axile vers la partie centrale (*f*); *g.* couche de petites cellules ou grains; *f.* fibres de la substance blanche.

comme le cerveau, le cervelet est formé de substance grise à la périphérie et de substance blanche au centre. Cette dernière se ramifie dans l'axe de chaque lame et lamelle de substance grise : il en résulte que l'aspect d'une coupe du cervelet rappelle celui des feuilles de thuy ou arbre de vie : aussi cette disposition arborescente a-t-elle reçu des anciens anatomistes le nom d'*arbre de vie*.

La substance grise du cervelet est caractérisée par des cellules globuleuses ou fusiformes, découvertes par le médecin tchèque Purkinje vers 1840 ; ce sont les *cellules de Purkinje* (fig. 226). Leur extrémité tournée vers la surface émet deux ou plusieurs prolongements

qui vont se ramifier à la façon d'un bois de cerf dans la couche superficielle où ils forment un plexus des plus fins, au milieu duquel se trouvent des cellules plus petites. Leur extrémité profonde donne naissance à un prolongement cylindre-axile qui, en s'entourant de myéline, constitue une fibre nerveuse.

CHAPITRE V

FONCTIONS DU CERVEAU, DU CERVELET ET DU SYMPATHIQUE

Les Anciens regardaient le cerveau de l'homme comme le siège de l'âme ; celui des animaux était considéré comme logeant les instincts. Plus tard, à la Renaissance, on y plaça les « esprits animaux », fluides hypothétiques qui présidaient, dans l'esprit des savants et des philosophes de l'époque, aux phénomènes de la vie. Selon Descartes, les esprits animaux avaient leur centre dans la glande pinéale, d'où ils s'écoulaient dans le cerveau.

Phrénologie. — A la fin du xviii^e siècle, le médecin Gall, à la suite de ses belles recherches sur le système nerveux, mit en évidence ce principe, que le *cerveau est le siège des facultés intellectuelles*. Chacune d'elles devait avoir un siège spécial et se *localiser* en un point particulier du cerveau. Mais où Gall s'égara, c'est quand il pensa pouvoir rapporter à une bosse spéciale du crâne chacune des facultés intellectuelles. Les bosses osseuses sont, en effet, loin de correspondre aux saillies des circonvolutions qu'elles recouvrent. C'est là la doctrine de la *phrénologie* (*phrén*, esprit ; *logos*, étude).

§ 1. — Fonctions du Cerveau chez les Vertébrés.

Le cerveau des vertébrés est l'organe des actes intellectuels.

A. Poissons. — Lorsqu'on enlève à des poissons, comme l'a fait le physiologiste Steiner, les *lobes cérébraux* (fig. 207, 5), ils continuent à apprécier les odeurs et à reconnaître les objets par la vue. Ils distinguent les pains à cacheter *rouges* des *blancs*, un ver d'un fil qu'on agite. Mais ils se jettent *plus vivement* sur leur proie que ne font les poissons ordinaires. Ils n'ont plus la faculté de juger du danger ; le *sens de la précaution* leur fait défaut.

Ainsi, privés des lobes cérébraux, les poissons conservent une

certaine notion du monde extérieur, mais ils ont perdu, avec ces organes, l'expérience acquise puisqu'ils sont moins circonspects. C'est donc dans les lobes cérébraux que se déposent les *idées*, c'est-à-dire les images qui restent des sensations conscientes résultant des impressions antérieures.

B. *Oiseaux*. — Le *pigeon*, auquel on a enlevé les lobes cérébraux, semble de loin se comporter comme un pigeon ordinaire. Il perche, marche et vole; mais, si vous approchez de lui, le pigeon opéré ne bouge pas. Il ne distingue plus un objet inerte d'un être qui peut lui nuire. Il n'est plus susceptible de crainte ni d'affection. Il ne pense plus à manger; on doit lui mettre la nourriture dans le gosier, sinon il se laisse mourir de faim.

Le *faucon*, oiseau de proie, présente les mêmes phénomènes que le pigeon, après l'ablation du cerveau. Mais, à l'aspect d'une souris qui court, il se précipite sur elle, tandis qu'une souris au repos ou morte le laisse indifférent.

Un objet qu'on agite devant lui (morceau de bois, ficelle, etc.) provoque sur le faucon le même effet que la souris en mouvement : le faucon court après tout ce qui se meut. Mais, si la souris cherche un refuge sous ses ailes, le faucon ne s'en inquiète plus. Il se laisse même manger la peau et les chairs sans songer à se débarrasser de son hôte.

En résumé, les oiseaux privés de lobes cérébraux manquent de la mémoire des sensations, c'est-à-dire des idées acquises antérieurement par l'expérience. C'est donc dans les hémisphères cérébraux que se fait la comparaison des images actuelles aux images qui y ont été déposées auparavant; ils sont le siège et les *organes producteurs des actes intellectuels*.

C. *Mammifères*. — Au cours de ces dernières années, un physiologiste allemand, M. Goltz, a pu conserver pendant près de deux ans un chien auquel il avait enlevé les hémisphères cérébraux. Comme chez un animal intact, on observait sur ce chien des *périodes alternatives de veille et de sommeil*. D'abord il fallut nourrir ce chien sans cerveau en lui introduisant les aliments dans l'œsophage; plus tard il finit par manger tout seul. Ses impressions sensorielles étaient obtuses; sous le coup d'une irritation très forte de la peau, il aboyait; il fallait des bruits violents pour le réveiller; une lumière intense lui faisait tourner la tête ou fermer les paupières. Il savait choisir les morceaux de viande imbibés de

ait et ne touchait pas à ceux qui étaient imprégnés de coloquinte substance amère).

Quant aux rapports avec le monde extérieur, le chien était indifférent à tout ce qui se passait autour de lui; il ne manifestait plus ni joie, ni tristesse, ni colère, ni jalousie; il n'avait plus ni mémoire, ni intelligence.

Ainsi chez le chien, comme chez les poissons et les oiseaux, le cerveau est le siège et l'organe producteur des actes intellectuels.

Localisations cérébrales. — Mais les actes intellectuels se passent-ils indifféremment dans toutes les parties du cerveau, ou bien chaque département de l'écorce cérébrale est-il le siège d'un acte particulier, toujours le même? En un mot, chaque faculté cérébrale se localise-t-elle en un point distinct?

a. Région motrice. — Dès 1870, Fritsch et Hitzig ont cherché à résoudre ce problème en faisant passer un courant électrique sur des chiens et plus tard sur des singes, endormis par l'éther ou le chloroforme. En opérant dans une région circonscrite, située à l'union des lobes frontal et pariétal, ces savants ont produit des mouvements dans les muscles du côté opposé du corps. Le cerveau gauche agit donc sur la moitié droite du corps et *vice versa*, grâce à la décussation des pyramides.

Les résultats obtenus sur le singe offrent plus d'intérêt encore, parce que le cerveau de cet animal rappelle, par sa configuration, le cerveau humain. Autour de la scissure de Rolando existent des départements dont l'excitation produit des mouvements dans les muscles abdominaux (fig. 227); en 4, 5 et 6 on trouve les centres des membres thoraciques; en 7, 8, 9, 10, 11, les centres des mouvements des lèvres, de la bouche et de la langue, etc.

Si, d'autre part, on détruit la région motrice d'un hémisphère cérébral chez un chien, par exemple, on obtient une paralysie des muscles de l'autre côté du corps. Plus tard le chien continuera à exécuter tous les mouvements plus ou moins automatiques, tels que ceux de la marche. Mais il a perdu à jamais les mouvements volontaires de la patte du côté opposé à la lésion du cerveau: si celle-ci siège à gauche, il ne pourra plus donner la patte droite. En enlevant à l'animal le cerveau gauche, on l'a donc privé d'un centre nerveux supérieur ou psycho-moteur (*psyché*, âme).

b. Région sensitive. — Lorsqu'on détruit sur un chien tout le lobe occipital gauche, par exemple, il devient aveugle de l'œil

droit. L'ablation de *tout* le lobe temporel d'un côté entraîne surdité de l'oreille du côté opposé.

D'autre part, si l'on se borne à enlever sur un chien une *partie limitée* de l'écorce des lobes occipitaux, l'animal voit encore niche où il couche ou le seau qui contient sa nourriture, mais ne les reconnaît plus, c'est-à-dire qu'il ne comprend plus que c'

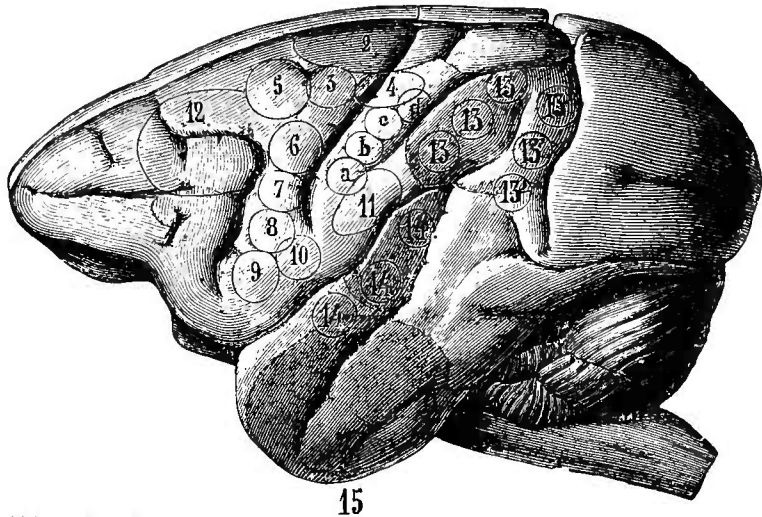


Fig. 227. — Localisations motrices du cerveau du singe (côté gauche), obtenues par l'excitation électrique.

1 et 2, centres des mouvements du membre abdominal droit; 3, centre des mouvements de la queue; 4, 5, 6, centres des mouvements du membre thoracique droit; 7, 8, 9, 10 et 11, centres des mouvements de la bouche et de la langue; 12, 13 et 13', centres des mouvements du globe oculaire et de la tête; 14, 14, 14, centres des mouvements de l'oreille droite; 15, centre des mouvements des lèvres et de la narine.

la niche où il peut se reposer, que c'est le seau où il trouvera son repas. *Le lobe occipital est donc le centre de la mémoire des images visuelles.*

Un autre chien, auquel on a enlevé une *partie limitée* de l'écorce des lobes temporaux, entend encore, mais il ne sait plus reconnaître la voix de son maître. Il a perdu la mémoire du sens qu'attachait au son entendu. *Le lobe temporel est donc le siège de la mémoire des sons entendus.*

En résumé, le lobe occipital est le centre où aboutissent les impressions visuelles et où elles se transforment en *idées*, et même que le lobe temporel est le centre des idées élaborées à partir des sons entendus.

§ 2. — Localisations cérébrales chez l'homme.

L'homme ne pouvant servir de sujet d'expérience comme les animaux, c'est l'étude des maladies du cerveau qui a permis aux médecins d'établir que, chez l'homme de même que chez les bêtes, les *facultés intellectuelles ont chacune leur siège déterminé dans l'écorce cérébrale*. La découverte de la première localisation faite, sur l'homme, par le chirurgien P. Broca, au mois d'avril 1861, fut le point de départ des nombreuses recherches et de toutes les connaissances que nous possédons sur le cerveau humain.

A. *Région motrice*. — Deux ordres de faits se contrôlant réciproquement furent observés sur les malades. Certaines lésions du cerveau produisaient pendant la vie des contractions musculaires dans des groupes *déterminés* de muscles. Après la mort, on trouva que ces maladies avaient irrité certains points, toujours identiques pour les mêmes groupes musculaires, et que ces points siègent dans la région rolandique (autour de la scissure de Rolando).

D'autres maladies amenaient la destruction de ces mêmes territoires de la région rolandique et on observait pendant la vie la perte des mouvements (*paralysie*) des mêmes groupes musculaires.

Chez l'homme, comme chez le singe, les centres des mouvements *volontaires* (centres *psycho-moteurs*) des muscles du corps siègent tous dans la région rolandique et commandent les mouvements de la moitié opposée du corps. Ils forment la zone *motrice* de l'écorce cérébrale. La figure 228, représentant le cerveau gauche, montre la répartition de ces centres : en 1 on voit le centre des mouvements du membre abdominal droit ; en 2, le centre des mouvements du membre thoracique droit ; en 3, le centre des mouvements de la face et de la langue.

B. *Région sensitive*. — L'étude clinique d'autres malades atteints de troubles cérébraux, a fourni des données non moins intéressantes sur les fonctions des autres circonvolutions cérébrales.

I. **Centre de la mémoire des mouvements du langage parlé ou centre des images motrices vocales**. — Comme l'a établi le premier P. Broca, la destruction du pied de la 5^e circonvolution

frontale (*gauche* chez les droitiers et *droite* chez les gauchers (fig. 228, 4) entraîne la perte de la mémoire des mouvements nécessaires au langage parlé. Le malade peut mouvoir la langue et le larynx; il a conscience des mots qu'il voudrait prononcer mais il se montre incapable d'exprimer par la parole les mots dont il comprend le sens et qu'il peut écrire. On donne à cette

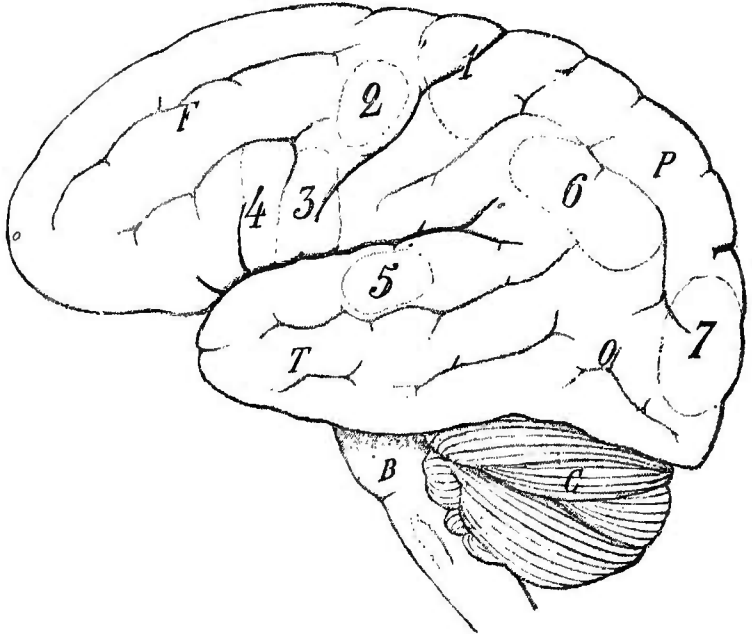


Fig. 228. — Centres de l'écorce cérébrale de l'homme (hémisphère gauche).

B, bulbe; C, cervelet; F, lobe frontal; P, lobe pariétal; T, lobe temporal O, lobe occipital; 1, centre des mouvements du membre abdominal droit 2, centre des mouvements du membre thoracique droit; 3, centre des mouvements de la face et de la langue; 4, centre des images motrices vocales; 5, centre de la mémoire auditive des mots; 6, centre de la mémoire visuelle de lettres; 7, centre visuel commun.

maladie le nom d'*aphasie* ou d'*aphémie* (*a* privatif, *phémé*, parole) parce que le malade ne sait plus parler, bien qu'il comprenne le langage parlé, qu'il lise et écrive.

C'est donc bien dans le pied de la 3^e circonvolution frontale, qu'on a appelée *circonvolution de Broca*, que siège le centre des images motrices vocales, le centre des mouvements du langage articulé

II. Centre de la mémoire du sens des mots entendus par l'oreille ou centre de la mémoire auditive des mots. — Dans le lobe temporal aboutissent chez l'homme, comme chez les ani

maux (Voir p. 272), les impressions transmises par l'oreille et le nerf auditif; lorsque le lobe temporal droit est détruit, nous devenons *sourds* de l'oreille gauche.

De même l'oreille *droite* transmet les impressions auditives au lobe temporal *gauche*. C'est là le *centre auditif commun*.

En outre, chez les droitiers, une partie du lobe temporal *gauche* préside à une autre fonction qui nous permet de comprendre le sens des mots entendus par l'oreille. Voici en quoi elle consiste.

Un malade parle, lit et écrit comme tout le monde, mais il lui manque une chose, c'est la faculté de comprendre le sens des mots, le *langage parlé*. Il entend, puisqu'il se retourne quand on lui parle; il n'est pas sourd, puisqu'il se retourne au bruit d'une épingle qui tombe.

Ce qu'il a perdu, c'est la mémoire du sens attaché aux sons de la parole; il semblerait qu'on lui parle une langue étrangère. Le malade est atteint de *surdité verbale*.

Plus tard, après sa mort, on constate la destruction de la 1^{re} *circonvolution temporale* gauche (fig. 228 et pl. V. 5). Cette circonvolution est donc le siège du *centre auditif des mots* ou *mémoire auditive verbale*.

Chez les *gauchers*, c'est le lobe temporal *droit* qui est le siège de la mémoire auditive verbale.

III. **Centre de la mémoire du sens des mots écrits, lus par les yeux ou centre de la mémoire visuelle des lettres.** — Chez l'homme, les impressions visuelles transmises par les yeux abou-tissent, comme chez les animaux, au lobe occipital et en particulier à la substance grise qui entoure la scissure calcarine (fig. 222, 5). Lorsque la substance grise avoisinant la scissure calcarine est détruite, nous ne voyons plus, nous sommes *aveugles*. C'est donc au pourtour de la scissure calcarine que siège le *centre visuel commun*.

Mais il existe, chez l'homme qui sait *lire*, une autre localisation qui nous permet de comprendre le sens des mots *écrits*. Chez le droitier elle siège à *gauche* et chez le gaucher à *droite*. Voici quelle est cette fonction.

Un malade (*droitier*) entend et voit comme avant sa maladie; mais un jour il se met à écrire une lettre, et, avant de l'envoyer, il veut la relire. Alors apparaît le trouble: il lui est impossible de relire son écriture, pas plus qu'il ne peut lire un livre ou un

journal. La signification des lettres lui échappe. C'est comme s'il avait devant lui une écriture chinoise.

A sa mort, on trouve une lésion siégeant dans la *partie postérieure de la deuxième circonvolution pariétale gauche*, qui avoisine le lobe occipital et qui, à raison de sa configuration, a reçu le nom de *pli courbe* (6). Celui-ci est donc un centre visuel et en particulier le *centre de la mémoire visuelle verbale* ou centre *visuel des mots écrits* (fig. 228. Pl. V. 6).

Le pli courbe *gauche* de l'homme qui écrit de la main droite est en outre le centre des images visuelles des lettres et des mots. Lorsque ce centre est détruit, le malade est atteint d'*agraphie* (*a*, privatif, *graphein*, écrire), c'est-à-dire qu'il a perdu la faculté de reproduire par l'écriture les *images* des lettres et des mots.

Fonctions de la substance blanche de l'encéphale. — Les centres gris de l'écorce cérébrale sont reliés à la protubérance, au bulbe et à la moelle par des faisceaux de fibres blanches, qui traversent le centre ovale et constituent essentiellement le *soleil de Vicussens* (couronne rayonnante). Les faisceaux principaux sont les suivants (Pl. V. fig. 2).

1° Faisceaux pyramidaux ou moteurs. — Ce sont des faisceaux qui partent de la zone motrice et constituent les *pyramides* du bulbe.

En *PA* on voit un faisceau qui est constitué par les cylindres-axes partant des cellules du centre psycho-moteur gauche et commandant les mouvements du membre abdominal droit.

En *PT*, le faisceau *moteur* reliant à la moelle le centre gris gauche des mouvements du membre thoracique droit.

En *FG*, le faisceau *moteur* reliant au bulbe le centre gris des mouvements de la face et de la langue.

En *FP*, le faisceau *moteur* reliant au bulbe le centre gris des images motrices vocales.

2° Faisceaux sensitifs. — En *FA* se trouve un faisceau qui provient des cellules du bulbe et qui aboutit au centre gris de la mémoire auditive des mots.

En *FV*, le faisceau blanc qui vient de la couche optique et des tubercules quadrijumeaux et qui se termine dans le pli courbe.

SSS représente le faisceau sensitif commun qui relie la partie postérieure du cerveau à la partie correspondante du bulbe.

En résumé, le cerveau n'est pas un organe où toutes les facultés sont répandues et disséminées au hasard dans toutes les cellules cérébrales. Il y a division du travail dans l'écorce cérébrale et les parties sous-jacentes. Chaque territoire est le siège d'une élaboration spéciale d'actes cérébraux distincts. Le cerveau n'est pas une individualité physiologique, mais un appareil constitué par l'association d'organes déterminés. Il est composé de nombreux groupes dont chacun est le siège d'une faculté particulière; mais ces groupes sont reliés les uns aux autres, de sorte que les facultés intellectuelles ressortissent à des groupes autonomes, quoique solidaires, de cellules nerveuses.

§ 5. — Fonctions du cervelet.

Effets obtenus par la destruction de cet organe. — Le cervelet renforce et coordonne les mouvements du corps. Dès 1851, Flourens a montré, en enlevant le cervelet aux pigeons, que les mouvements, en l'absence de cet organe, continuent à se faire, mais d'une façon déréglée et incertaine. On donne à cet état de trouble et de désordre des mouvements le nom d'*ataxie cérébelleuse* (*a*, privatif; *taxis*, ordre).

Influence du cervelet sur les mouvements. — Un médecin italien, M. Luciani, a précisé récemment les fonctions du cervelet chez les mammifères.

Après l'ablation du cervelet, les mouvements manquent d'harmonie et d'ensemble, comme Flourens l'avait vu chez les oiseaux. Il en résulte un manque d'équilibre et du tremblement.

En interrogeant l'état des muscles, on constate qu'ils ont conservé leur contractilité, mais les contractions sont moins énergiques. Même au repos, les muscles sont plus flasques qu'auparavant.

Le cervelet exerce donc une influence directe sur la puissance, la juste mesure et la juste direction des mouvements. Il renforce l'énergie des contractions musculaires; il augmente la force élastique et la tension des muscles au repos; enfin, il associe les contractions musculaires, de sorte qu'il en résulte des mouvements d'ensemble précis, bien dirigés et bien déterminés.

directe, c'est-à-dire que chaque moitié du *cervelet* agit sur les mouvements volontaires de la moitié correspondante du corps.

Quant aux *pédoncules cérébelleux*, ils mettent le *cervelet* en communication avec le cerveau et la moelle (*pédoncules cérébelleux supérieur et inférieur*), et relie l'action des deux moitiés latérales de l'organe (*pédoncules cérébelleux moyens*).

§ 4. — Sympathique.

Le cœur et les vaisseaux, ainsi que la plupart des viscères, sont animés par des nerfs partant d'un système spécial, connu sous le nom de *sympathique*. Celui-ci est formé, comme le montre la figure théorique 229, d'une double chaîne qui s'étend verticalement de chaque côté de la colonne vertébrale. De distance en distance, le sympathique présente des renflements nerveux, dits *ganglions*; aussi l'a-t-on comparé à un chapelet. Les ganglions se trouvent disposés très régulièrement dans la région du thorax, des lombes et du sacrum, de sorte qu'on trouve tout le long du tronc un ganglion au niveau de chaque trou de conjugaison; mais dans la région cervicale il n'en existe que trois (V. fig. 230, 1 à 9).

Le sympathique ne forme pas un système indépendant de la moelle et de l'encéphale; une série de filets nerveux (V. fig. 230) partent en effet du système cérébro-spinal, passent par les nerfs rachidiens, dont ils se détachent sous le nom de *rameaux communicants*, pour relier la moelle épinière et l'encéphale aux ganglions sympathiques.

Distribution des branches du sympathique. — La plupart des fibres fournies par les ganglions sympathiques suivent, pour se rendre aux organes, le trajet des vaisseaux sanguins, qu'elles enlacent de leurs filets en formant des *plexus*.

Les *ganglions cervicaux* (fig. 230, 1) donnent : 1° des *rameaux* qui suivent les vaisseaux du cou pour se distribuer aux organes du cou, de la face et du crâne; 2° des filets qui descendent vers la poitrine et se rendent les uns aux membres thoraciques et les autres au cœur.

Les *ganglions thoraciques* (2 et 3) donnent des branches allant 1° à l'aorte, 2° aux bronches et aux poumons. De plus, ils four-

Explication de la Planche V (p. 276).

Fig. 1. — Centre de l'écorce cérébrale (hémisphère gauche).

- B, protubérance annulaire ;
- C, cervelet ;
- F, lobe frontal ;
- P, lobe pariétal ;
- T, lobe temporal ;
- O, lobe occipital ;
- 1, centre des mouvements du membre abdominal droit ;
- 2, centre des mouvements du membre thoracique droit ;
- 3, centre des mouvements de la face et de la langue ;
- 4, centre des images motrices vocales ;
- 5, centre de la mémoire auditive des mots ;
- 6, centre de la mémoire visuelle des lettres ;
- 7, centre visuel commun qu'on suppose vu par transparence, puisqu'il siège en réalité à la face interne du lobe occipital, au pourtour de la scissure calcarine (fig. 220, p. 258).

Fig. 2. — Faisceaux de fibres nerveuses qui partent des centres gris de l'écorce cérébrale ou qui y aboutissent.

Les chiffres ont même signification que sur la figure 1, de même que F, etc.

PA, faisceau de fibres *motrices* qui proviennent du centre gris (gauche) des mouvements du membre abdominal (droit) et qui vont se terminer dans la moelle ;

PT, faisceau *moteur* qui émane du centre gris (gauche) des mouvements du membre thoracique (droit) et qui se termine dans la moelle ;

FG, faisceau *moteur* qui tire son origine du centre gris des mouvements de la face et de la langue et se termine dans le bulbe ;

FP, faisceau *moteur* provenant du centre gris des images motrices vocales et aboutissant au bulbe ;

FA, faisceau *sensoriel* qui provient du noyau auditif du bulbe et qui aboutit au centre gris de la mémoire auditive des mots.

FV, faisceau *sensoriel* qui émane de la couche optique et des tubercules quadrijumeaux et se termine dans le centre gris de la mémoire visuelle des lettres ;

SSS, quelques faisceaux de fibres *sensitives* qui prennent naissance dans les cellules du bulbe et qui vont se terminer dans diverses parties des lobes cérébraux.

Planche V

Fig. 1

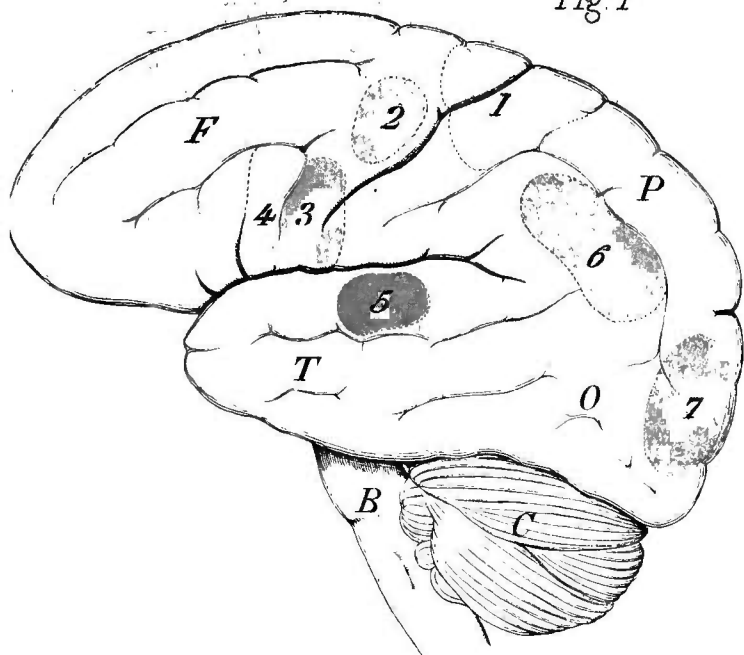
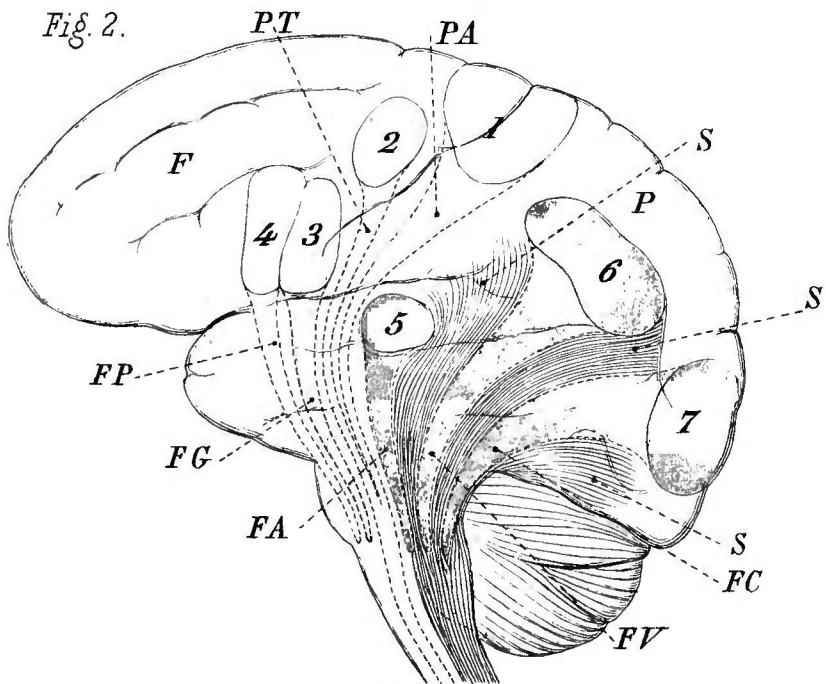


Fig. 2.



A. Millot lith.

animer les organes de la cavité abdominale (230, 4). Dans l'abdomen ils aboutissent d'abord à un gros ganglion, appelé *semi-lunaire* (230, 5) et forment un plexus à disposition radiaire; d'où son nom de *plexus solaire* (7).

Les *ganglions lombaires* et *pelviens* donnent des branches qui constituent autour de l'aorte le plexus *lombo-aortique* (8) et d'autres qui vont sur le rectum (plexus *hypogastrique*) (9).

De ces plexus partent une quantité considérable de filets qui se distribuent à l'intestin, au rein et à tous les organes contenus dans la cavité abdominale et pelvienne.

Structure du sympathique. — Les fibres nerveuses du sympathique sont réduites au cylindre-axe seul; elles ne possèdent ni gaine de myéline, ni gaine de Schwann. Aussi ont-elles un aspect grisâtre.

Les ganglions renferment des amas de cellules nerveuses dont la forme diffère selon les animaux. Chez les poissons, ces cellules émettent un prolongement par chacun de leurs pôles; ce sont des cellules *bipolaires*. Chez les mammifères et l'homme, les cellules des ganglions sympathiques sont *multipolaires*.

Ces cellules se comportent comme celles du système cérébro-spinal; elles émettent deux sortes de prolongements: 1° les uns ramifiés, qui les mettent en relation, par contact, avec les cellules du même ganglion; 2° les autres, cylindraxiles, vont relier, également par contact, les ganglions entre eux ou avec le système cérébro-spinal ou avec les organes qu'ils animent.

Le sympathique, qui est uni par ses racines au système cérébro-spinal, provient, chez l'embryon, d'amas cellulaires qui se détachent du névraxe. Il est donc de même origine que la moelle.

Fonctions du sympathique. — L'excitation du sympathique donne lieu, dans les organes qu'il innerve, à des phénomènes de sensibilité et de motilité qui sont les mêmes que ceux que produit l'excitation des nerfs crâniens ou rachidiens. Ils sont moins nets toutefois. Bichat avait déjà été frappé par ce fait que le système artériel sert de support aux ramifications du nerf sympathique. D'autre part, le médecin français Pourfour du Petit avait, dès 1727, constaté qu'en coupant le sympathique dans la région du cou, une légère inflammation se produit dans la conjonctive par le *gonflement des vaisseaux*. Il expliquait ce fait en disant que le sympathique portait les « esprits » dans les yeux.

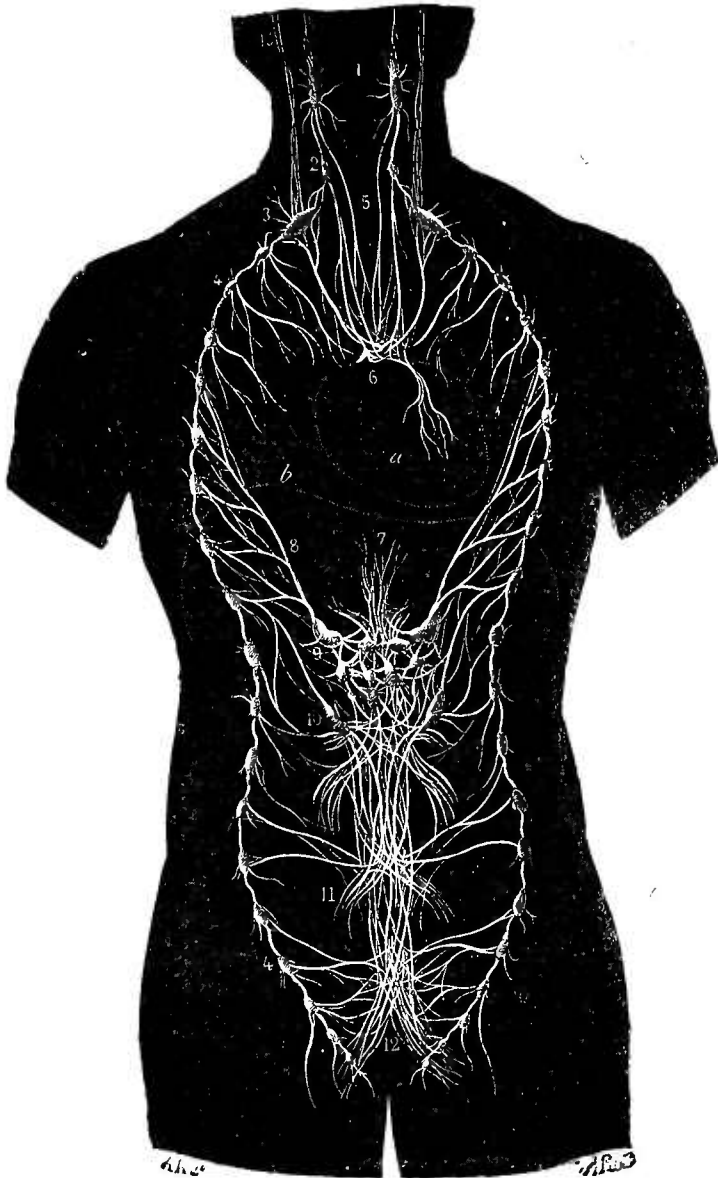


Fig. 229. — Figure théorique du grand sympathique.

a, cœur; *b*, diaphragme; 1, 2, 3, les trois ganglions cervicaux; 4, ganglions thoraciques abdominaux et pelviens; 5, branches viscérales des ganglions cervicaux; 6, plexus cardiaque; 8, nerf grand splanchnique; 9, ganglion semi-lunaire; 10, plexus solaire émettant le plexus (7) allant à l'estomac, au foie et à l'intestin; 11, plexus lombo-aortique; 12, plexus hypogastrique; 13, plexus vertébral.

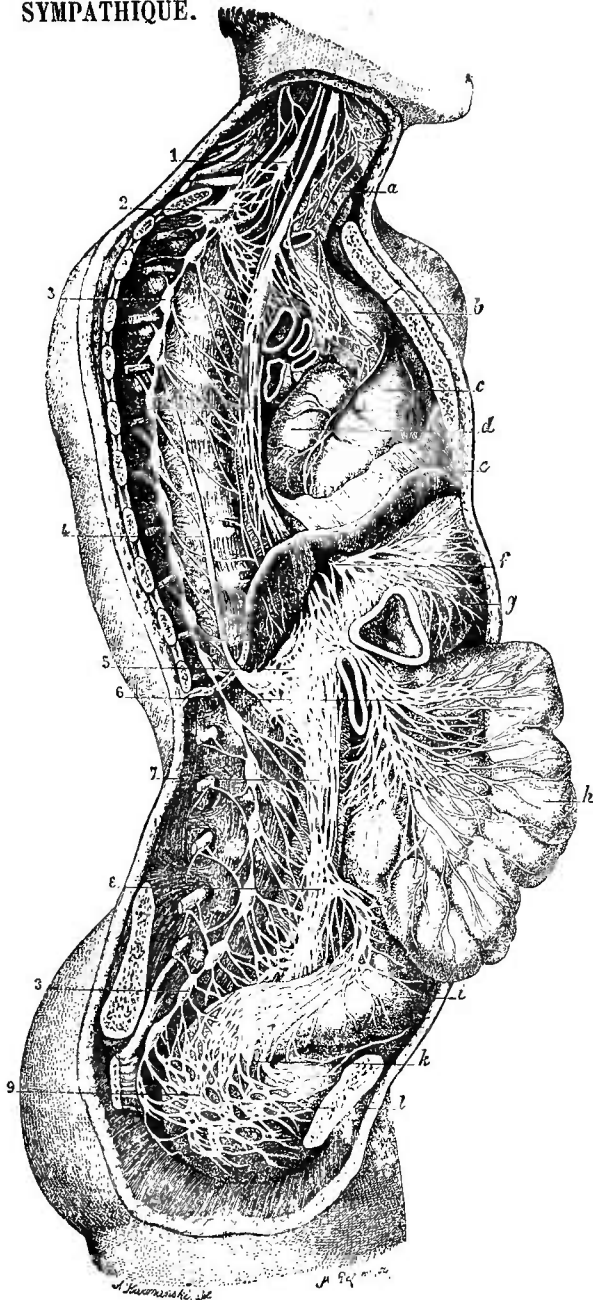


Fig. 230. — Distribution du sympathique et du pneumo-gastrique (droits).

a, trachée-artère, en arrière de laquelle se voit le pneumo-gastrique droit ; *b*, crosse de l'aorte ; *c*, *d*, cœur ; *e*, diaphragme ; *f*, plexus nerveux de l'estomac (*g*) ; *h*, intestin grêle avec le plexus mésentérique supérieur (6) ; *i*, gros intestin avec le plexus mésentérique inférieur ; *k*, rectum avec le plexus hypogastrique (9) ; *l*, vessie ; 1, ganglion cervical inférieur ; 2, 1^{er} ganglion thoracique ; 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, sympathique (voir le texte).

Mais ce n'est que beaucoup plus tard qu'on parvint à interpréter cette expérience. En effet, le sympathique donne des nerfs aux vaisseaux qu'il enlace de ses filets; ceux-ci se terminent dans la couche musculaire des parois vasculaires. En 1851, Claude Bernard fit, à son tour, l'expérience mémorable suivante : Après avoir coupé chez le chien, le cheval, le lapin, etc., le sympathique du cou, il vit la chaleur s'élever de plusieurs degrés du côté correspondant de la tête; en même temps, il constata que les vaisseaux se dilataient notablement : ce qu'il est facile de voir sur l'oreille du lapin. D'autre part en excitant, par un courant électrique, le bout périphérique du sympathique cervical coupé, on arrive à faire pâler les vaisseaux dilatés de l'oreille; on les rétrécit et on amène le refroidissement de l'organe.

En arrachant le premier ganglion cervical, les effets de dilatation et d'injection vasculaire sont encore plus prononcés.

Nerfs vaso-moteurs. — Le sympathique renferme donc des filets nerveux qui modifient le calibre des vaisseaux : ce sont des nerfs *vaso-moteurs* (*vasa*, vaisseaux). Pendant la vie, le sympathique exerce une action constante sur les fibres musculaires des vaisseaux. Celles-ci sont dans un certain état de contraction; d'où résulte un certain resserrement, une certaine constriction du vaisseau : aussi appelle-t-on ces filets nerveux des nerfs *vaso-constricteurs*. Si l'on coupe ces nerfs, leur action sur les muscles vasculaires cesse et la tunique musculaire, paralysée, permet au vaisseau de se dilater : d'où les effets de calorification et de congestion. D'autre part, en électrisant le nerf, on amène la contraction des fibres musculaires et, de ce fait, le calibre des vaisseaux se trouve rétréci.

Nerfs vaso-constricteurs. — Les artères de toutes les parties du corps reçoivent ainsi des nerfs vaso-constricteurs; il suffit de couper le nerf sciatique d'un côté pour voir les vaisseaux du membre correspondant se dilater et les tissus se congestionner. Claude Bernard a augmenté la vascularisation du poumon et de la plèvre en coupant le cordon sympathique; l'ablation du ganglion semi-lunaire produit le même effet sur l'intestin.

Le sympathique emprunte cette action au système cérébro-spinal. Si on coupe les racines des nerfs rachidiens, les vaisseaux se dilatent du côté correspondant du corps; si l'on excite le bout périphérique, ils se rétrécissent. En coupant en travers une moitié

de la moelle épinière, on voit les vaisseaux se dilater et la chaleur augmenter du côté correspondant du corps. Si la section de la moelle est complète, tout le train abdominal présente des vaisseaux dilatés et injectés. En pratiquant la section sur le bulbe, tous les vaisseaux du corps se trouvent dilatés.

De tous ces faits on peut conclure que la moelle épinière et le bulbe sont les centres où le sympathique vient prendre son origine et d'où il tient son action vaso-constrictive.

Nerfs vaso-dilatateurs. — Outre les filets vaso-constricteurs, le sympathique en renferme d'autres, qui ont pour effet de dilater les vaisseaux. En 1858, Claude Bernard, coupant la corde du tympan (fig. 262, 6, p. 528) et excitant son bout *périphérique*, vit les vaisseaux de la glande sous-maxillaire se dilater et le sang traverser plus abondamment tout l'organe. On n'a plus affaire ici à des vaso-constricteurs, puisque l'excitation de la corde amène d'emblée la dilatation des vaisseaux.

On a émis diverses hypothèses pour expliquer cette action; au-

jourd'hui une série d'expériences permettent d'affirmer que les nerfs vaso-dilatateurs n'agissent pas directement sur les vaisseaux, mais amènent une paralysie des vaso-constricteurs. Nous avons vu que l'excitation d'un nerf sensitif amène non seulement une

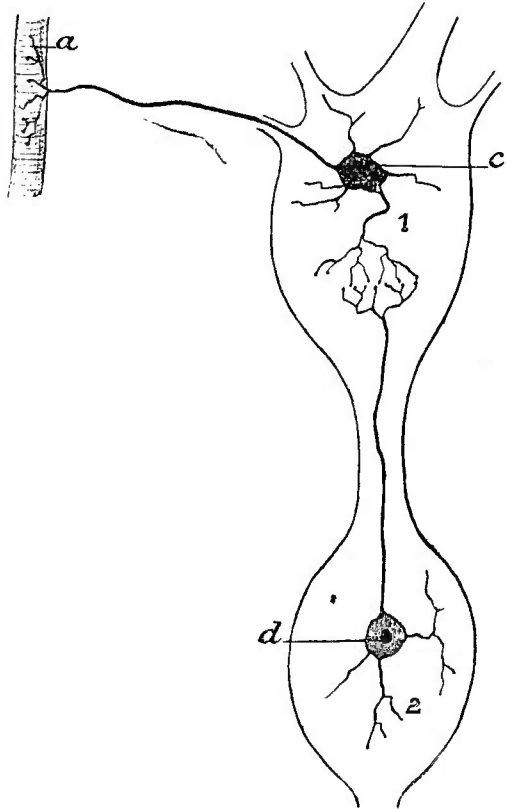


Fig. 251. — Schéma du mode d'action des nerfs vaso-moteurs.

1, premier ganglion cervical avec une cellule (c) produisant une action vaso-constrictive sur le vaisseau (a). 2, ganglion thoracique dont la cellule (d) exerce sur le vaisseau une action vaso-dilatatrice par l'intermédiaire de c.

modification dans la cellule sensitive, mais agit sur la cellule motrice de façon que celle-ci produit la contraction de la fibre musculaire sur laquelle son cylindre-axe se ramifie. Or, il existe dans les centres nerveux et dans le sympathique, en particulier, des cellules dont l'effet consiste à annihiler, pendant un certain temps, l'action d'autres cellules.

Les expériences de MM. Dastre et Morat prouvent que, en réalité, les choses se passent ainsi. Tandis que l'excitation de la première portion du cordon cervical du sympathique ainsi que celle des rameaux communicants venus des sept premiers nerfs cervicaux rétrécit les vaisseaux de l'oreille (fig. 251, 1), l'excitation des rameaux communicants du 8^e nerf cervical et des deux premiers nerfs thoraciques amène d'emblée la dilatation des vaisseaux auriculaires (fig. 251, 2). Les nerfs vaso-dilatateurs ne vont donc pas jusqu'à l'oreille, mais s'arrêtent dans les deux derniers ganglions cervicaux sur lesquels ils agissent en paralysant les cellules des nerfs vaso-constricteurs.

Il en est de même pour les membres abdominaux : en excitant le nerf sciatique ou les derniers ganglions sympathiques lombaires, on produit une vaso-constriction des vaisseaux de la patte ; au contraire, en portant l'excitation sur les premiers ganglions sympathiques lombaires, on amène immédiatement une dilatation des vaisseaux dans les pulpes digitales.

Les filets vaso-dilatateurs de la corde du tympan se terminent dans le ganglion nerveux qui est situé près de la glande sous-maxillaire et, par son intermédiaire, ils agissent sur les vaso-constricteurs des vaisseaux, dont ils suspendent momentanément l'influence.

Les filets vaso-constricteurs sont donc des nerfs qui viennent se mettre en rapport avec les muscles de la paroi vasculaire (fig. 251, 1), dont ils resserrent le calibre, tandis que les filets vaso-dilatateurs (2, *d*) ne dépassent pas les ganglions du sympathique. Par l'intermédiaire des cellules de ces ganglions, ils peuvent agir sur les filets vaso-constricteurs, suspendre leur action et amener ainsi d'emblée la dilatation des vaisseaux.

Innervation des viscères. — Nous avons vu (p. 278) que le pneumo-gastrique et le sympathique émettent à divers niveaux des filets qui se rapprochent, et s'anastomosent pour former des plexus ; à ces plexus sont annexés des ganglions nerveux et qui

envoient des branches nerveuses au tube digestif, au cœur, au poumon, etc.

Ces filets d'origine variable ont-ils une action semblable ou différente? Dès 1855, le médecin allemand Pflüger, ayant excité le pneumo-gastrique, produisit des contractions de l'intestin, tandis qu'en excitant le nerf grand splanchnique (sympathique), il vit cesser ces mouvements. Le sympathique joue donc vis-à-vis du pneumo-gastrique le rôle de nerf suspensif ou d'arrêt. Le pneumo-gastrique est ainsi comparable à un nerf vaso-constricteur et le sympathique à un nerf d'arrêt. Seulement l'un et l'autre nerf, au lieu d'agir dans le cas particulier sur la musculature vasculaire, produisent leur effet sur la musculature intestinale.

Innervation du cœur. — Quant au cœur, il reçoit du plexus cardiaque deux ordres de filets, les uns venant du pneumo-gastrique, les autres du sympathique. En excitant le pneumo-gastrique, on diminue le nombre des contractions du cœur; en le coupant, on voit ses mouvements s'accélérer. Au contraire, en excitant le sympathique, les mouvements du cœur augmentent de rapidité, tandis que, si on coupe le nerf, leur nombre diminue.

L'action du pneumo-gastrique et du sympathique est donc inverse de celle que ces deux nerfs exercent sur le tube digestif. Dans le cœur, le pneumo-gastrique agit comme vaso-dilatateur et le sympathique comme vaso-constricteur. Comme pour le tube digestif, l'action de ces deux nerfs se produit, non point sur la musculature des vaisseaux nourriciers de l'organe, mais sur la musculature même du cœur.

Les contractions du cœur sont la cause de la circulation du sang; mais on voit que l'action du système nerveux règle et la rapidité des mouvements du cœur et la distribution du sang dans les organes. Que les vaso-constricteurs d'une région soient excités sous l'influence du froid ou d'autres causes, il en résultera une diminution de l'apport du sang et, par contre-coup, un ralentissement des contractions du cœur. Que les vaso-dilatateurs entrent en action, le sang arrive plus abondamment dans l'organe et la chaleur y augmente notablement. Le nerf sympathique règle par conséquent les circulations locales et régularise la distribution de la chaleur dans les diverses régions du corps.

§ 5. — Résumé de la constitution et du fonctionnement du système nerveux.

Si nous ramenons la disposition si compliquée du système nerveux à ses parties essentielles, nous voyons qu'il se laisse réduire à une ou plusieurs cellules munies de prolongements.

Pendant longtemps on a cru que les prolongements de l'une des cellules allaient se continuer avec ceux des cellules voisines. Aujourd'hui on sait, grâce aux découvertes du médecin espagnol Ramon y Cajal, que la plupart des prolongements des cellules nerveuses se ramifient en filaments de plus en plus fins, qui vont se mettre *au contact* de ceux des autres cellules. En un mot, *il n'y a pas continuité, mais contiguïté* seulement entre les éléments anatomiques.

Dans les centres nerveux, les relations précédentes sont multiples entre les cellules des divers étages. Dans la moelle, les cellules des cornes ventrales envoient, outre les prolongements protoplasmiques qui restent dans le névraxe, un prolongement très long (cylindre-axe), qui va aboutir à une fibre musculaire *M* (fig. 252), où il se termine par une arborisation (*e*).

Quant aux autres cellules de la moelle, elles sont de diverses sortes; mais il convient de signaler celles (*d*) qui sont en relation avec les ganglions rachidiens (R). Nous savons que celui-ci émet un prolongement centripète allant à la moelle, tandis que son prolongement périphérique va aboutir à la peau (*P*), où il se ramifie en une sorte de buisson.

Fonctionnement du système médullaire. — En portant une excitation sur la peau, il se produit une impression, qui suit le trajet de la fibre *PR* selon la flèche *y* et arrive au ganglion rachidien. De là elle gagne, après avoir été modifiée par la cellule ganglionnaire, le prolongement centripète de la cellule R. Par l'intermédiaire de l'arborisation centrale de R, elle se transmet à la cellule de la corne dorsale (*d*) et de là à l'arborisation de la cellule de la corne ventrale (*V*). Celle-ci lui fait subir une autre modification qui la transforme en un mouvement centrifuge, suivant le nerf (*Ve*) et se transmettant à la fibre musculaire *M*.

Si nous supposons une personne endormie ou une grenouille

décapités pour supprimer l'action du cerveau, nous voyons que l'acte réflexe suit un trajet identique à celui que nous venons de

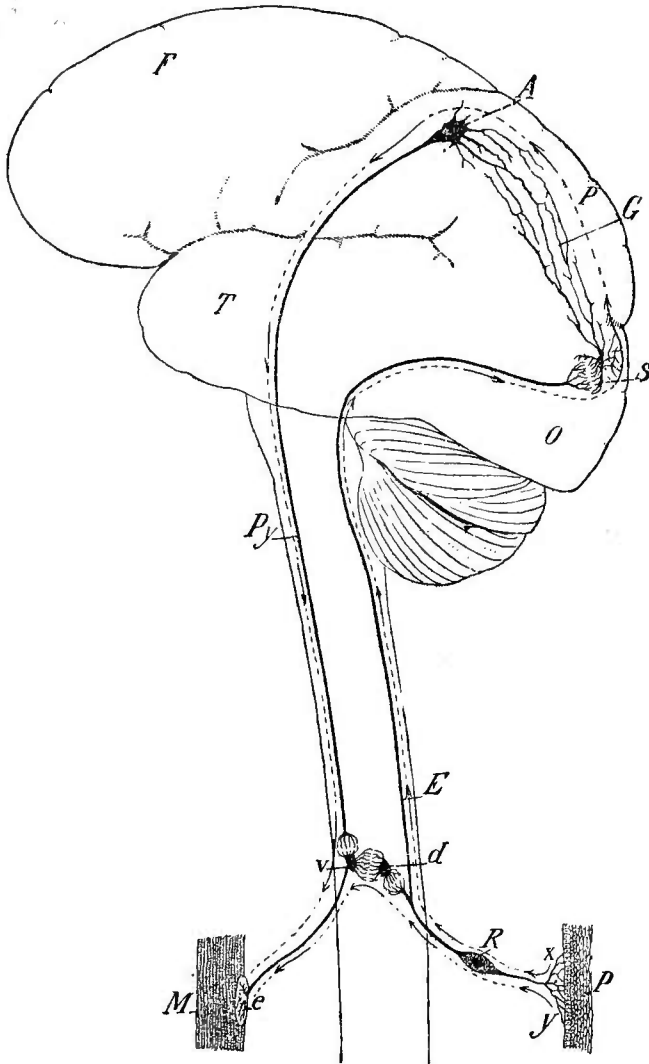


Fig 232. — Figure théorique résumant le mode selon lequel fonctionne le système nerveux.

En haut, l'encéphale ; F, lobe frontal ; P, lobe pariétal ; T, lobe temporal ; O, lobe occipital ; C, cervelet. — En bas, la moelle avec une cellule des cornes dorsales (*d*) et une cellule des cornes ventrales (*v*) ; R, ganglion rachidien ; P, peau ; M, muscle ; *e*, plaque motrice ; E, fibres centripètes de la moelle et de l'encéphale ; S, cellules des centres sensitifs ; G, arborisations centrales de ces cellules ; A, cellules motrices volontaires ; Py, faisceau pyramidal (centrifuge).

décrire (à gauche *y* de la fig. 232) : l'impression qui a lieu en P gague

par la fibre centrifuge et par un trajet centripète la cellule du ganglion spinal (*R*) ; elle arrive ainsi par le prolongement centripète *R* au buisson nerveux central de *R*.

Celui-ci est au contact du buisson nerveux de la cellule de la corne dorsale (*d*) qui est excitée à son tour. L'excitation est transmise par le buisson *d* à la cellule motrice de la corne ventrale (*V*), qui transforme l'impression en un mouvement centrifuge amenant la contraction du muscle (*M*).

Il est possible que l'acte réflexe se simplifie davantage, quand par exemple, comme le montre la figure 195, le prolongement centripète du ganglion rachidien se met directement en rapport de contact avec la cellule de la corne ventrale. En tout cas, il a pour résultat de produire une contraction à la suite d'une excitation faible de la peau.

Si l'excitation est plus forte, les prolongements des cellules de la corne du côté opposé sont mis en jeu et nous avons une contraction symétrique des muscles de l'autre moitié du corps. Si nous supposons une excitation plus forte encore, toutes les cellules de la moelle épinière peuvent être impressionnées et nous avons des contractions dans la plus grande partie du système musculaire (voir p. 258).

Fonctionnement du système cérébral. — A l'état de veille et d'intégrité du système cérébro-spinal, l'excitation périphérique suivra un trajet centripète jusqu'à l'encéphale. Supposons, pour plus de simplicité, que l'impression périphérique (flèche *x*) suive la fibre (*E*) et arrive à la partie sensitive du cerveau (*O*). Là les cellules (*S*) emmagasinent l'impression, qui nous affecte d'une manière agréable ou désagréable et donne lieu à une sensation.

Celle-ci est transmise, par les prolongements *G*, aux cellules des autres départements de l'écorce grise, qui l'interprètent et, après une élaboration spéciale, la transforment en un acte intellectuel, la *perception*. Elles gardent plus ou moins longtemps l'impression sous la forme de *memoire*.

Enfin nous pouvons, après délibération, nous déterminer, par l'intermédiaire des cellules pyramidales de la région rolandique (*A*), à agir *volontairement* sur les muscles du squelette. A cet effet, un ordre de mouvement volontaire part des cellules pyramidales (*A*) et suit, par voie centrifuge, leur prolongement cylindre-axile (*Py*). Celui-ci passe par la capsule interne, les pédoncules cérébraux,

les faisceaux pyramidaux de la moelle et, enfin, arrive par un buisson terminal aux cellules motrices de la corne ventrale (*V*). Ces dernières font parvenir, comme précédemment, l'ordre aux muscles, qui se contractent.

Ce n'est pas tout : de même que les relations des cellules nerveuses du système central se bornent à des relations de contact ou de contiguïté, nous allons voir dans les organes périphériques les fibres motrices et sensitives s'épanouir en un buisson terminal. Les filets de ce dernier aboutissent pour les fibres motrices à la surface de la fibre musculaire, pour les fibres sensitives soit entre les cellules épithéliales, soit entre les cellules conjonctives de certains corpuscules spéciaux.

Dans les organes de l'odorat, du goût, de l'ouïe ou de la vue, nous trouverons des dispositions analogues, qui montrent que, malgré de grandes différences dans la structure, les organes des sens se réduisent à l'épanouissement d'un buisson nerveux terminal.

Systeme nerveux dans la série animale.

I. Protozoaires et Spongiaires. — Les *Protozoaires* et les *Spongiaires* ont un protoplasma sensible et irritable, c'est-à-dire recevant les impressions extérieures et y répondant par un mouvement, mais aucune partie du corps ne s'est spécialisée pour recueillir les impressions : il n'y a pas de système nerveux.

II. Cœlentérés. — Les *Cœlentérés* (polypes) ont le corps revêtu de cellules épithéliales (fig. 233 *e*) servant à protéger la surface cutanée; mais l'extrémité profonde de quelques-unes d'entre elles (*n*) s'allonge en un long filament se mettant en rapport de contact avec une fibre musculaire (*f*) à laquelle il transmet l'excitation du monde extérieur.

Chez d'autres Cœlentérés, tels que les Méduses (fig. 234), les cellules superficielles allongées ou cellules nerveuses (*s*) n'entrent pas en rapport direct avec la fibre musculaire, mais communiquent l'impression à d'autres cellules nerveuses (*m*), qui, d'abord superficielles, sont allées se loger profondément et qui emmagasinent les impressions avant de communiquer l'excitation aux fibres musculaires.

En un mot, comme nous l'avons vu pour l'homme et les autres animaux, les Cœlentérés, qu'elles restent superficielles ou qu'elles gagnent la

profondeur, les cellules nerveuses des êtres inférieurs dérivent des assises superficielles du corps. Les cellules nerveuses réunies en amas sont appelées *ganglions*; chez les Méduses, on en trouve sur les bords de l'ombrelle et sur le pourtour du pédoncule buccal. De plus, les ganglions sont reliés entre eux par des filets d'union ou *commissures*; d'où la formation d'un ou deux anneaux nerveux, représentant le système *nerveux central*.

III. Échinodermes. — Les *Échinodermes* sont pourvus d'un anneau central analogue pourvu de ganglions, d'où partent les nerfs radiés innervant les bras, les tentacules et les ambulacres.

IV. Vers. — La plupart des

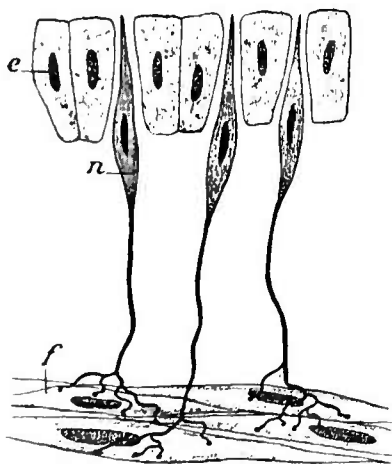


Fig. 253. — Peau (*e*) et cellules nerveuses (*n*) d'un Polype; *f*, fibres musculaires (figure théorique).

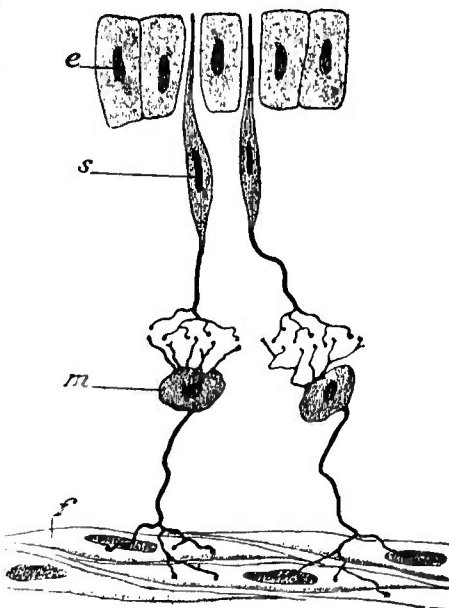


Fig. 254. — Coupe de la peau d'une Méduse.

e, épithélium; *s*, cellules nerveuses sensibles; *m*, cellules nerveuses motrices; *f*, fibres musculaires.

Vers offrent sur le pourtour de l'œsophage ou dans la partie antérieure du corps, des amas de cellules nerveuses, représentant le système nerveux central.

Les *Vers* supérieurs ou *Annélides* (*Chétopodes* et *Hirudinées*) ont deux groupes de cellules nerveuses ou ganglions situés dans la tête (*ganglions cérébroïdes*) qui se relient par deux prolongements latéraux en forme de collier entourant l'œsophage, à une

série de ganglions constituant une chaîne placée du côté ventral du tube digestif (fig. 235).

A chaque anneau du corps correspondent ordinairement deux ganglions, réunis par une commissure transversale. Chacun de ces ganglions est de plus relié à celui qui précède ou qui suit par un filet longitudinal ou *connectif* (fig. 236). Chaque renflement ganglionnaire est formé de cellules nerveuses en forme de poire (*m*). Celles-ci reçoivent les impressions du dehors par l'intermédiaire d'un prolongement venant d'une cellule nerveuse placée dans la peau (*s*). Le prolongement central de la cellule périphérique se ramifie sur le pourtour et au contact des cellules centrales des ganglions. Ces dernières émettent chacune un prolongement nerveux rattachant la chaîne nerveuse aux fibres musculaires, qu'elles animent.

V. Articulés. — Les *Articulés* ont un système nerveux offrant la même situation et la même configuration que celui des *Vers annelés*, c'est-à-dire un double amas de cellules nerveuses ou *ganglions cérébroïdes reliés par un collier œsophagien à la chaîne ventrale* (fig. 237, 238). Lorsque les anneaux du corps sont bien

distincts les uns des autres, chacun est pourvu d'un double ganglion, comme chez les *Vers Annelés*; la fusion des segments du thorax et de l'abdomen entraîne celle des ganglions de la chaîne ventrale; non seulement chez l'animal adulte, mais encore chez

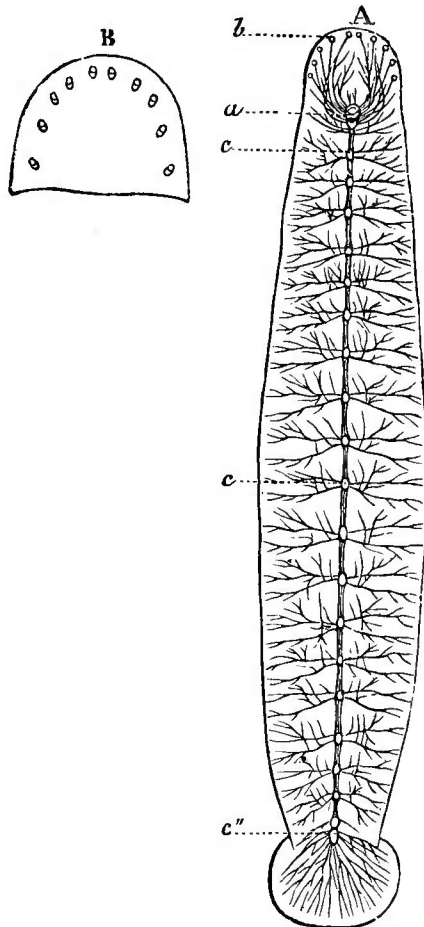


Fig. 235. — Système nerveux de la Sangsue médicinale.

A, système nerveux : *a*, ganglions cérébroïdes; *b*, yeux et nerfs optiques; *c*, *c'*, *c''*, ganglions ventraux. — B, extrémité antérieure portant les yeux (gros). —

la larve (fourmilion). C'est ainsi que chez les Articulés à corps ramassé (crabe, araignée), la chaîne ventrale se réduit à quelques ganglions ou à une masse sous-œsophagienne unique.

Les ganglions cérébroïdes ou cerveau reçoivent les filets nerveux venant des yeux, des antennes et de la lèvre supérieure. Le premier ganglion de la chaîne ventrale, appelé *sous-œsophagien* (fig. 258 *g*) à raison de sa situation, innerve les mâchoires, ainsi que les diverses pièces buccales; les autres ganglions de la même chaîne donnent des filets nerveux aux muscles et aux téguments qui leur correspondent.

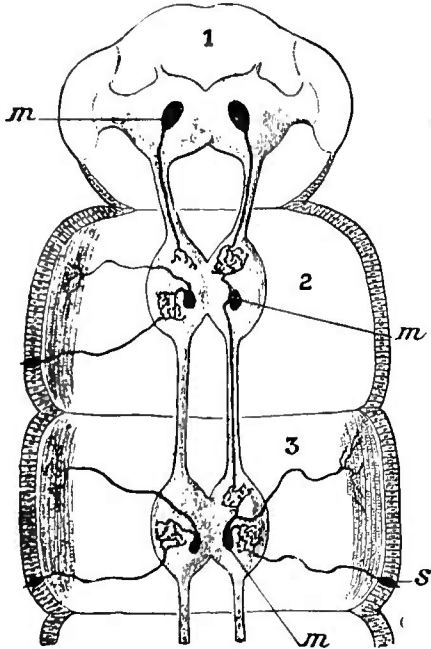


Fig. 256. — Schéma de la structure du système nerveux d'un Ver annelé ou d'un articulé (5 anneaux du corps).

s, cellule sensitive; *m*, cellule motrice; 1, anneau de la tête; 2 et 3, anneaux suivants.

Comme ceux des Vers, les ganglions des Articulés sont constitués par des cellules en forme de poire, qui envoient un prolongement nerveux se ramifiant sur les muscles qu'ils animent. Ces cellules ganglionnaires ou centrales reçoivent les impressions du monde extérieur par l'intermédiaire de cellules nerveuses, fusiformes, placées sous l'épiderme (fig. 236).

Ainsi les ganglions des *Vers Annelés* et des *Articulés* (fig. 236) sont constitués : 1° par des cellules pyriformes (*m*), dont le

cylindre-axe va animer les muscles ou bien mettre le ganglion en rapport avec les cellules de l'un des ganglions situés dans le même anneau ou dans les anneaux qui précèdent ou qui suivent. Outre les cellules nerveuses, chaque ganglion renferme des fibres nerveuses qui y passent ou s'y terminent et dont les ramifications et les arborisations lui donnent un aspect granuleux (*substance ponctuée*). Les ganglions cérébroïdes et ceux de la chaîne ventrale

correspondent à l'encéphale et à la moelle épinière des *Vertébrés*,

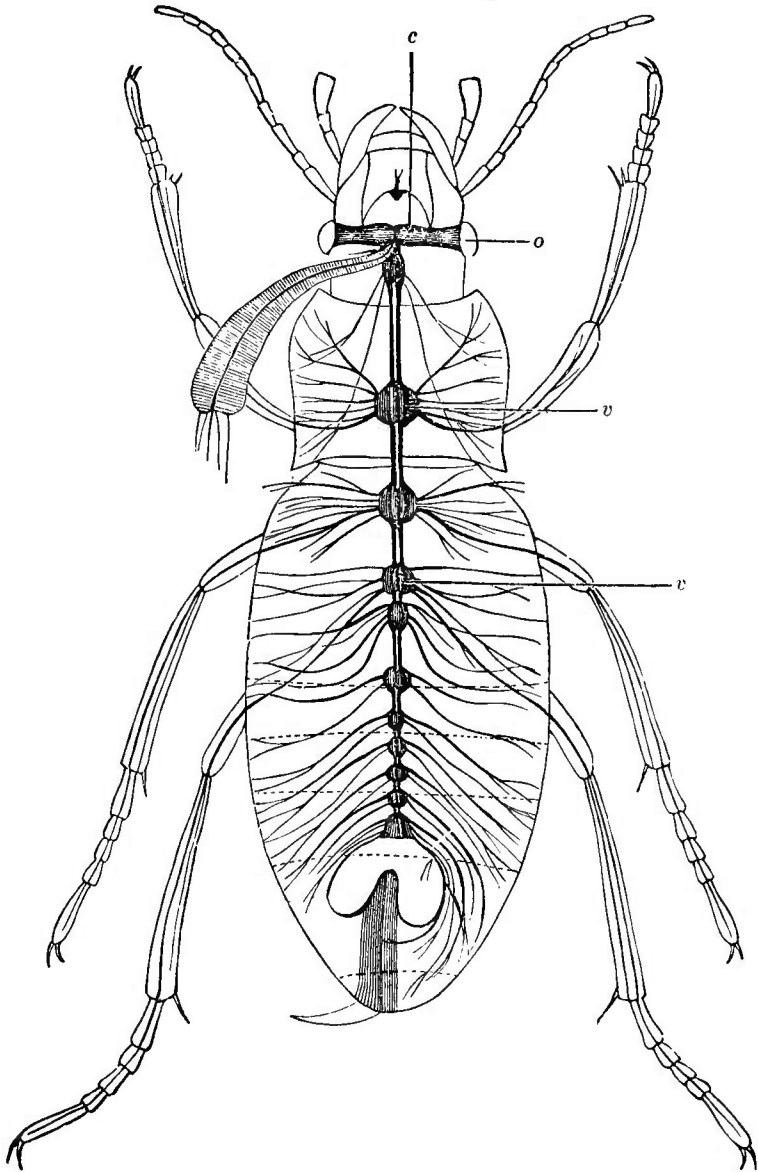


Fig. 237. — Système nerveux d'un Carabe
c, ganglion cérébroïde; *o*, œil; *v*, ganglions de la chaîne ventrale.

tandis que les cellules nerveuses bipolaires de la peau sont les homologues des ganglions spinaux des *Vertébrés*.

VI. Mollusques. — Les *Mollusques* ont également : 1° un double

ganglion cérébroïde; 2° un double ganglion pédieux; 3° plusieurs ganglions viscéraux, en nombre impair. Des filets nerveux réunissent les ganglions de même nom (*commissures*) et les ganglions de noms différents (*connectifs*) (fig. 259, 240 et 241). Des gan-

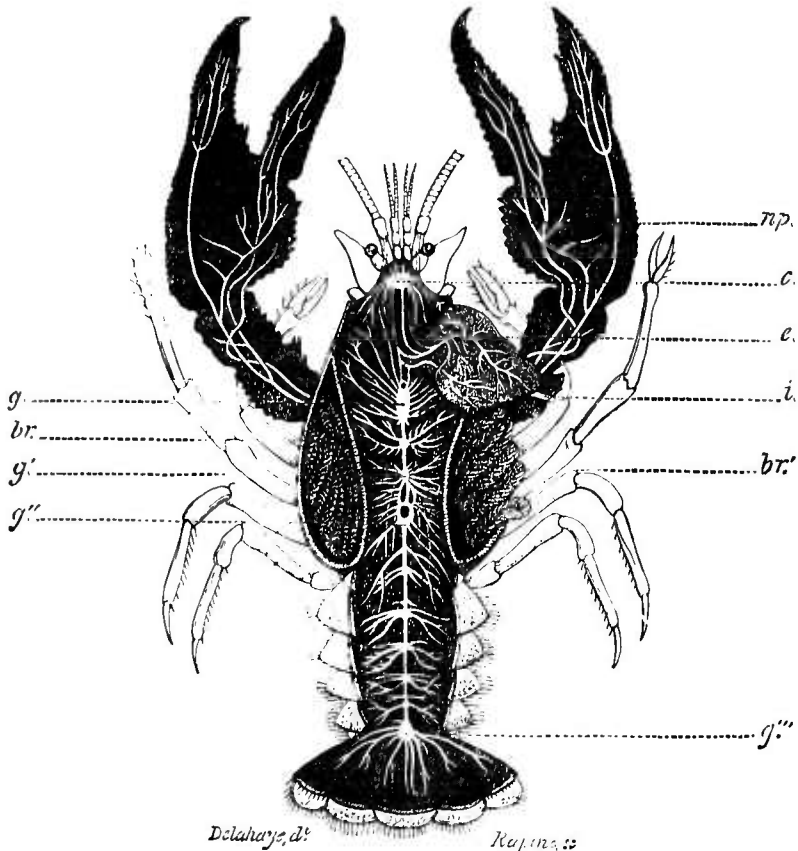


Fig. 258. — Système nerveux de l'Écrevisse.

cerveau (ganglion cérébroïde ou *sus-œsophagien*); *np.*, nerfs des pinces; *br.*, *br'*, branchies; *e.*, estomac; *g.*, ganglion sous-œsophagien; *g'*, *g''*, *g'''*, ganglion de la chaîne ventrale.

glions accessoires existent souvent autour de la cavité buccale, dans le manteau et les branchies.

Ces ganglions sont formés essentiellement par un amas des cellules nerveuses, pyriformes, émettant chacune un filet nerveux qui va animer les muscles. Comme chez les Articulés, on voit les organes des sens (vue, odorat, ouïe) rattachés par des filets

nerveux, au ganglion cérébroïde. Les couches profondes de la peau renferment des cellules nerveuses fusiformes, analogues à celles des ganglions rachidiens de l'homme, dont l'un des pron-

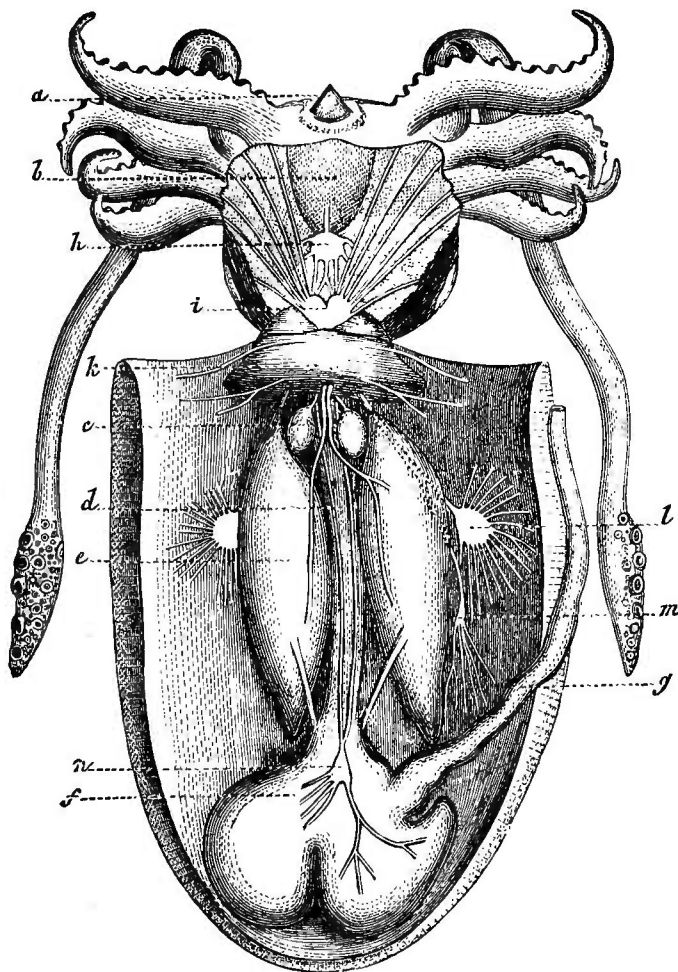


Fig. 239. — Anatomie de la Seiche (le manteau a été fendu et étalé).

a, bec de perroquet; *b*, masse buccale; *c*, glandes salivaires; *d*, œsophage; *e*, foie; *f*, estomac; *g*, intestin; *h*, ganglion buccal, innervant le pharynx et la bouche; *i*, ganglion en patte d'oie ou pédieux; *k*, cartilage crânien, renfermant le ganglion cérébroïde; *l*, ganglion étoilé du manteau; *m* et *n*, ganglions viscéraux.

gements gagne la superficie du corps et se place entre les cellules épidermiques, tandis que l'autre va se ramifier autour des cellules pyriformes des ganglions centraux (fig. 242).

En un mot, le système nerveux des Mollusques présente, comme

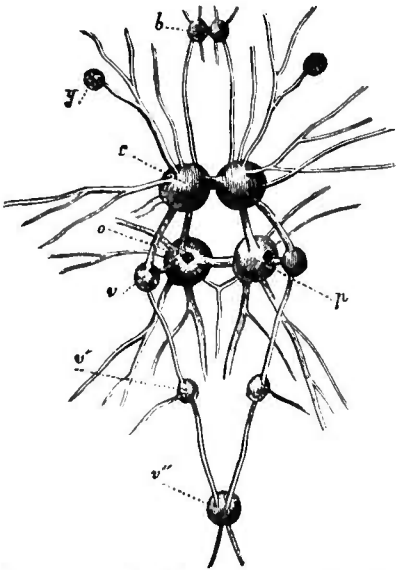


Fig. 210. — Système nerveux d'un Gastéropode isolé.

c, ganglions cérébroïdes; *p*, ganglions pédiéux; *v*, *v'*, *v''*, ganglions viscéraux; *a*, vésicule auditive; *y*, organe visuel; *b*, ganglion buccal.

prennent leur origine dans les ganglions viscéraux vont animer les muscles du manteau et des viscères.

VII. Vertébrés. — Le système nerveux des *Vertébrés* est composé des mêmes parties que celui de l'homme : 1° *système nerveux central* (moelle épinière et encéphale); 2° *système nerveux périphérique* (nerfs rachidiens et crâniens); 3° *sympathique*. Le système nerveux central est logé dans le canal rachidien, qui a une position dorsale par rapport au tube digestif. Nous avons déjà étudié (p. 224 et suivantes) les ressemblances qu'on observe chez les divers *Vertébrés* dans le système nerveux (moelle, bulbe, nerfs, etc.), ainsi que les degrés variables de développement que présente leur cerveau.

celui des *Vers Annelés* et des *Articulés*, deux sortes de cellules : les unes, fusiformes ou bipolaires (*s*), sont sous-cutanées; leur extrémité périphérique se prolonge entre les cellules épithéliales de la peau, tandis que l'extrémité profonde va se ramifier autour des cellules des ganglions (*m*). Les autres (*m*), constituant essentiellement les ganglions, sont arrondies ou pyriformes et émettent un prolongement qui va au ganglion voisin ou bien se rend aux fibres musculaires (*f*) qu'elles animent. Au point de vue fonctionnel, par exemple, les fibres qui partent des cellules du ganglion pédiéux innervent le pied et celles qui

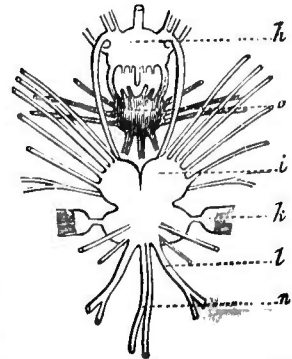


Fig. 241. — Système nerveux de la Seiche (isolé).

h, ganglion buccal; *o*, ganglion pharyngien; *i*, ganglion pédiéux; *k*, nerf optique prenant naissance sur le ganglion cérébroïde accolé au ganglion pédiéux ou sous-œsophagien; *l*, nerf branchial; *n*, nerf viscéral.

A. Constance de la position relative des centres nerveux. — Cette étude nous montre que la position du système nerveux est bien variable chez les animaux.

Chez les Vertébrés, par exemple, la masse principale du système nerveux occupe une situation *dorsale*, tandis que chez les Annelés (*Vers et Articulés*) elle constitue une chaîne *ventrale* précédée, il est vrai, de deux ganglions *dorsaux*. Certains auteurs, ne tenant compte que de la chaîne ventrale, en ont conclu, bien à tort, que le *Vertébré serait un Annelé retourné*.

Une étude plus approfondie de toute la série animale a permis à M. Alexis Julien de ramener à une commune formule la position variable du système nerveux dans les divers groupes.

Chez certains *Cœlentérés*, tels que les Méduses, les nerfs et les amas nerveux se trouvent du côté de l'ombrelle, dont la face inférieure se munit de rubans musculaires, de vésicules oculaires et auditives.

Les amas nerveux des *Échinodermes*, reliés par un anneau, sont groupés sur le pourtour de la bouche et à la face *ventrale* des rayons où se développent les muscles des bras et les organes des sens.

Chez les *Annelés*, l'ouïe et la vue sont logées sur la face dorsale de la tête; le ganglion cérébroïde qui leur est uni par des filets nerveux est également *dorsal*. Les principales masses musculaires sont, au contraire, *ventrales*: aussi les centres nerveux du tronc figurent-ils une chaîne *ventrale*.

Chez les *Mollusques*, le ganglion cérébroïde (quand la tête existe) est *dorsal*, et les ganglions qui innervent le pied et les viscères sont reportés du côté de ces organes, c'est-à-dire qu'ils sont *ventraux*.

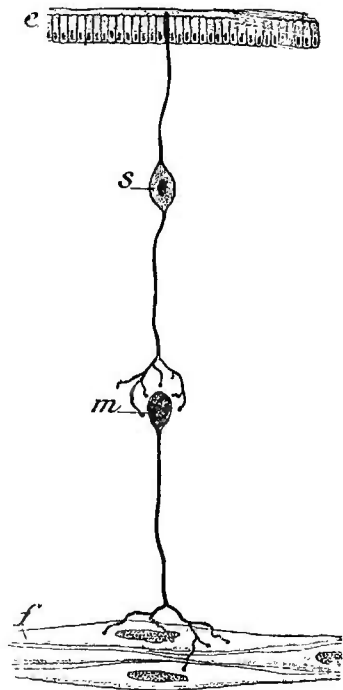


Fig. 242. — Figure théorique du système nerveux d'un Mollusque.

e, épithélium de la peau; *s*, cellule nerveuse sensitive (située dans la peau); *m*, cellule motrice (située dans un ganglion); *f*, fibres musculaires.

Dans l'embryon des *Vertébrés*, les masses musculaires occupent les côtés de la gouttière médullaire, c'est-à-dire de l'axe cérébro-spinal; elles sont donc, à l'origine, placées du côté dorsal, tout comme la moelle et l'encéphale. En se portant plus tard du côté ventral, une portion de ces masses musculaires entraîne certaines parties du système nerveux.

D'autre part, les parties essentielles des organes des sens (vue, ouïe, olfaction) restent du côté dorsal de la bouche et du pharynx.

Il y a donc, chez les divers animaux, *un rapport constant et direct entre la position des principaux centres nerveux et celle des principaux organes sensoriels et locomoteurs* (Alexis Julien).

B. Groupement des cellules nerveuses chez les divers animaux.

D'autre part, la structure du système nerveux n'est pas moins simple et uniforme chez les divers types. En effet, ce système se laisse ramener, chez les animaux les plus dissemblables au point de vue de la forme du corps, à un nombre plus ou moins considérable de *cellules nerveuses*, dont les unes recueillent les impressions, les modifient, puis les transmettent à d'autres qui animent les muscles. Or, les cellules qui recueillent les impressions restent partout à la périphérie, celles qui les modifient, les transforment en sensations et agissent sur les muscles, occupent au contraire une position plus centrale. Chez les *Invertébrés*, les cellules sensibles sont éparpillées dans les téguments, bien qu'elles commencent déjà dans certains organes des sens à se grouper en *ganglions*. Seule, la muqueuse olfactive rappelle chez les *Vertébrés* cet état inférieur caractérisé par l'éparpillement des cellules sensibles. Les autres cellules *sensitives* des *Vertébrés* se groupent en ganglions (rachidiens et crâniens); mais ces ganglions sont toujours périphériques, c'est-à-dire situés à une certaine distance de l'axe cérébro-spinal. Ce dernier (système nerveux central) est essentiellement constitué : 1° par des cellules modificatrices des impressions et 2° par des cellules motrices.

C'est *par simple contact* que s'établissent, chez tous les animaux, les relations des cellules nerveuses, soit entre elles, soit avec les tissus.

CHAPITRE VI

ORGANES DES SENS ET DE LA VOIX

§ 1. — Peau de l'homme.

La peau est une enveloppe qui constitue la limite extérieure du corps. C'est une membrane à la fois flexible et extensible, résistante et élastique. En outre, elle est très sensible. Ses fonctions sont multiples : elle protège l'organisme contre les élévations et les abaissements de température et reçoit les impressions du monde extérieur.

L'étendue de la peau est d'un mètre carré et demi environ. Son épaisseur varie selon les régions du corps ; elle est en moyenne de 1 millimètre.

Structure de la peau. — En faisant une mince section de la peau et en l'examinant au microscope, on voit qu'elle se compose de deux couches principales, qui sont dessinées à des grossissements différents sur les figures 243 et 245. La couche superficielle porte le nom d'*épiderme* (*épi*, sur ; *derma*, peau), parce qu'elle est située sur une deuxième couche, plus profonde, appelée le *derme*, qui comprend le reste de la coupe.

1° Épiderme. — L'épiderme est composé de cellules épithéliales qui présentent de nombreuses

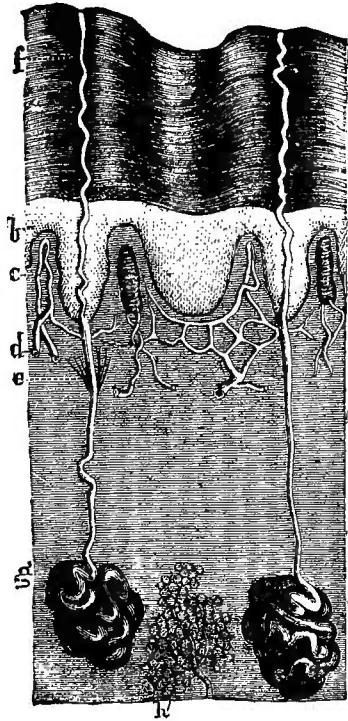


Fig. 243. — Coupe de la peau (grossie).

f, couche de Malpighi ; *f*, couche cornée de l'épiderme ; *c*, papilles de la peau dont deux présentent des anses vasculaires, et deux autres des corpuscules du tact ; *d*, anses vasculaires ; *e*, conduit excréteur de la glande sudoripare dont le glomérule est en *g* ; *h*, lobule de graisse.

assises superposées. Les couches profondes sont molles, comme l'épithélium de la muqueuse buccale : elles constituent le *corps muqueur de Malpighi* (b). Les couches superficielles sont formées de cellules aplaties et racornies : c'est la *couche cornée* (f).

Cette couche cornée est très mince sur la plus grande partie de la surface du corps ; mais elle atteint, à la plante du pied et à la paume de la main, une épaisseur de 2 à 5 millimètres. C'est à son développement énorme que sont dues les callosités des mains et des pieds. C'est également la couche cornée qui s'en va sous forme de lambeaux après l'application d'un vésicatoire, ou bien pendant la convalescence de la scarlatine et d'autres maladies graves.

2° *Derme*. — Le derme est formé de faisceaux et de fibres conjonctives qui s'entre-croisent en tous sens. Un réseau de fibres élastiques très serré parcourt le derme et devient d'une finesse extrême à mesure qu'il approche de l'épiderme. La présence de ce tissu élastique fait qu'un pli de la peau s'efface instantanément et que cette membrane se moule admirablement sur les creux et les reliefs des diverses parties du corps.

La face superficielle du derme n'est pas unie et lisse, mais hérissée de rangées de saillies dites *papilles* (c), qui sont recouvertes d'épiderme, comme les *espaces interpapillaires*.

Le derme est séparé des organes tels que les os, les muscles, etc., par une lamelle de tissu conjonctif très lâche, qui se laisse insulter avec une grande facilité ; les bulles d'air y déterminent alors des cavités appelées *cellules* par les anciens auteurs : c'est le *tissu cellulaire sous-cutané*, formé de fibres conjonctives.

Le derme renferme de nombreux vaisseaux qui vont se rendre en partie, comme le montre la figure 245 *cd*, aux papilles, dont toutes reçoivent des anses vasculaires. L'épiderme manque de vaisseaux.

Poils. — Telles sont les parties constituantes de la peau. Celle-ci produit en outre des organes de perfectionnement, dont les uns viennent faire saillie à l'extérieur, tandis que les autres restent profondément cachés. Les premiers forment les *poils*, auxquels se trouvent annexées les *glandes sébacées*, et les seconds constituent les *glandes sudoripares*.

Les poils sont des dérivés de l'épiderme, mais qui vont se baigner dans les parties vasculaires du derme. Pour les former,

iderme (fig. 244, *ep*) se multiplie et ses cellules profondes donnent naissance à un bourgeon (*b*), qui pénètre dans le derme et qu'on appelle *bourgeon pileux*.

Le bourgeon pileux (*pilum*, poil) continue à s'allonger dans la profondeur, mais on le voit (fig. 244, 2) s'élargir par le fond et entourer une saillie vasculaire, semblable à celle des papilles dermiques, mais plus profondément située : c'est la *papille du poil* (*p*).

L'organe qui va produire le poil est donc composé : 1° d'une enveloppe formée par le derme (*d*); 2° de la papille, également dermique et organe nourricier du poil, et 3° d'un bourgeon épithélial (*bu*) qui coiffe la papille. La partie du bourgeon qui entoure immédiatement la papille et qui a la forme d'un bulbe (d'où son nom de *bulbe*), produit des cellules qui deviennent plus denses, plus résistantes, plus cornées d'un mot. Repoussées par les cellules nouvellement formées sur la papille, elles montent en s'allongeant et forment une *tigelle cornée* (2 et 3, *po*). Celle-ci, d'abord cachée dans la peau, devient ensuite saillante et constitue le *fil*.

Le poil se compose donc d'une portion libre, la *tige* ou *flèche*, et d'une portion profondément située, la *racine*. Celle-ci est contenue dans une poche du derme, appelée le *follicule pileux* (*folliculus*, sac).

En résumé, les organes producteurs du poil sont formés : 1° d'une *papille conjonctive et vasculaire* (*p*); 2° du *follicule pileux*; 3° d'un renflement épithélial profond en forme d'oi-

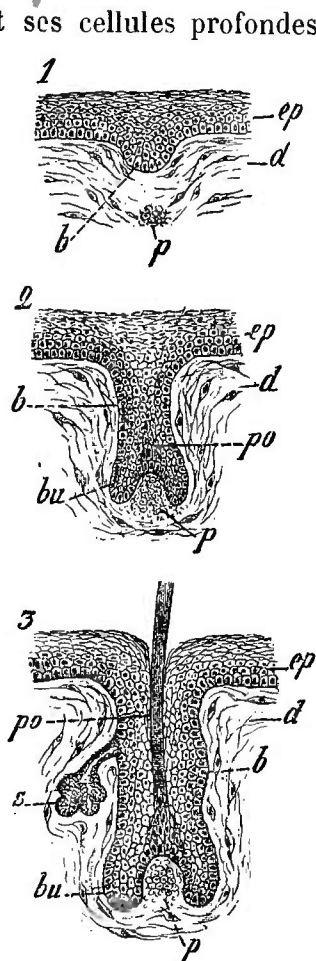


Fig. 244. — Formation du poil et des glandes sébacées.

ep, épiderme; *d*, derme. — 1, ébauche du bourgeon épithélial (*b*) et de la papille (*p*). — 2, le bourgeon épithélial (*b*) a pénétré dans le derme et son fond s'est étalé en un bulbe (*bu*), coiffant la papille (*p*). Au centre du bulbe s'est formée la *tigelle* (*po*), ébauche du poil. — 3, le poil (*po*) s'est allongé et le bourgeon épithélial (*b*) a formé latéralement une glande en grappe (*s*), ou glande sébacée.

le poil; 3° d'un renflement épithélial profond en forme d'oi-

gnou : c'est le *bouton* ou *bulbe* (*bu*). Les cellules centrales qui coiffent le bouton se multiplient, deviennent cornées et produisent une *tigelle cornée*, le *poil* proprement dit, qui s'allonge et proémine au dehors pour former la *tige* ou *flèche* du poil.

Chez l'homme, toute la peau est recouverte de poils, sauf à la paume de la main et à la plante du pied. Seulement ces productions atteignent un développement bien différent selon les régions : très longs et très rapprochés sur la peau du crâne (*cheveux*), les poils restent petits et rudimentaires presque partout ailleurs (*poils du duvet*).

Rôle des poils. — Les poils, comme la couche cornée de la peau, sont mauvais conducteurs de la chaleur et emprisonnent une couche d'air dans leurs interstices, de façon que l'animal est pour ainsi dire isolé de l'atmosphère enveloppante. Grâce à cette structure, la déperdition de la chaleur se trouve entravée; aussi peut-on regarder les poils comme des organes de protection.

Rôle de la graisse. — Aux follicules pileux se trouvent annexées, chez les mammifères et l'homme, des glandes de 1 dixième de millimètre à 1 et 2 millimètres. Ce sont (fig. 244, *s*, et fig. 245, *f*) des glandes en grappe semblables aux salivaires; on les appelle *glandes sébacées*. Leur développement est en raison inverse de celui des poils. Les cellules épithéliales de ces glandes élaborent des gouttelettes de graisse, qui deviennent libres par la fonte de la cellule et s'écoulent dans le follicule pileux : de là cette humeur huileuse se répand sur l'épiderme et le poil, qu'elle couvre d'une couche imper-

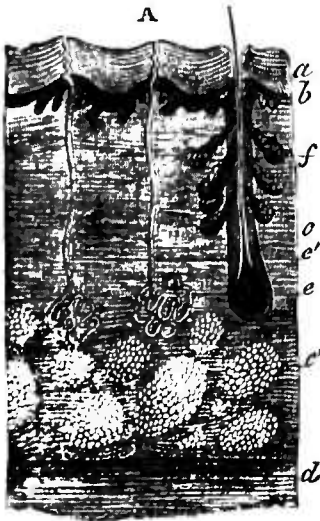


Fig. 245. Coupe de la peau.

a, couche cornée; *b*, couche de Malpighi; *c*, derme; *e*, *e'*, glandes sudoripares; *d*, graisse; *f*, unscle produent; *f*, glandes sébacées ouvrant dans le follicule pileux.

méable à l'eau. La matière sébacée joue par conséquent le rôle d'un enduit protecteur.

La peau a d'autres moyens encore de résister au refroidissement : les cellules de la face profonde du derme élaborent,

me les cellules des glandes sébacées, des gouttelettes de graisse qui transforment peu à peu ces cellules en utricules pleins d'huile. La réunion d'un grand nombre de *cellules adipeuses* (c'est-à-dire des cellules qui contiennent de la graisse), grâce à un feutrage de fibres conjonctives, forme des *lobules* qui remplissent la couche profonde de la peau. L'ensemble constitue le *pannicule adipeux* (*panniculus*, mot qui vient du latin *pannis*, d'étoffe), qui, chez les animaux tels que le porc, acquiert une épaisseur notable. Notons qu'à la température de 37° cette couche n'est pas solide, mais liquide comme de l'huile. Le pannicule adipeux atteint un développement colossal chez les mammifères qui vivent dans l'eau, milieu bon conducteur de la chaleur : les baleines, par exemple, possèdent dans la partie profonde de la peau un pannicule adipeux atteignant une épaisseur de 10 à 40 centimètres, selon les régions. Cette énorme quantité de graisse ou *lard* est devenue l'objet de la convoitise de l'homme, qui chasse la baleine depuis le XII^e siècle et en tue aujourd'hui des centaines tous les ans.

En résumé, la couche cornée de l'épiderme, les poils, les glandes sébacées et quelquefois le pannicule adipeux, empêchent, dans une certaine mesure, la déperdition de la chaleur du corps et le refroidissement consécutif.

Glandes sudoripares. — Voyons maintenant comment la peau et ses dépendances peuvent s'opposer à l'élévation de la température du corps.

L'épiderme envoie dans le derme, outre les follicules pileux et les glandes sébacées, des bourgeons cylindriques, qui arrivent jusqu'à la limite profonde du derme et dans le pannicule adipeux, le tube continuant à s'allonger à ce niveau, mais ne pénétrant pas plus profondément, s'enroule sur lui-même et forme un petit globe : le *glomérule* de la *glande sudoripare*. Celle-ci se compose de deux parties (fig. 243 et 246) ; 1° d'une partie pelotonnée, le *glomérule* ; 2° d'un tube plus ou moins droit qui traverse le derme, c'est le *conduit excréteur* (e et f). Ce dernier passe entre les papilles dermiques et se continue avec un canal contourné en spirale qui est comme creusé à l'emporte-pièce entre les cellules épidermiques.

Enfin le conduit s'ouvre sur la couche cornée par un trou que les Anciens avaient pris pour un pore exhalant ou transpirant.

La structure du canal excréteur est très simple : une double couche de cellules cylindriques, qui est entourée d'une membrane conjonctive.

Quant au glomérule, il est formé par un tube semblable, pelotonné; la figure 246 représente un glomérule faiblement grossi

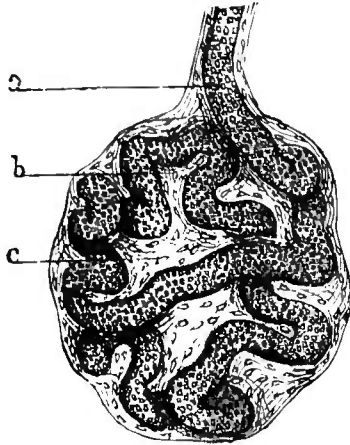


Fig. 246. — Glomérule d'une glande sudoripare (gros).

a, commencement du conduit excréteur; *b*, conduit sécréteur; *c*, tunique conjonctive du glomérule.

et en partie déroulé. On voit que les circonvolutions du glomérule sont réunies par une gangue conjonctive qui loge un réseau capillaire extrêmement développé.

La structure du glomérule est celle d'un cul-de-sac glandulaire, c'est-à-dire qu'il est tapissé d'une assise de cellules épithéliales. Celles-ci sont doublées en dehors par des cellules musculaires ayant un trajet spiral autour du canal sécréteur. De nombreux nerfs viennent se terminer au pourtour de ces cellules tant épithéliales que musculaires.

Sueur. — Ces glandes sécrètent la sueur, qui est liquide et renferme 995 parties d'eau, un peu de chlorure de sodium, des traces d'urée, des substances odorantes, etc. La sueur est alcaline comme le sang, lorsqu'elle sort des glandes sudoripares, mais elle devient acide par son mélange avec les corps gras de la peau.

Le liquide acquiert ainsi des réactions acides, comme l'urine et le suc gastrique. La quantité de sueur excrétée dans les vingt-quatre heures est très abondante; même lorsque nous ne la voyons point apparaître sous forme de gouttelettes, il s'en dégage jusqu'à 500 grammes, c'est-à-dire un demi-litre par jour : c'est là ce qu'on désigne sous le nom de *transpiration insensible*. Pendant l'exercice ou les élévations de température, il s'en écoule un demi-litre par heure; dans les fortes transpirations, la quantité de sueur peut s'élever à 1 ou 2 litres par heure.

La sueur produite par les glandes sudoripares s'évapore à la surface de la peau et détermine un effet réfrigérant. Pour sécréter, la sueur, les cellules épithéliales des glandes sudoripares emprun-

tent au sang des capillaires voisins les matériaux nécessaires. Elles se gorgent de ces principes, augmentent de volume et surtout de hauteur. Puis la partie libre de la cellule devient liquide et se résout en sueur, qui suit le canal excréteur pour s'écouler à la surface de la peau. Il existe là un mécanisme analogue à celui qui préside à l'élaboration de la salive (voir fig. 24, p. 33).

Habituellement les vaisseaux sont dilatés et abondamment pourvus de sang, lorsque les glandes sudoripares sécrètent. Cependant ces organes ne sont pas seulement des filtres qui livrent passage aux principes de la sueur contenus dans le sang. Lorsqu'on ampute la patte abdominale d'un chat, et qu'on y supprime de ce fait toute circulation, il est possible d'y provoquer la sudation en excitant le bout périphérique du nerf sciatique. Les sueurs froides se produisent, d'une façon analogue chez l'homme, alors que les vaisseaux sanguins sont rétrécis dans la région.

L'ensemble de ces faits prouve que la sécrétion de la sueur est sous l'influence du système nerveux et consiste dans un travail particulier des cellules glandulaires, comme nous l'avons vu d'ailleurs pour les diverses glandes.

Rôle de la sueur. — La sueur joue un rôle des plus importants pour maintenir l'équilibre de la température.

La chaleur se produit dans l'organisme d'une façon continue. Comment se fait-il, dans ces conditions, que la température de l'homme et des animaux supérieurs soit *constante* et ne dépasse pas un certain degré? Comment, d'autre part, peuvent-ils supporter des températures très élevées sans que leur propre température soit à peine modifiée?

Dès 1760, les observations et les expériences du médecin français Tillet, montrèrent que l'homme, le chien, le lapin, etc., peuvent rester pendant plusieurs minutes dans un four de boulanger, dans une étuve sèche chauffée à 100° et davantage, sans qu'il en résulte des accidents fâcheux et sans que la température du corps s'élève.

L'Américain Benjamin Franklin avait, depuis 1758, trouvé l'explication de cette résistance à la chaleur.

Il avait observé que les moissonneurs ne sont pas incommodés par les fortes chaleurs, tant qu'ils transpirent, mais qu'ils succombent dès que la sueur s'arrête. Il attribua cette résistance à l'évaporation de la sueur. Si l'éventail, dit Franklin, est un moyen

de refroidir la face, c'est que le renouvellement et l'agitation de l'air accélèrent l'évaporation de la sueur, qui est une cause de refroidissement. Dans l'air humide, l'homme et les animaux résistent beaucoup moins à la chaleur.

Aussi Lavoisier, dès 1789, a-t-il formulé la constance de la chaleur animale en ces termes : « La machine animale est principalement gouvernée par trois régulateurs principaux : la *respiration*, qui consomme de l'hydrogène et du carbone et qui fournit du calorique; la *transpiration*, qui augmente ou diminue, suivant qu'il est nécessaire d'emporter plus ou moins de calorifique; enfin, la *digestion*, qui rend au sang ce qu'il perd par la respiration et la transpiration ».

Régulation de la chaleur. — Les causes qui produisent la chaleur étant continues, le corps aurait une température de plus en plus élevée, s'il n'avait des moyens de se refroidir.

Chez les animaux à sang chaud, le maintien de la température à un certain degré est une des conditions de leur santé et même de leur existence. Il faut donc qu'ils puissent maintenir l'équilibre de leur température : 1° par la résistance au froid du milieu ambiant; 2° par le rayonnement de la chaleur, quand la température du corps menace de s'élever.

Outre que l'homme chauffe les aliments qu'il ingère, il perd par jour, dans nos climats, une certaine quantité de chaleur à réchauffer l'air extérieur qu'il inspire.

Mais ce qui amène surtout un refroidissement considérable, c'est l'évaporation pulmonaire et la transpiration cutanée.

Chacun sait que la vaporisation de l'eau est accompagnée d'une absorption de chaleur; les animaux peuvent être comparés à cet égard à ces vases de terre poreuse, dits *alcarazas*, dont on se sert dans le Midi pour avoir de l'eau fraîche. L'eau, suintant à travers les pores du vase, se vaporise au contact de l'air et emprunte la chaleur nécessaire au contenu, qui par conséquent se refroidit. La chaleur latente de l'eau est de 540, c'est-à-dire que 1 gramme d'eau absorbe pour se vaporiser autant de chaleur qu'il en faut pour élever 540 grammes d'eau de 1 degré.

L'homme perd par jour de 500 à 600 grammes de vapeur d'eau, qu'il exhale avec l'air expiré; d'où une perte de chaleur assez notable. Mais certains mammifères, tels que le chien, sont particulièrement favorisés à cet égard. Tout le monde a remarqué que

les chiens, dès qu'ils sont soumis à l'une des causes tendant à élever la température du corps, accélèrent leur respiration, qui devient haletante. Les chiens ne transpirant guère, le refroidissement de leur organisme est dû à une respiration plus active : ils vaporisent ainsi une quantité considérable d'eau pendant que le sang traverse le poumon.

En résumé, chez l'homme et la plupart des mammifères, le maintien de la température constante du corps se fait essentiellement *par la peau et ses dépendances*.

§ 2. — Terminaisons nerveuses dans la peau.

Sensibilité de la peau. — Toucher. — Terminaison des nerfs dans la peau et les muqueuses. — Les filets périphériques des *ganglions spinaux* (voir p. 229) vont s'épanouir dans les membranes tégumentaires et dans la plupart des tissus pour mettre ces organes en relation avec les centres nerveux.

Le plus grand nombre des nerfs qui vont à la peau sont donc, de par leur origine, des filets sensitifs. Ces nerfs se ramifient en plexus dans le tissu sous-cutané et à la face profonde du derme. De ces plexus partent d'autres filets qui constituent un second plexus dans l'épaisseur du derme. Ces deux plexus émettent des fibres nerveuses qui vont se terminer dans les organes.

Corpuscules de Vater. — Le mode de terminaison de ces fibres est variable. Déjà en 1741 le médecin allemand Vater, en disséquant les nerfs, aperçut des corpuscules oviformes d'un blanc transparent, appendus par un mince pédicule aux filets nerveux (fig. 247). Ils sont visibles à l'œil nu, puisqu'ils atteignent la taille de 2 à 3 millimètres sur les nerfs collatéraux des doigts. En 1830, le médecin italien Pacini

les étudia au microscope. Aussi les désigne-t-on sous le nom de *corpuscules de Vater* ou de *Pacini*. Ils sont situés profondément dans le tissu cellulaire sous-cutané; l'index et le médium en

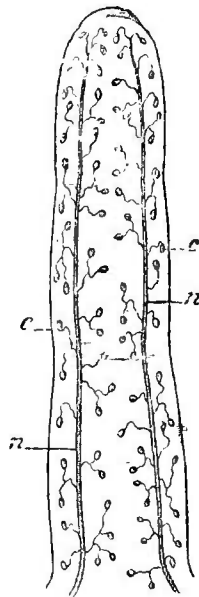


Fig. 247. — Nerfs collatéraux d'un doigt (*nm*) avec les corpuscules de Vater (*cc*).

possèdent chacun une centaine, les autres doigts un peu moins.

Les corpuscules de Vater se rencontrent en bien d'autres régions du corps : le méésentère du chat est un lieu d'élection pour les étudier ; on en a trouvé chez l'homme : 1° le long des nerfs des articulations (les articulations du membre thoracique en ont plus de 500) ; 2° sur les nerfs du périoste et de l'os ; 3° sur les nerfs des muscles et des cloisons conjonctives intermusculaires ; 4° sur les nerfs intercostaux. Le médecin italien Golgi en a vu de fort petits à l'union des muscles et de leurs tendons.

Les oiseaux en ont sur le bec et la langue, comme l'a montré Herbst dès 1848 (*corpuscules de Herbst*).

Corpuscules du tact. — Un second appareil terminal des nerfs cutanés se trouve surtout dans les régions de la peau dépourvues

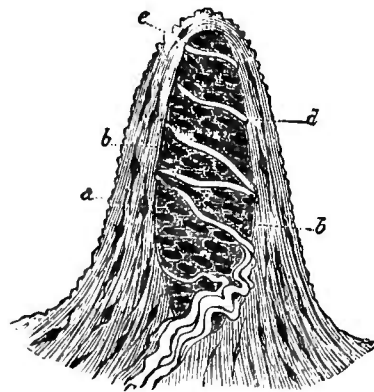


Fig. 248. — Papille d'un doigt avec un corpuscule du tact.

a, corps de la papille ; *bb*, corpuscule du tact ; *c*, nerf qui y arrive et qui monte en serpentant dans le corpuscule en *d* et *e*.

de poils (paume de la main et des doigts et plante du pied et des orteils). Ce sont de petits corps de dimensions plus réduites que celles des corpuscules de Vater ; ils n'ont qu'un dixième de millimètre en moyenne ; aussi ne les a-t-on vus que grâce à l'emploi du microscope. C'est seulement vers le milieu de notre siècle que le médecin allemand Meissner les a découverts dans les papilles de la peau où ils siègent presque exclusivement. Aussi les appelle-t-on indifféremment *corpuscules de Meissner* ou *corpuscules du tact* (fig. 248). Sur le côté palmaire

de la phalange onguéale, on compte 400 papilles environ par millimètre carré, et 25 de ces papilles possèdent des corpuscules de Meissner. Ceux-ci deviennent plus rares, si l'on remonte vers le poignet.

Chez les animaux, le médecin belge Grandry a découvert, en 1869, des corpuscules du tact fort simples dans le tissu conjonctif du bec et de la langue du canard (fig. 250).

Terminaisons intra-épidermiques et dermiques. — Certains nerfs arrivent jusqu'à la surface du derme et donnent des filets

qui vont pénétrer entre les cellules épidermiques. Leurs rameaux terminaux présentent en effet des boutons ou des renflements en forme de ménisques qui se placent dans l'intervalle des cellules épithéliales (fig. 260, p. 527).

Les nerfs qui restent dans le derm se rendent aux corpuscules de Vater ou de Meissner. Dans le corpuscule de

Vater, le nerf se termine (251, *a*) par une extrémité simple ou bifurquée au centre d'une cavité, qui est entourée d'une capsule formée de lamelles conjonctives emboîtées. Le corpuscule de Meissner le plus simple est celui du bec du canard : là, le nerf présente un renflement en forme de *disque*, appelé *tactile*. Celui-ci (*d*) est compris entre deux cellules excavées dites *cellules de soutien* (fig. 250 *s*).

Le corpuscule de Meissner des mamifères est construit sur le même modèle que celui du bec du canard, c'est-à-dire qu'il est formé de disques tactiles et de cellules de soutien. Seulement, ces deux sortes de formations sont disposées en rangées nombreuses

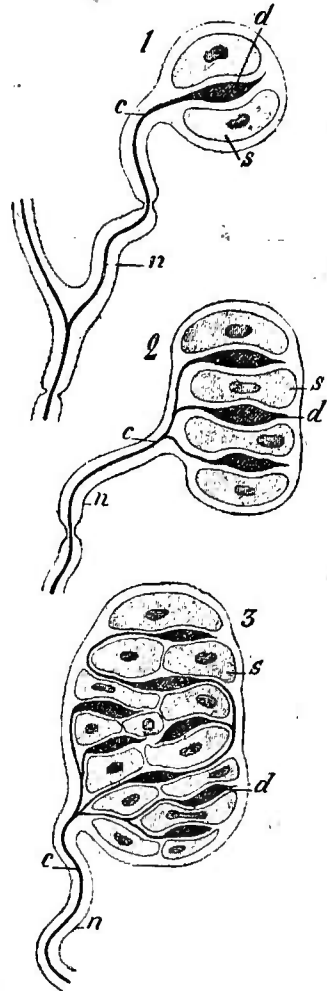


Fig. 249. — Papilles d'une muqueuse avec les corpuscules du tact, dits de Krause.

Fig. 250. — Corpuscules du tact (bec et langue de canard), d'après le cours de M. Duval.

n, nerf à myéline; *c*, cylindre-axe; *s*, cellules de soutien; *d*, disque tactile. — 1, corpuscule avec terminaison unique du nerf. — 2, le nerf se divise en 3 disques. — 3, le nerf se divise en un grand nombre de disques.

et le cylindre-axe donne

des rameaux à chacun des disques placés entre deux cellules de soutien voisines (fig. 250, 2 et 5).

Dans les muqueuses (fig. 249), les nerfs se terminent les uns entre les cellules épithéliales, comme dans l'épiderme; les autres aboutissent à des corpuscules situées dans le chorion et découverts par Krause en 1858; d'où le nom de corpuscules de Krause. Ils ont la structure des corpuscules de Vater ou de Meissner.

Diverses espèces de sensations fournies par la peau et les muqueuses. — Quel est le rôle de ces trois espèces de terminaisons? « Lorsque, les yeux fermés, on promène la main sur une pièce de monnaie placée sur une table, il est facile de se rendre

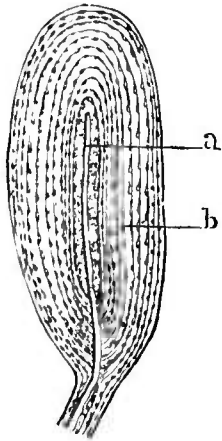


Fig. 251. — Corpuscule de Vater.

a, cavité centrale en forme de massue, où l'on voit la terminaison du nerf; *b*, capsule périphérique formée de lamelles emboîtées.

compte des sensations différentes successivement perçues; d'abord, et c'est le fait le plus saillant, il y a une sensation de *contact* produit par l'effligie. Si la pièce est posée sur la main, le *poids* sera apprécié; si enfin la pièce est chauffée, l'augmentation de *température* pourra être perçue. Il y a donc très incontestablement trois espèces de sensations à la surface de la peau, et ces sensations ne se confondent pas entre elles: *contact*, *poids*, *température* (M. Duval) ».

Les nerfs des organes terminaux ont même structure, mais ont-ils même fonction? Sont-ce des fils télégraphiques qui transmettent indifféremment les bonnes ou mauvaises nouvelles? Ou bien chaque mode de terminaison est-il le point de départ d'une sensation spéciale, transmise par un fil particulier?

Tact. — Nous avons l'habitude de nous servir de la pulpe des doigts, des lèvres, de la langue, pour juger de la forme des objets, parce que c'est dans ces organes que la sensibilité tactile est le plus développée. Or nous venons de voir que c'est dans les papilles de ces régions qu'il existe le plus de *corpuscules de Meissner*; il est donc infiniment probable que ce sont là les organes du tact.

Température. — La sensation de température se fait par toute la surface du corps. Cependant chacun sait qu'il y a des

régions privilégiées : telles sont les paupières, la peau de la pommette, le dos de la main.

Pour apprécier la chaleur du corps, le médecin, en l'absence de thermomètre, se sert du dos de la main, et non de la paume. Tout le monde sait que c'est dans un but analogue que les repasseuses approchent le fer chaud de la pommette. Comme dans ces régions à épiderme mince, les terminaisons intra-épidermiques prédominent, nous pouvons admettre avec raison que les ramifications intra-épidermiques conduisent les impressions de température.

Pression. — Enfin la sensibilité à la *pression* est très développée dans toutes les régions où nous avons trouvé des corpuscules de Vater, par exemple dans les articulations, dont nous apprécions les déplacements les plus légers, dans le mésentère, etc. Les corpuscules de Vater président donc vraisemblablement aux sensations de *pression*.

Bien que ces localisations anatomiques ne soient pas hors conteste, il semble que chaque espèce de terminaison nerveuse soit en rapport avec une sensation spéciale, comme dans les autres organes des sens.

Douleur. — L'exagération de l'une des sensibilités précédentes produit la douleur; mais celle-ci paraît à certains égards être indépendante des sensations de contact, de température et de pression. Certains faits semblent, en effet, indiquer que la douleur se transmet par des filets nerveux conducteurs spéciaux. Qu'il me suffise de dire que, dans certaines maladies nerveuses, la peau est tellement insensible à la douleur qu'on peut la traverser avec une aiguille, sans que le sujet accuse la moindre souffrance, et cependant cette même personne sent parfaitement au même endroit le contact d'une barbe de plume. Dans le sommeil produit par le chloroforme, l'individu sent, pendant l'opération, le contact du couteau, mais il n'éprouve aucune douleur.

Organes conducteurs pour chaque espèce de sensations. — Les différentes sortes de sensations paraissent donc avoir des organes terminaux particuliers et passer par des filets nerveux différents.

Plusieurs observateurs, entre autres MM. Magnus Blix, Goldscheider et Donalson ont, ces dernières années, apporté un grand nombre de faits à l'appui de cette manière de voir. Je me contente de citer les suivants : Si l'on excite de la même façon divers

points de la peau, on obtient, dans les uns, des sensations de chaud; dans les autres, des sensations de froid; dans d'autres encore, des sensations tactiles; dans d'autres enfin, des sensations douloureuses. On a pu ainsi tracer la carte des *régions thermiques*, et on a constaté que les points sensibles au froid sont plus nombreux que les points sensibles au chaud.

L'application du camphre de menthe ou menthol donne lieu sur le front à une sensation de froid; mais, sur le coude et au

poignet, elle produit une sensation de chaud. L'action de la cocaïne sur l'œil détermine la disparition de la sensibilité à la douleur, mais l'œil cocaïné reste sensible au chaud et au froid.

Pour apprécier la finesse du toucher dans les diverses régions du corps, on se sert d'un instrument qui a la forme d'un compas. Les deux pointes du compas, éloignées de 1 millimètre sur la pointe de la langue, donnent lieu à deux sensations distinctes; à la pulpe des doigts, pour sentir les deux pointes, il faut que l'écart atteigne 2 millimètres; à la paume de la main, il devra être de 5 millimètres; sur le dos de la main, 4 millimètres. Par contre, au milieu du dos, les deux pointes écartées de 5 centimètres donnent une sensation unique. Ces faits montrent que



Fig. 252. — Expérience d'Aristote.

la sensibilité va en décroissant des extrémités libres des membres vers la racine, et que le tronc est beaucoup moins sensible que les membres.

Nous avons l'habitude de localiser les sensations dans les régions où elles se produisent d'une façon constante. C'est ainsi qu'on peut expliquer le mécanisme des illusions tactiles, bien connues des anciens philosophes, qui n'acceptaient qu'avec méfiance les impressions fournies par les sens. Aristote nous a laissé

une expérience des plus curieuses à cet égard. Si nous faisons rouler elle-même une boule *unique* entre les bords correspondants de l'index et du médius, nous avons la sensation d'un corps *unique* touchant les deux doigts. Mais si, croisant l'index et le médius (fig. 252), nous roulons la boule entre les bords de l'index et du médius qui ne se correspondent pas d'ordinaire, nous éprouvons la sensation de *deux* boules distinctes et chacune d'elles nous semble rouler sous la pulpe d'un des deux doigts.

Un des caractères des sensations tactiles, c'est la tendance que nous avons à les rapporter à la surface du corps, même quand l'excitation du nerf se produit sur un point plus central. L'exemple des amputés de la cuisse qui ont *froid au pied absent* est bien connu.

Ongles. — Chez l'homme, l'extrémité dorsale des doigts et des orteils présente une *plaque cornée*, qu'on appelle *ongle*.

Dans un âge très jeune, les doigts sont entourés par le même revêtement cutané que le reste du corps. Plus tard, l'épiderme

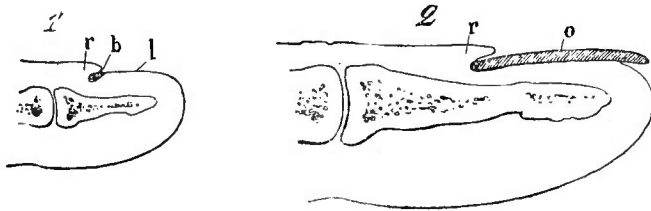


Fig. 255. — Coupe du bout des doigts.

1, formation de l'ongle : *b*, bourgeon onguéal ; *r*, repli sus-onguéal ;
l, lit de l'ongle de l'adulte ; 2, *o*, ongle ; *r*, repli sus-onguéal.

forme sur la face dorsale de la dernière phalange un épaissement très large qui pénètre en nappe dans le derme, de sorte que sur une section, il se présente sous la figure d'un bourgeon (fig. 253, *b*). Au delà de ce bourgeon se trouve le champ occupé ultérieurement par l'ongle, c'est le *lit onguéal* (*l*), et, en deçà et sur les côtés, on observe un soulèvement de la peau qui porte le nom de *repli sus-onguéal* (*r*). Pour édifier l'ongle, les cellules épithéliales du bourgeon (*b*) deviennent plus denses, plus solides, *cornées* comme celles du poil. En s'accolant intimement, elles s'avancent sur le lit onguéal et constituent une lame dure et *semi-transparente* (*o*). L'ongle s'accroît surtout par la partie recouverte par le repli sus-onguéal et qu'on appelle sa *racine*. Bien-

tôt l'extrémité libre débordé le lit onguéal au bout des doigts et peut acquérir, si on la laisse pousser sans la couper, une longueur considérable, comme on l'observe en Chine et dans l'Inde.

Griffes. — La plupart des singes possèdent des ongles plats, comme l'homme. Les mammifères à doigts libres et mobiles, tels que les carnassiers et les rongeurs, ont des lames cornées qui revêtent non seulement la face dorsale, mais encore les parties latérales de la phalange onguéale; on leur donne le nom de *griffes*. L'origine et la structure des griffes ne diffèrent en rien de celles de l'ongle.

Sabots. — Un second groupe de mammifères a la dernière phalange garnie de toutes parts par une épaisse production cornée, le *sabot*. Ce sont les *Ongulés* (*ungula*, onglon ou sabot), qui comprennent le porc, le bœuf, le cheval, etc.

Usages des ongles, griffes et sabots. — Les membres des *Ongulés* n'ont guère d'autre usage que celui de servir de colonnes de soutien. Mais, malgré son enveloppe cornée, le pied des animaux ongulés ne constitue pas moins cependant un organe tactile. Outre la corne, en effet, le sabot est composé d'un derme hérissé de longues papilles où viennent s'épanouir de nombreux filets nerveux.

L'animal, en marchant, s'en sert pour explorer le sol, pour apprécier sa consistance et les inégalités de sa surface. C'est grâce à cette extrême sensibilité que le cheval, par exemple, guide sa marche et régularise son allure. Dans l'obscurité, ou s'il devient aveugle, le cheval peut suppléer à ses yeux absents par la sensibilité de ses pieds.

L'homme n'emploie guère ses ongles comme moyen d'attaque ou de défense. Chez lui, comme chez la plupart des singes, les ongles servent à protéger le bout des doigts et à perfectionner le sens du tact. L'ongle, par sa résistance, devient le soutien de la pulpe des doigts lorsque nous les appliquons sur les objets dont nous voulons apprécier la forme. Grâce à l'opposition du pouce, et grâce surtout à la mobilité des rayons digitaux et à l'appui que les ongles prêtent au tact, la main devient ainsi l'organe du toucher le plus perfectionné.

Chez les autres mammifères onguiculés, les uns, qui ont les griffes rétractiles, s'en servent pour arrêter, saisir et déchirer leur

proie (*lion, chat*), les autres en usent pour grimper aux arbres (*écureuil*); d'autres encore, qui ont des griffes larges et épaisses, les emploient pour fouir ou pour creuser des terriers (lapins), ou bien encore pour chercher leur nourriture (*taupes*).

Organes du toucher dans la série animale.

Quoique toute la surface du corps soit sensible chez les *Protozoaires* et les *Spongiaires*, les cils et le flagellum des *Infusoires* paraissent plus spécialement servir au tact. Les tentacules des *Célestérés* remplissent, outre leur rôle préhensile, un usage analogue (fig. 48 à 51, p. 59).

Il en est de même des pieds ambulacraires chez les *Échinodermes* (fig. 100, p. 109).

La sensibilité tactile des *Vers* s'exerce par toute la peau, mais elle se localise surtout dans les ventouses, les soies, les pieds, la trompe, etc. (fig. 53 à 57, p. 63).

Les *Articulés* ont le corps couvert de prolongements chitineux, (poils, soies), parmi lesquels ceux des antennes, des palpes, etc., servent spécialement au tact; ils sont en effet pourvus à leur base d'une cellule et d'un filet nerveux, qui leur communique une grande sensibilité.

Le toucher semble localisé chez les *Mollusques* dans les tentacules, les siphons, le pied, le bord du manteau, bien que toute la surface cutanée soit très sensible.

Nous avons vu que la peau des *Vers*, des *Articulés* et des *Mollusques* est pourvue de cellules ovoïdes ou fusiformes qui reçoivent les impressions du dehors grâce à leur prolongement périphérique et les transmettent aux centres nerveux par leur prolongement central.

Les *Vertébrés* ont des organes tactiles pareils à ceux de l'homme (voir p. 302 et p. 314). Au lieu de la main, le porc se sert du groin; l'éléphant, de la trompe; d'autres mammifères, des lèvres garnies de gros poils, dits *tactiles*. Le bec des oiseaux, la langue bifide de beaucoup de reptiles, les lèvres et les barbillons des poissons jouent un rôle semblable.

§ 5. — Organe de l'Odorat chez l'homme

L'air inspiré, en traversant les cavités nasales, transporte avec lui des particules des corps dites *odorantes*, lesquelles déterminent, par leur contact avec la muqueuse, certaines sensations appelées *odeurs*.

Nez. — L'homme est un des rares mammifères pourvus d'un nez élevé et proéminent sur la face. Le singe *nasique* a néanmoins un appendice nasal plus développé encore que celui de l'homme. Cet organe a la forme d'une pyramide à base inférieure et dont le sommet ou racine se continue avec le front. Sa charpente est formée, du côté de la racine, par des os, et à la base, par des cartilages. Ce sont surtout ces derniers qui impriment à cet appendice une forme variable à l'infini et qui donne une physiologie toute personnelle à l'individu.

Fosses nasales. — La charpente osseuse du nez est constituée : 1° sur les côtés, par le maxillaire supérieur (*apophyse montante*) que complètent en haut les masses latérales de l'éthmoïde (fig. 140); 2° en avant, par les *os propres* du nez (fig. 159 et 141); 3° en haut par la partie moyenne de l'os éthmoïde, *lame criblée* de trous pour le passage des filets de la 4^e paire de nerfs crâniens (d'où le nom de cet os, *ethmos*, crible) (fig. 254).

Le plancher de la cavité nasale est formé par la voûte palatine qui la sépare de la bouche (fig. 254, 40).

La cavité du nez est divisée en deux couloirs indépendants (*fosses nasales*), par une cloison médiane et verticale qui s'étend de la lame criblée de l'éthmoïde à la voûte palatine (255, 1' et 4).

La charpente du nez est complétée, du côté de la base, par des cartilages qui soutiennent d'une part les ailes du nez et qui, d'autre part, prolongent en avant la cloison médiane.

Le squelette, souple et élastique, de la pointe du nez prévient les fractures de l'appendice nasal, que sa situation et sa forme exposent plus que tout autre aux injures du monde extérieur.

Les fosses nasales ont deux ouvertures doubles : les unes, antérieures, communiquant avec l'extérieur par deux orifices, les *narines*, et les autres, postérieures, débouchant dans la portion nasale du pharynx (fig. 254).

Chaque fosse nasale a ainsi quatre parois (fig. 255) : une supérieure et une inférieure, que nous connaissons; une interne,

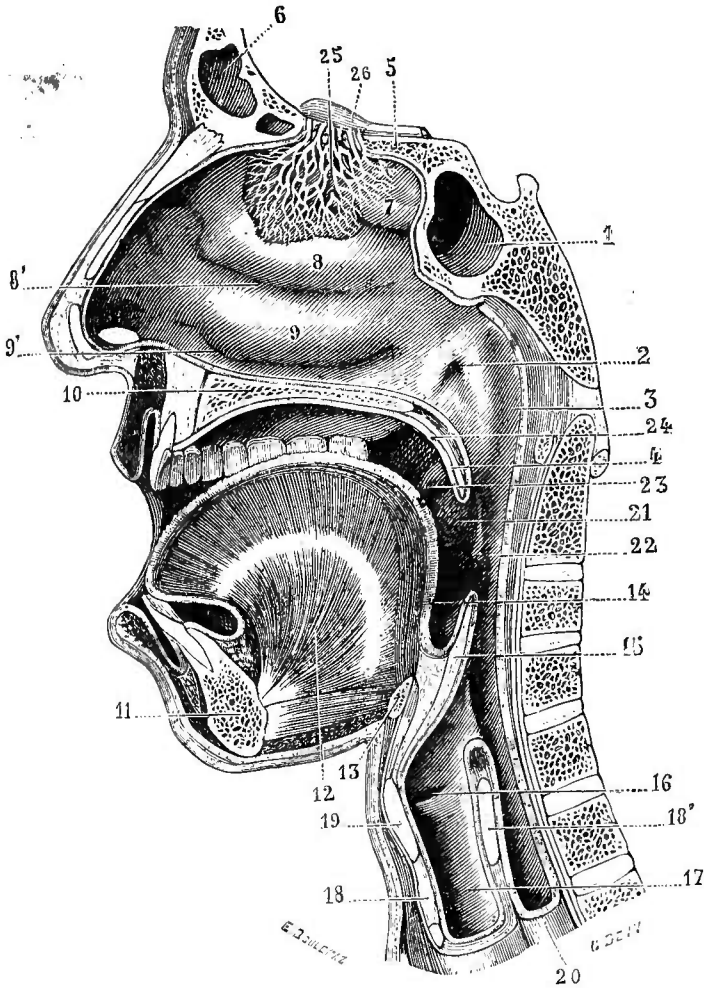


Fig. 254. — Coupe verticale et médiane de la face et du cou.

4. luette; 21, amygdales; 22, pilier postérieur du voile du palais; 23, pilier antérieur du voile du palais (24); 25, plexus formé par les nerfs olfactifs, qui partent de la muqueuse nasale, traversent les trous de la lame criblée de l'éthmoïde (5) et aboutissent au bulbe olfactif (26). (Pour l'explication des autres chiffres, voir fig. 13, p. 19.)

formée par la cloison médiane, et enfin une externe, qui est très accidentée. En effet (fig. 255), les masses latérales de l'éthmoïde envoient par leur face interne, dans l'intérieur des fosses na-

sales, deux lamelles osseuses enroulées en volute : ce sont les *cornets supérieurs* (2) et *moyens* (5). La figure 254 montre de profil l'aspect de ces cornets.

Au-dessous du cornet moyen, il en existe un troisième

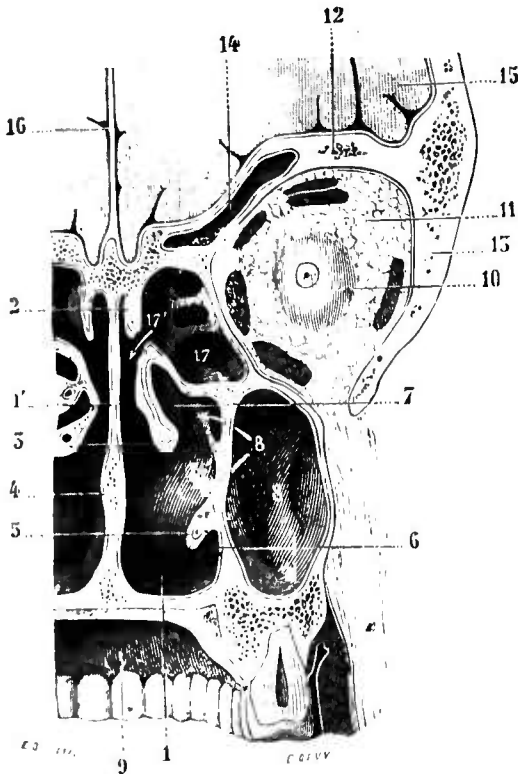


Fig. 255. — Coupe verticale et transversale des fosses nasales : sinus maxillaire au niveau de l'orbite (d'après Testut).

1, fosse nasale droite; 1' lame perpendiculaire de l'éthmoïde formant, avec le vomer (4), la cloison du nez; 2, cornet supérieur; 5, cornet moyen; 4, vomer; 5, cornet inférieur; 6, méat inférieur; 7, méat moyen; 8, sinus du maxillaire supérieur; 9, voûte palatine; 10, globe oculaire; 11, orbite avec muscles et parois (12 et 15); 14, sinus éthmoïdaux; 15, coupe du cerveau; 16, faux du cerveau.

notablement le poids des os de la face et du crâne (fig. 15, 254 et 255) mais dont le véritable rôle reste encore à établir.

Pituitaire. — Les anciens croyaient que le corps pituitaire (fig. 200 et 217, II, p. 256), situé dans le crâne, au-dessous du cerveau, sécrétait l'humeur qui humecte les fosses nasales, c'est-

(fig. 255, 5), le *cornet inférieur*, qui est un os spécial fixé sur le maxillaire supérieur. Par leur face externe concave, ces cornets circonscrivent, avec les parois externes des fosses nasales, des espaces appelés *méats* (fig. 255) (*méats supérieur, moyen* (7) et *inférieur* (6)). C'est dans le méat inférieur que vient s'ouvrir en avant le *canal nasal*.

Ajoutons que les os avoisinant et limitant les fosses nasales sont creusés de cavités appelées *sinus*, communiquant avec les fosses nasales, qui allègent

dire la *morve* ou *pîtuite*. Ce n'est que vers le milieu du 17^e siècle que le médecin allemand Schneider donna une bonne description de la membrane qui tapisse les fosses nasales et contra qu'elle sécrète la pituite : d'où son nom de *pituitaire* ou de *membrane de Schneider*.

La *pituitaire* présente deux régions différentes par leur aspect et leur structure : 1^o l'une antérieure et inférieure, qui est rouge et placée : c'est la *région respiratoire*, qui s'étend sur le méat inférieur, le cornet inférieur et le méat moyen ; 2^o l'autre supérieure, d'aspect jaunâtre : c'est la *région jaune* ou *olfactive*. Le domaine de cette dernière ne comprend que la voûte, le cornet supérieur, le méat supérieur et le cornet moyen, ainsi que les parties correspondantes de la cloison des fosses nasales (fig. 254, 25).

L'entrée des narines ou vestibule des fosses nasales est revêtue par un prolongement de la peau : on y trouve de gros poils (vibrisses) avec glandes sébacées ; ils semblent servir à arrêter la poussière dont est chargé l'air inspiré.

Région respiratoire. — La muqueuse de la *région respiratoire* est en contact immédiat avec le périoste ou le périchondre de la parpente ; son chorion est lisse et revêtu d'un épithélium semblable à celui de la trachée et des grosses bronches (voir p. 122, g. 114 et 115) ; ses cellules superficielles sont cylindriques, munies de cils vibratiles, dont le mouvement dirige le courant en arrière vers le pharynx. De nombreuses glandes en grappe se trouvent annexées à la muqueuse.

Cette muqueuse est remarquable par son exquise sensibilité et par le développement considérable des vaisseaux sanguins : les veines et les capillaires sont, en effet, très larges et forment des réseaux abondants, de véritables cavernes remplies de sang. La tappe sanguine placée sur le passage de l'air inspiré semble avoir pour rôle de le réchauffer.

Les hémorragies si fréquentes dont cette muqueuse est le siège s'expliquent aisément par l'abondance et la richesse de ce réseau sanguin.

Région olfactive. — Quant à la muqueuse de la *région olfactive*, son épithélium est deux fois plus épais que le précédent. Des glandes en tubes y semblent, chez les divers vertébrés, remplacer les glandes en grappe de la région respiratoire. Cette région doit sa coloration jaune à la présence d'un pigment qui

infiltrer les glandes et la couche profonde de l'épithélium superficiel.

L'épithélium de la région olfactive est formé, chez l'homme comme chez les autres vertébrés, de deux sortes de cellules : les unes, cellules cylindriques (fig. 256, *s*), ont leur extrémité profonde munie de prolongements ramifiés, tandis que l'extrémité superficielle manque de cils vibratiles. Ce sont des cellules épithéliales ordinaires ou de soutien. Les autres (*ol*) sont ovoïdes et ont un noyau situé plus profondément que celui des cellules précédentes. Elles sont pourvues de deux prolongements filiformes : l'un, profond, se dirige vers l'encéphale et sert à former les filets variqueux du nerf olfactif; l'autre, superficiel, est interposé entre les cellules de soutien; il est pourvu d'un cil ou d'un bouquet de cils olfactifs. (Voir *Bulbe olfactif*, p. 259.)

Nerfs des fosses nasales. — De nombreux nerfs arrivent aux fosses nasales : ce sont d'abord des filets qui proviennent de la cinquième paire ou trijumeau. Ces filets nerveux donnent à la muqueuse respiratoire la sensibilité tactile et douloureuse.

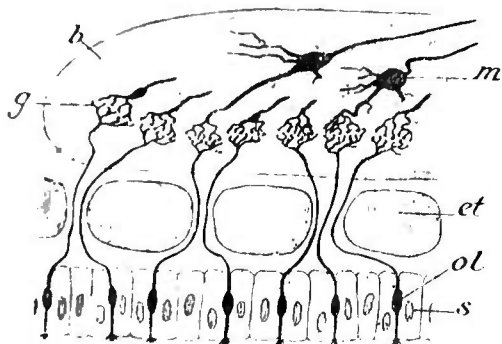


Fig. 256. — Coupe de la région olfactive et du bulbe olfactif (*b*); *s*, cellules épithéliales; *ol*, cellules olfactives; *et*, os ethmoïde; *g*, glomérule ou corpuscule formé par le contact de deux arborisations; *m*, cellule nerveuse du bulbe.

Quant aux rameaux nerveux qui transmettent les impressions que produisent les corps odorants en se déposant sur la région jaune, ils sont constitués par le prolongement central ou profond des cellules olfactives de la muqueuse olfactive. Après avoir traversé le chorion de la muqueuse, ils se réunissent en faisceaux qui traversent les trous de la lame criblée de l'éthmoïde (fig. 256 *et*) et arrivent au bulbe olfactif. Là (*g*) chaque filet nerveux se termine par une arborisation qui se met en contact avec une arborisation formée par le prolongement de l'une des cellules (*m*) en forme de mitre du bulbe olfactif.

Usage du nerf olfactif. — Le premier nerf crânien est bien le nerf de l'olfaction. Chez l'homme, il est quelquefois si peu

veloppé que ce n'est qu'au microscope qu'on trouve quelques nerfs dans la muqueuse pituitaire. L'olfaction est un sens rudimentaire, au moins chez l'homme civilisé, car les voyageurs nous ont appris que les Indiens du Pérou sentent à leur approche de l'ennemi. Chez beaucoup de vertébrés, le bulbe olfactif a la structure d'un lobe cérébral, et les cornets des narines ont, chez certains mammifères, un développement colossal en comparaison de ce qu'on voit chez l'homme. Aussi les animaux se sentent-ils des impressions données par ce sens pour le choix de leur nourriture. Ils jugent, par l'odeur, des qualités favorables ou nuisibles des aliments; c'est par les odeurs qu'ils sont avertis de l'approche ou du passage, soit de la proie, soit de l'ennemi. Les expériences faites sur les chiens le montrent d'ailleurs d'une façon péremptoire : grâce à l'odorat, le chien sait découvrir la nourriture qu'on cache à sa vue; mais, si on lui sectionne les deux nerfs olfactifs, il n'est plus capable de trouver les aliments par l'odorat. Un chien qui a le nerf olfactif intact sent les émanations d'acide sulfhydrique; un autre chien sur lequel le nerf a été sectionné se montre insensible à cet acide.

Usages des nerfs sensitifs du nez. — Cependant les filets nerveux du trijumeau ont également une influence sur le sens de l'olfaction : quand ils sont détruits, la muqueuse nasale devient rouge, s'enflamme, et l'olfaction s'en ressent. Le bon état de la muqueuse pituitaire est nécessaire pour que l'olfaction se produise; chacun peut constater sur lui-même que, dans le rhume de cerveau ou *rhinorrhœa*, les sensations olfactives sont abolies, parce que la muqueuse enflammée est trop sèche ou trop humide.

Organes de l'odorat dans la série animale

Les Invertébrés inférieurs (*Protozoaires, Spongiaires, Coëllentérés, Pléminodermes, Vers*) paraissent dépourvus d'organes de l'odorat.

Les *Articulés* ont, au contraire, sur leurs antennes, des appendices qui semblent leur servir à apprécier les odeurs.

Chez les *Mollusques* gastéropodes, ce sont les tentacules qui servent à l'odorat; d'autres mollusques sont pourvus, dans la cavité même du manteau, d'épaississements épithéliaux jouant le rôle d'organe olfactif, de sorte que l'eau qui sert à la respiration leur donne, à l'occasion, des impressions odorantes.

Les *Vertébrés* possèdent en général des fosses nasales revêtues d'un épithélium olfactif, de structure pareille à celui que nous avons étudié chez l'homme.

Cependant les fosses nasales des *Poissons* ne sont que des dépressions avec un orifice extérieur et terminées en cul-de-sac, c'est-à-dire ne communiquant ni avec la bouche, ni avec le pharynx (fig. 126, p. 138). Les poissons (vertébrés à respiration aquatique) restent à cet égard, pendant toute la vie, dans un état qui n'existe que d'une façon transitoire chez les vertébrés à respiration aérienne.

Chez ces derniers, l'homme y compris, l'organe *olfactif* débute par deux dépressions de l'épiderme de la face, analogues à celles qui donnent naissance aux glandes, au cristallin, à l'oreille, etc. Elles se produisent au devant et au-dessus de la bouche. Chacune de ces fossettes se termine profondément en cul-de-sac. Cet état persiste chez les poissons, qu'il y ait deux narines (la plupart des poissons) ou une seule (amphioxus, lamproie). Chez les vertébrés aériens, au contraire, le fond de la fossette olfactive ne tarde pas à s'ouvrir dans la cavité primitive de la bouche; dans la suite du développement, la fossette correspondra à la région olfactive, tandis que le restant des fosses nasales (*portion respiratoire*) se formera aux dépens de la partie supérieure de la cavité buccale primitive, que la voûte palatine et le voile du palais viendront séparer bientôt de la cavité buccale définitive.

Cependant il reste chez les Mammifères deux canaux, souvent ouverts du côté de la bouche et se prolongeant, à travers la voûte palatine, jusque dans les fosses nasales, où ils forment chacun un tube clos, appelé *organe de Jacobson*. Celui-ci est revêtu d'un épithélium olfactif, dont les cellules nerveuses émettent un cylindre-axe allant se terminer dans le bulbe olfactif.

§ 4. — Organe du Goût chez l'homme.

Chacun sait que le contact des aliments avec la muqueuse de la bouche produit une sensation spéciale, dite *gustative* (*gustare*, goûter). C'est ainsi que nous apprécions cette propriété des corps, qu'on appelle la *saveur*; mais nous ignorons à quoi est due cette qualité.

Les saveurs sont multiples et échappent à toute classification ;

il n'est même pas possible de les diviser en saveurs *agréables* ou *désagréables*, car les individus et les peuples diffèrent singulièrement de *goût* à cet égard.

Cependant elles peuvent se ranger en quatre groupes : les saveurs *salées, acides, sucrées et amères*. En supprimant la sensibilité tactile de la langue et la sensibilité olfactive, on n'a plus que des sensations *amères* ou *sucrées*.

Quelles sont les parties de la bouche qui sont le siège du goût ? En portant, au moyen de petites éponges fixées au bout d'une tige de baleine, les substances sapides sur différentes parties de la bouche, on a reconnu que la muqueuse des joues ne donne lieu à aucune sensation gustative, que les régions les mieux douées au point de vue de la sensibilité spéciale, sont la base, la pointe et les bords de la langue. De plus, les piliers antérieurs et la partie intermédiaire du voile du palais sont également le siège du goût. C'est donc à l'entrée du pharynx, devant l'isthme du gosier, que se trouve un véritable anneau gustatif, nous renseignant sur la qualité des substances alimentaires, avant qu'elles échappent par la déglutition à l'empire de la volonté.

Muqueuse linguale. — En procédant ainsi, on a reconnu en outre que certains points de la région gustative donnent seuls lieu, lorsqu'ils sont touchés par une substance sapide, à une sensation gustative, tandis que les parties intermédiaires ne reçoivent pas d'impressions sapides. Ces points gustatifs sont des saillies ou *papilles spéciales* de la muqueuse.

Si nous examinons la surface dorsale de la langue (fig. 257) nous voyons que, dans l'intervalle des deux amygdales (F), la base de la langue est couverte de tubercules, qui sont des saillies glandulaires se rapprochant par leur nature de celle des amygdales.

Papilles linguales. — Cette partie basale de la langue est peu gustative. Mais plus en avant, on remarque de chaque côté de la ligne médiane 3 à 4 fossettes, bordées par un bourrelet circulaire et disposées suivant deux lignes obliques (A) qui se réunissent en formant un V ouvert en avant et à sommet postérieur ; c'est le *V lingual*, dont le sommet présente une dépression plus grande que les autres, signalée déjà au xviii^e siècle par le médecin italien Morgagni : d'où le nom de *trou borgne de Morgagni* (B).

En regardant de plus près, ou en faisant une section verticale

de l'une de ces fossettes et de la partie environnante (fig. 258), on aperçoit, dans l'orifice, une saillie papillaire (*p*), séparée par un vallon circulaire (*f*) du bourrelet (*b*). La papille centrale semble faire saillie et émerger du fond d'un calice : d'où le nom de papille *calicicole* (*colere*, habiter), qu'a proposé M. Alexis Julien pour désigner cet organe situé dans l'intérieur d'un calice et

appelé improprement *caliciforme*. Elle est conique, fixée par son sommet au fond du calice, mais sa base arrive à peine au niveau du bourrelet circulaire.

En avant du V lingual, la surface de la langue présente l'aspect d'un gazon touffu. Cet aspect est dû à des papilles semblables aux précédentes, mais dont le corps fait une saillie complètement libre. Ces papilles affectent deux formes différentes : les unes offrent l'aspect de filaments ; leur sommet est simple ou divisé en filaments secondaires : on les appelle les *papilles filiformes* quand elles sont simples, et *corolliformes* quand le

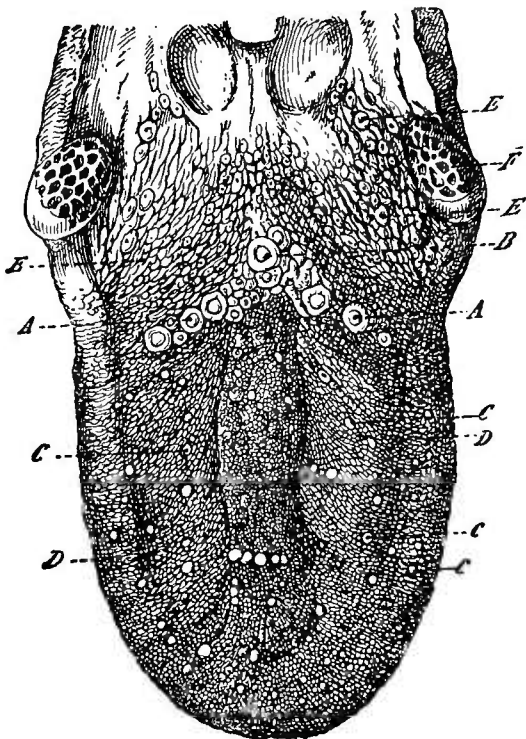


Fig. 257. — Langue vue par sa face dorsale.

AA, papilles calicicoles formant le V, dont le sommet est occupé par la papille B (trou borgne); cc, papilles fongiformes; ED, papilles filiformes; E, follicules clos de la base de la langue; F, amygdales.

bout divisé rappelle la corolle d'une fleur. Les autres papilles ont l'extrémité libre et renflée comme la tête d'un champignon : d'où le nom de *papilles fongiformes* (*fungus*, champignon).

Le corps de ces diverses papilles est formé par le tissu conjonctif du derme (fig. 258) et sa surface est recouverte de l'épithélium pavimenteux stratifié qui caractérise la muqueuse buccale (fig. 260). Notons seulement que chez les ruminants, le chat,

le lion, etc., les papilles filiformes et corolliformes présentent un épithélium corné qui fait de la langue de ces animaux une véritable râpe.

Bourgeons du goût. — Toutes les papilles, quelle que soit leur forme, sont abondamment pourvues de vaisseaux, mais la façon dont les nerfs se terminent, soit dans le chorion, soit dans l'épithélium, varie selon le genre de papilles. Dans les papilles filiformes et corolliformes, on trouve des organes découverts, en 1858, par le médecin W. Krause; ils sont analogues à ceux que nous avons étudiés dans la peau

sous le nom de corpuscules du tact. C'est là qu'aboutissent une partie des filets nerveux de la sensibilité générale; tandis que l'autre partie va s'épanouir dans l'épithélium de la muqueuse buccale et se terminer, comme dans la peau, par des boutons libres (fig. 195, *p*). Mais, outre ce mode de

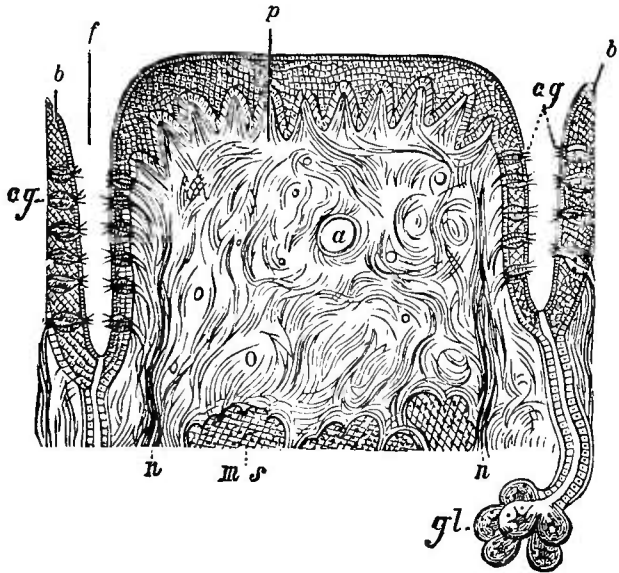


Fig. 258. — Coupe d'une papille calicicole (*p*) (grossie).

a, vaisseau sanguin; *cg*, olives du goût; *n*, nerf se rendant aux olives; *gl*, glande salivaire; *ms*, coupe des faisceaux musculaires; *f*, vallon; *b*, bourrelet.

terminaison des nerfs, on en connaît aujourd'hui un autre, découvert en 1867, en Allemagne, par M. Schwalbe, et en Suède, par M. Lovén. Ces médecins ont vu que, sur la section d'une papille calicicole ou fongiforme, on trouve des corpuscules particuliers, ayant la forme d'olives et logés dans l'épithélium de la muqueuse. La taille de ces petits corps atteint 1 millimètre environ : ce sont les *olives* ou *bourgeons gustatifs* (fig. 258 et 259).

Dans les papilles fongiformes, elles ne constituent qu'une rangée à la surface de l'organe; mais, dans les papilles calicicoles, les deux bords du vallon logent une rangée circulaire d'olives. Leur

nombre est considérable ; une papille calicicole en contient 480 chez la brebis, près de 2000 chez le bœuf et 5000 chez le porc. Comme il y a 20 papilles calicicoles chez le bœuf, on voit que l'ensemble de ces papilles renferme un total de 40 000 olives du goût.

Les papilles calicicoles et fongiformes, je le répète, contiennent partout des olives gustatives ; de plus, certains mammifères en possèdent dans un organe situé sur les bords de la langue et où les papilles affectent une disposition foliée : d'où le nom d'*organe folié*. Chez le lapin, l'organe folié est très développé, ce qui permet d'en faire aisément l'étude. On a trouvé également des olives du goût dans les papilles qui recouvrent les piliers antérieurs du voile du palais.

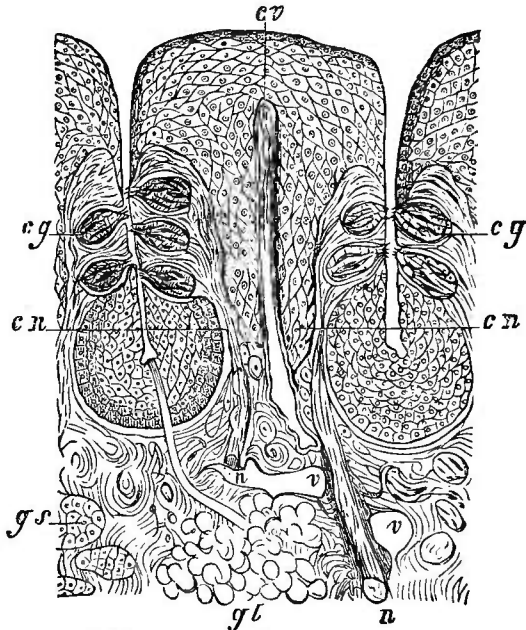


Fig. 259. — Section à travers l'organe folié du lapin.

cv, crête conjonctive de la papille vasculaire ; *n*, nerfs allant dans la crête (*cv*) qui supporte les olives gustatives (*cg*) ; *v*, vaisseaux ; *gt* et *gs*, glandes salivaires coupées en long et en travers.

Structure des bourgeons du goût. — La structure des olives gustatives est très simple. Ce sont des cellules épithéliales qui se groupent de manière que leur réunion prenne la forme d'une olive. Comme dans les organes terminaux de l'odorat

et de l'ouïe, ces cellules sont de deux sortes : les unes sont des cellules sensorielles ou *gustatives* (*g*) ; les autres des cellules de soutien (*c*) (fig. 260).

Les cellules sensorielles (*g*) sont fusiformes : l'une de leurs extrémités est profonde et l'autre est hérissée de *cils gustatifs*.

Dans les papilles calicicoles, ces cils vont plonger, à travers des orifices particuliers (fig. 261, *o*) des cellules épithéliales voisines, usque dans le vallon de la papille caliciforme (fig. 258 et 259).

Des cellules de soutien, les unes sont disposées comme les douves d'un barillet entourant l'olive, les autres, situées dans l'in-

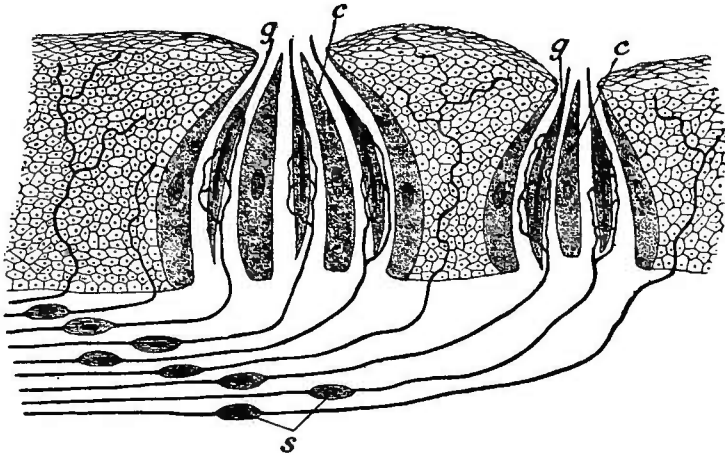


Fig. 260. — Deux olives du goût, très grossies (schéma).

On voit les fibres du nerf glosso-pharyngien qui se terminent dans 2 olives et dans l'épithélium buccal; *c*, cellule de soutien; *g*, cellule sensorielle ou gustative; *s*, cellule nerveuse du ganglion cérébro-spinal (9^e paire) dont le prolongement périphérique se ramifie autour de *g* tandis que leur prolongement central se dirige vers le bulbe où il s'arborise au contact des cellules nerveuses de la région. Ce ganglion est l'homologue d'un ganglion spinal.

térieur même de l'olive, séparent les cellules gustatives les unes des autres.

C'est sur le pourtour des cellules *sensorielles* ou *gustatives* que vont s'épanouir les rameaux du glosso-pharyngien ou de l'intermédiaire de Wrisberg (voir plus loin); les extrémités de ces filets nerveux entrent en contact avec le protoplasma de ces cellules (fig. 260).

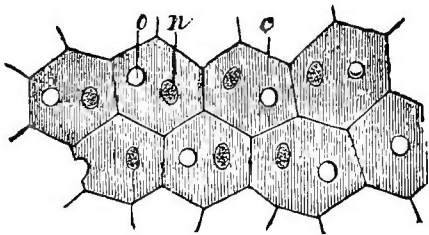


Fig. 261. — Cellules épithéliales avec noyaux (*n*) recouvrant les olives du goût et munies d'orifices (*o*) qui laissent passer les cils gustatifs.

La langue est un organe contractile et sensible. —

Étudions maintenant les nerfs de la langue. Rappelons en passant que des deux sortes

de sensations gustatives, la base de la langue perçoit surtout les saveurs amères, et la pointe les saveurs sucrées.

Les nerfs qui se distribuent dans cet organe sont nombreux et viennent de sources différentes.

La figure 262, qui représente une section verticale et antéro-postérieure de la langue, nous montre, outre les muscles que nous connaissons (p. 196), un nerf (1) qui est le 12^e nerf crânien ou nerf hypoglosse ; un nerf (2) qui est une branche du trijumeau et qu'on appelle le *lingual*. Il se rend dans la partie de la langue antérieure au V lingual. Remarquons au-dessous d'un rameau

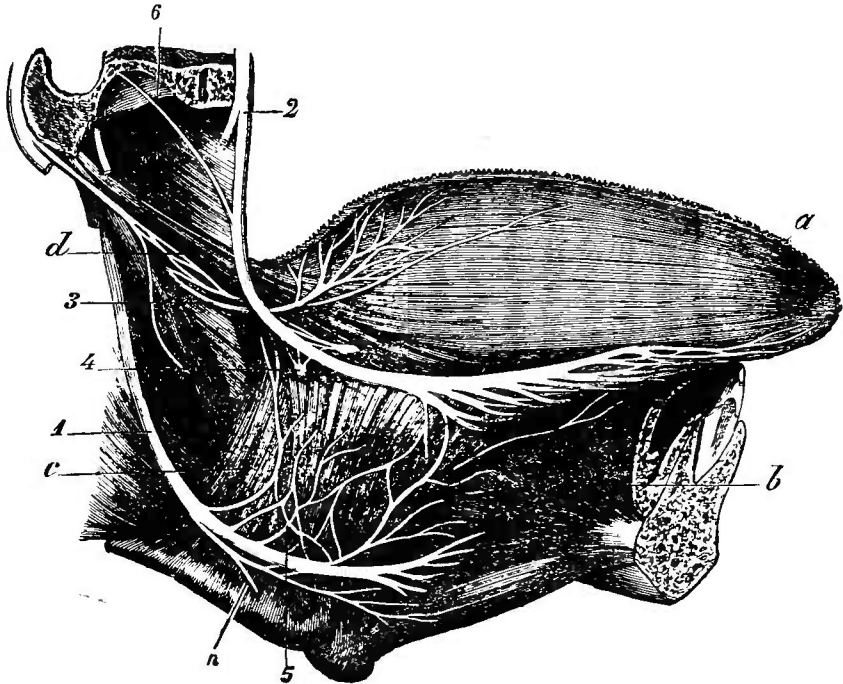


Fig. 262. — Muscles et nerfs de la langue.

a, muscles formant la masse de la langue ; *b*, muscle génio-glosse ; *c*, muscle hyoglosse ; *d*, muscle stylo-glosse ; 1, nerf hypoglosse ; 2, nerf lingual ; 3, nerf glosso-pharyngien ; 4, ganglion sous-maxillaire ; 5, plexus nerveus ; 6, corde du tympan ; *h*, os hyoïde.

coupé près du chiffre 2, un filet qui, après avoir traversé une lamelle osseuse en haut et à gauche, vient se jeter et se perdre dans le lingual ; c'est la *corde du tympan* (6), dont une partie des fibres provient de l'intermédiaire de Wrisberg. Enfin en (3) se trouve représenté un nerf dont on ne voit que les rameaux terminaux qui se distribuent à la base de la langue en arrière du V : c'est le nerf *glosso-pharyngien* ou le 9^e nerf crânien droit.

Usages des nerfs de la langue. — Les nerfs précédents prési-

dent : 1° au mouvement; 2° à la sensibilité tactile ou générale; 3° à la sensibilité gustative.

C'est vers 1830 que le médecin italien Panizza a montré qu'en sectionnant le nerf hypoglosse, sur un animal, on abolit les mouvements de la langue, qui devient paralysée. L'*hypoglosse* est donc le nerf *moteur* des muscles de la langue.

Par des expériences analogues, Panizza et, après lui, de nombreux physiologistes, établirent : 1° que le *nerf trijumeau* donne, par l'intermédiaire du *lingual*, la sensibilité tactile ou générale à la muqueuse de la langue; 2° que la sensibilité *gustative* est sous la dépendance du *glosso-pharyngien* et du *nerf intermédiaire* de Wrisberg. Le *glosso-pharyngien*, ainsi que l'intermédiaire de Wrisberg, présentent chacun un renflement ou *ganglion* nerveux, dont les cellules (fig. 260, s) sont munies de deux prolongements : le prolongement *central* aboutit à l'encéphale et le *périphérique* se rend aux olives du goût pour se terminer, par une arborisation, au contact des cellules gustatives. Les olives du goût, au niveau du V lingual, sont desservies par le *glosso-pharyngien*, tandis que celles qui sont situées en avant du V reçoivent les filets terminaux de l'intermédiaire de Wrisberg qui s'y rend en suivant la corde du tympan (fig. 262, 6).

En résumé, la langue est un organe musculaire dont les mouvements sont nécessaires à la préhension des aliments, à la mastication, à la déglutition et enfin à la parole. Sa muqueuse est sensible; cette sensibilité nous permet de reconnaître la situation des aliments et d'éviter les dents pendant la mastication. De plus, la langue, par ses filets nerveux sensoriels, nous permet d'apprécier le goût des substances introduites dans la bouche.

Organes du goût dans la série animale

Les organes du goût sont inconnus chez les Protozoaires, les Spongiaires, les Cœlentérés et les Échinodermes. Les Vers sont pourvus, sur les bords des lèvres, d'éminences épithéliales dont la structure rappelle celle des bourgeons du goût des Mammifères. On trouve des saillies pareilles sur la langue et les pièces buccales des Articulés, dans la cavité buccale des Mollusques. Les abeilles et les mouches, par exemple, se montrent très friandes de matières **sucrées**.

Chez les *Vertébrés* inférieurs (Poissons, Batraciens, Reptiles et la plupart des Oiseaux), qui avalent gloutonnement les aliments, le sens du goût paraît peu développé. Les Mammifères, au contraire, qui mâchent leur nourriture, sont bien doués sous ce rapport et pourvus de nombreux organes gustatifs siégeant sur la langue, le pharynx et l'épiglotte.

§ 5. — Organe de la Vue chez l'homme.

La vue siège dans les yeux. Ceux-ci se composent, chez l'homme, d'un organe essentiel, le *globe oculaire*, et de parties accessoires, qui servent à le mouvoir et à le protéger.

Constitution du globe oculaire. — Le globe oculaire peut être comparé à un appareil photographique; quand on l'examine sur une section verticale (fig. 263), on voit qu'il est formé de trois membranes superposées. C'est ainsi qu'on trouve, de dehors en dedans, une enveloppe extérieure formée, dans les quatre cinquièmes postérieurs, d'une membrane fibreuse très résistante, la *sclérotique* (2) (*scléros*, dur), et, dans le cinquième antérieur, d'une membrane transparente, la *cornée* (10) (*corneus*, qui a l'apparence de la corne).

En dedans de cette membrane extérieure se trouve la 2^e membrane, très vasculaire, la *choroïde* (3) (*chorion*, fine membrane; *eidos*, qui ressemble). La face interne de cette dernière est contiguë à une couche noire dépendant de la 3^e membrane et transformant le globe oculaire en une chambre noire. En arrivant à la limite de la sclérotique et de la cornée, la choroïde ne tapisse pas la face profonde de cette dernière, mais elle se réfléchit pour se continuer avec un disque, l'*iris* (9). A raison de sa teinte variable selon les personnes, on a comparé ce dernier à l'arc-en-ciel ou *iris* des anciens. Il est percé près de son centre et un peu en dedans d'une ouverture circulaire, la *prunelle* ou *pupille* (*pupilla*, poupée). La pupille de l'œil (9') est ainsi appelée à cause de la petite figure qu'on y voit se refléter. Elle règle l'entrée des rayons lumineux dans le globe oculaire.

Enfin la troisième membrane figure la **plaque sensible de l'appareil photographique** : elle est représentée dans l'œil par une sorte de toile délicate, la *rétine* (4) (*rete*, rets). Celle-ci forme une cupule

continue au nerf optique (1), et s'étale à la face interne de la choroïde.

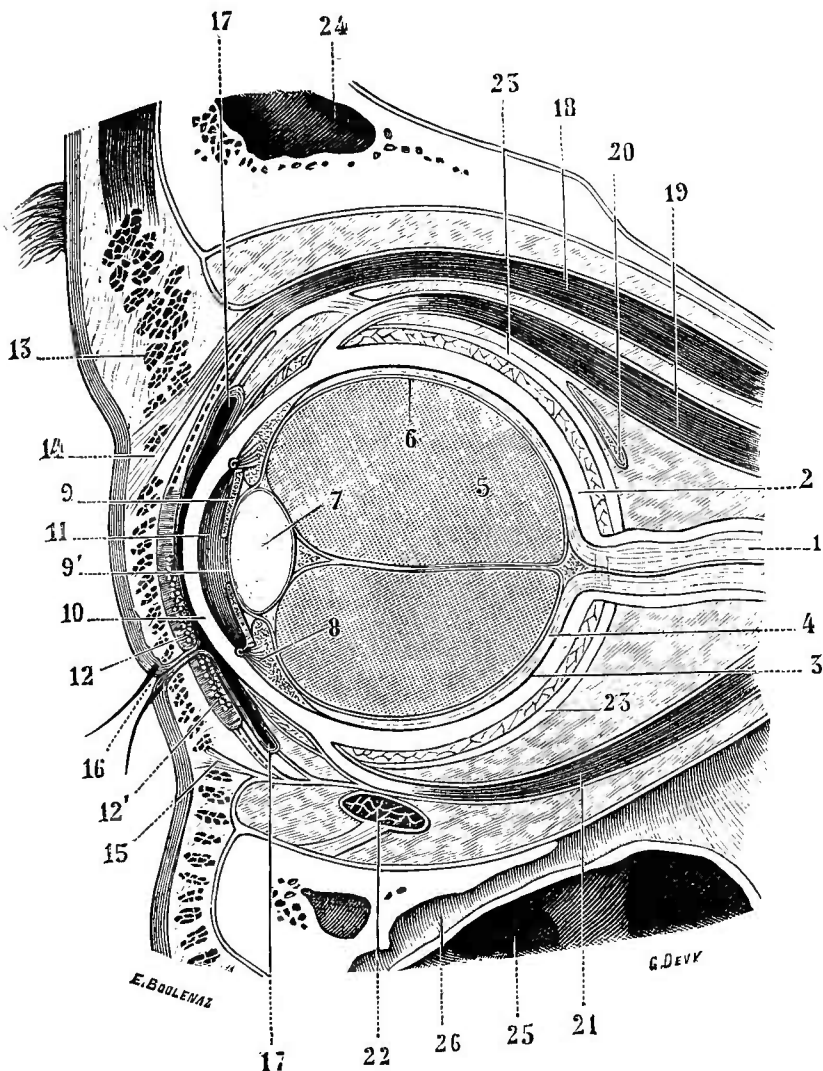


Fig. 263. — Orbité et globe oculaire, d'après Testut (section verticale et antéro-postérieure).

1, nerf optique; 2, sclérotique; 3, couche pigmentée et choroïde; 4, rétine; 5, corps vitré; 6, hyaloïde; 7, cristallin; 8, muscle ciliaire; 9, iris; 9', pupille; 10, cornée; 11, humeur aqueuse; 12, 12', tarse et glandes de Meibomius; 13, muscle orbiculaire; 14, tendon du muscle releveur (18); 15, faisceau fibreux; 16, fente palpébrale; 17, cul-de-sac de la conjonctive; 18, muscle releveur de la paupière supérieure; 19, muscle droit supérieur; 20, section du tendon du grand oblique; 21, muscle droit inférieur; 22, section du petit oblique; 23, capsule conjonctive de Tenon; 24, 25, sinus du crâne et de la face; 26, canal sous-orbitaire.

Si l'œil n'était constitué que par les parties que nous venons

d'énumérer, la lumière, pénétrant dans cet appareil, irait former une image confuse sur l'ensemble de la rétine : mais, après avoir traversé la cornée, elle rencontre et traverse divers milieux transparents, tels que l'*humeur aqueuse* (11), le *crystallin* (7) et l'*humeur vitrée* (5), qui concentrent les rayons lumineux sur un point unique de la rétine.

Enfin, de la même façon que le photographe *met au point* avant de placer la plaque sensible, l'œil peut lui-même modifier le pouvoir réfringent de son cristallin ; il en résulte que l'image de l'objet, quelle que soit la distance de ce dernier, vient toujours se produire sur la rétine. A cet effet, la choroïde forme autour du cristallin un renflement circulaire (8), qui peut, en changeant de forme et de volume, augmenter ou diminuer la convexité de la face antérieure du cristallin et accommoder l'œil aux distances.

Nous allons examiner de plus près la structure et l'usage de ces diverses parties.

Scélrotique et cornée. — La sclérotique est la charpente de soutien et de protection du globe oculaire, auquel elle donne la forme d'une petite sphère, d'un diamètre de 2 centimètres et demi environ. Elle est constituée, chez l'homme, par des faisceaux fibreux qui réfléchissent les rayons lumineux tombant sur sa face externe ; d'où l'aspect blanc de la portion antérieure de la sclérotique (*blanc de l'œil*), qui a reçu pour ce motif le nom de *cornée opaque*.

La figure 265 montre l'épaisseur notable de la sclérotique (2) ; elle atteint 1 millimètre en moyenne et sa surface extérieure sert d'attache aux muscles moteurs du globe de l'œil. Chez certains vertébrés, tels que la grenouille, le requin, etc., la sclérotique devient cartilagineuse ; elle est même osseuse chez quelques oiseaux et reptiles.

La *cornée* (10), à laquelle on ajoute quelquefois l'épithète de *transparente*, par opposition à la cornée opaque, est tout uniment le segment antérieur de celle-ci, quoiqu'il soit plus bombé et par suite plus convexe et paraisse enchâssé dans le bord antérieur de la sclérotique. La cornée est également formée de tissu conjonctif, mais les lamelles y sont perpendiculaires les unes aux autres, de sorte que la lumière les traverse comme elle traverserait un verre transparent dont les faces sont parallèles. La face

antérieure de la cornée est recouverte d'une couche d'épithélium stratifié, analogue à celui de la muqueuse buccale (fig. 260).

Choroïde. — La *choroïde* (3) est une membrane conjonctive, très vasculaire, qui, en arrivant près du cristallin, se renfle et forme une zone annulaire, *zone* ou *région ciliaire* (8). Celle-ci laisse reconnaître deux couches : l'une, externe, est formée de fibres musculaires lisses, c'est le *muscle ciliaire* (fig. 264, *ml* et *mc*); l'autre, interne, est comme festonnée et forme une couronne de plis entourant les bords du cristallin et connus sous le nom de *procès ciliaires* (P) (*processus*, saillie).

Muscle et procès ciliaires. — Le *muscle ciliaire*, qui, à l'œil nu, se présente comme un anneau (fig. 265, *e*), est constitué de fibres musculaires, lisses chez les mammifères, striées chez les oiseaux. Ces fibres présentent deux directions principales : les externes s'étendent de la choroïde à la sclérotique et ont un trajet longitudinal (fig. 264, *ml*); les internes (*mc*) ont une disposition annulaire autour du cristallin.

Les *procès ciliaires* offrent, quand on les regarde de face, comme on le voit sur la figure 265 en *f*, l'aspect d'une série de plis longs de 2 à 3 millimètres, placés de champ et encadrant les bords du cristallin. Ils sont au nombre de 70 à 80. Ils représen-

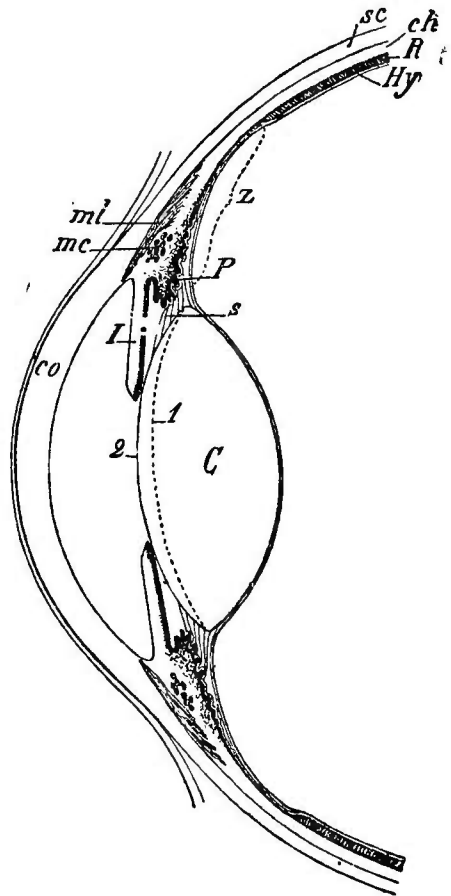


Fig. 264. — Partie antérieure du globe oculaire.

co, cornée; *sc*, sclérotique; *ch*, choroïde; *R*, rétine; *Hy*, hyaloïde; *C*, cristallin (1) à l'état de repos, (2) pendant l'accommodation. *Z*, zone de Zinn avec ses fibres; *ml*, *mc*, muscle ciliaire; *I*, iris; *P*, procès ciliaires.

tent des saillies de la choroïde sillonnées de nombreux vaisseaux sanguins.

D'après cette constitution de la région ciliaire, il est facile de comprendre l'action du muscle et des procès ciliaires. Les fibres musculaires externes, ou longitudinales, en se contractant, tirent la choroïde en avant; les internes, ou circulaires, rétrécissent l'anneau de la zone ciliaire. A la suite de cette contraction, les vaisseaux des procès ciliaires se remplissent de sang et transmettent la compression à la circonférence du cristallin. La choroïde fixe le corps vitré, qui empêche à son tour la face postérieure du cristallin de se bomber en arrière : la face antérieure seule de cet organe se bombe et devient plus convexe (fig. 264, 2).

Tel est le mécanisme par lequel le cristallin change de courbure et acquiert la faculté de l'*adaptation* ou de l'*accommodation*, dont l'agent actif est le muscle ciliaire.

Iris. — L'*iris* (fig. 265 et 264) est un diaphragme membraneux

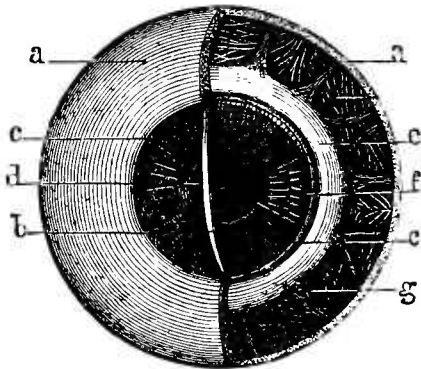


Fig. 265. — Globe oculaire vu par l'extrémité antérieure.

a, sclérotique; b, cornée; c, iris; d, pupille; les membranes précédentes ont été sectionnées à droite de la figure pour montrer : e, le muscle ciliaire; g, les nerfs ciliaires; f, les procès-ciliaires.

faisant suite en avant à la choroïde. Il présente : 1° une *grande circonférence*, qui s'attache par un ligament en forme de peigne (*pectiné*) à la sclérotique; 2° une *petite circonférence*, qui circonscrit l'ouverture de la pupille; 3° une *face antérieure*, baignée par l'humeur aqueuse; 4° une *face postérieure*, moulée sur la face antérieure du cristallin. Comme on le voit sur la figure 265, l'iris vu par sa face antérieure semble parcouru par une série de plis rayonnés. C'est une membrane très mince, formée de tissu conjon-

tif avec cellules pigmentées et très riche en vaisseaux. Sur le pourtour de la petite circonférence, il contient, en outre, un muscle orbiculaire, formé de faisceaux musculaires lisses, qui s'entre-croisent comme ceux du cœur; il joue le rôle de *constricteur* ou *sphincter iridien*. Lorsqu'il se contracte, en effet, la pupille se rétrécit.

En jetant un coup d'œil sur la figure 266, on voit que, tout autour du nerf optique, la sclérotique est traversée par de nombreux nerfs, appelés *nerfs ciliaires (i)*.

Ceux-ci vont se distribuer les uns à la choroïde, les autres à l'iris, et ils sont accompagnés de nombreuses artérioles. Les nerfs, après avoir cheminé entre la sclérotique et la choroïde, forment au niveau du muscle ciliaire un plexus (c) d'où partent des filets pour l'iris. Les artérioles se distribuent les unes dans la choroïde, les autres dans les procès ciliaires et l'iris; elles forment un réseau capillaire très riche (*membrane de Ruysch*), servant non

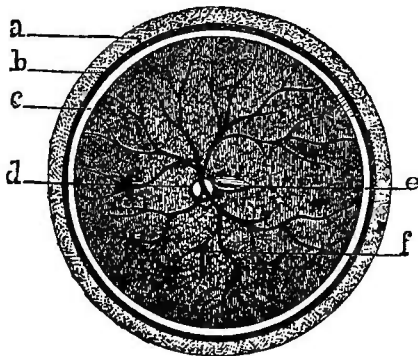


Fig. 267. — Coupe transversale du globe oculaire pour montrer son fond.

a, sclérotique; b, choroïde; c, rétine dont on voit e, tache jaune; d, papille; f, vaisseaux.

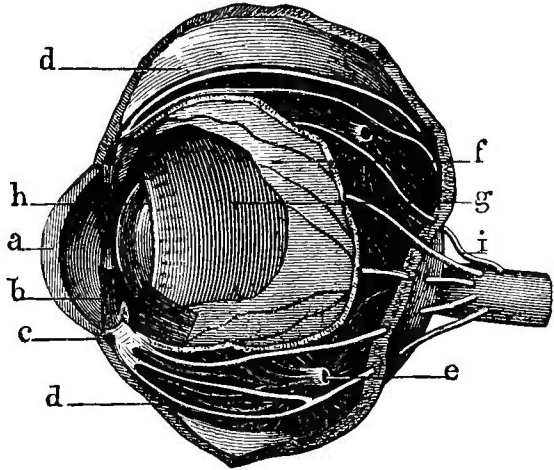


Fig. 266. — Globe oculaire disséqué (certaines parties sont enlevées pour mieux montrer les autres).

a, cornée; b, iris; c, plexus ciliaire; d, sclérotique e, vaisseau tourbillonné; f, rétine g, corps vitré h, cristallin; i, nerfs ciliaires.

seulement à nourrir, mais encore à réchauffer le globe oculaire et surtout la rétine. Nous avons vu (p. 237), en effet, que, lorsqu'un nerf est refroidi, il ne fonctionne plus et la région qu'il anime devient insensible. La richesse vasculaire de la choroïde et de l'iris paraît ainsi s'expliquer par la nécessité de protéger le globe oculaire contre le froid, et les vaisseaux sanguins constituent une sorte d'appareil de caléfaction à la rétine.

De ce réseau capillaire partent des veines (fig. 266, e) dont la disposition est remarquable : elles sont au nombre de quatre, qui sortent de l'œil sur l'équa-

teur du globe oculaire et chacune figure une étoile à rayons courbes; ce sont les *veines tourbillonnées*.

Rétine. — Après avoir enlevé la choroïde, on voit que sa face interne est tapissée par une couche noire, dite *couche pigmentée* (*pigmentum*, couleur pour peindre) de la rétine, et on aperçoit (fig. 266, *f*) une membrane opaline, la *rétine*. Vue de face (fig. 267), la rétine présente la forme d'une cupule, épaisse de 1 à 2 dixièmes de millimètre. A l'endroit où elle se continue avec le nerf optique, on voit une dépression que sa couleur blanche fait paraître saillante sur le reste de la rétine; en réalité c'est une dépression ou *cupule*; on l'appelle *papille optique* (*d*). En dehors de la papille optique, on trouve un pli (*e*) d'aspect jaune serin; c'est la *tache jaune*, où l'on distingue une *fossette* dite *centrale*.

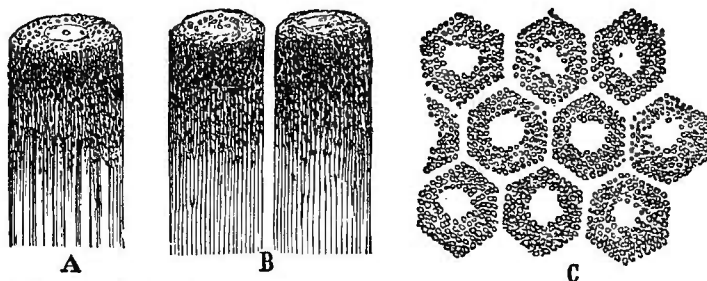


Fig. 268. — Cellules composant la couche pigmentée de la rétine.
A, B, vues de profil; C, vues de face.

De nombreux vaisseaux pénètrent, au niveau de la papille, dans la rétine et y forment une arborisation des plus élégantes (*f*).

Quant à l'épithélium pigmentaire qu'on aperçoit sur la choroïde et qui tapisse sa face interne, il est formé d'une assise de cellules hexagonales, figurant de face une mosaïque très régulière (fig. 268, C). Le corps cellulaire est rempli de granulations noires; le noyau, qui en est complètement dépourvu, se détache au centre comme un point blanc. Cet épithélium s'étend depuis le fond de l'œil jusque sur la face postérieure des procès ciliaires et de l'iris et transforme l'intérieur de l'œil en chambre noire.

Origine de la rétine. — Pour comprendre la structure de la rétine et de sa couche pigmentaire, il est nécessaire d'en connaître l'origine. Le système nerveux central représente au début un tube creux, provenant du feuillet superficiel ou ectoderme (Voir p. 218). Bientôt la partie crânienne de ce tube se renfle

en vésicules (fig. 206, 5); la vésicule antérieure (fig. 269, *vc*) pousse deux prolongements latéraux, *vésicules oculaires primitives* (*vo*). En ouvrant cette partie antérieure du système nerveux, on voit que cette vésicule oculaire primitive *vo* et *cc* est creuse et que ses parois se continuent, ainsi que sa cavité, avec celles de la vésicule cérébrale (*Vc*). En même temps la vésicule oculaire s'étrangle en *pd* et sa paroi extérieure (*r*) s'aplatit en arrivant au contact de la peau. Cet aplatissement s'accroît et il se forme une dépression dans sa partie externe (fig. 269, 2). La vésicule oculaire acquiert ainsi la forme d'une cupule à double paroi :

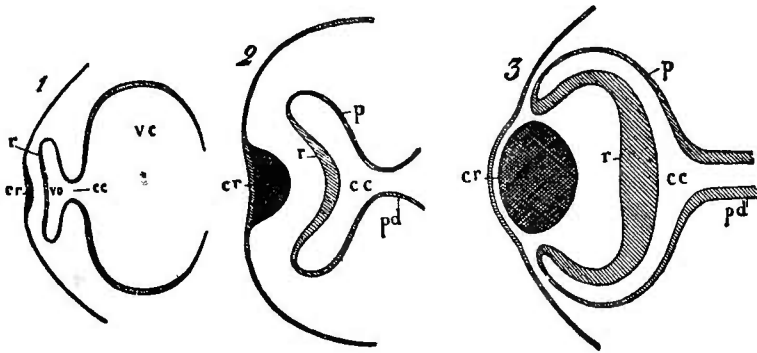


Fig. 269. — Développement de l'œil.

1, *cr*, cristallin; *vc*, vésicule cérébrale qui a poussé le prolongement ou vésicule oculaire (*vo*); *r*, rétine; *cc*, cavité cérébrale; 2, même signification des lettres; *p*, pigment rétinien; *pd*, pédicule cérébral ou futur nerf optique en 3, le cristallin s'est détaché de la peau.

l'une qui se déprime et devient intérieure (*r*) et l'autre qui reste extérieure (*p*). Dans la figure 269, 3, les phénomènes sont encore plus prononcés : nous avons un feuillet intérieur (*r*) qui deviendra la rétine, un feuillet extérieur, qui sera la couche pigmentaire. Le pédicule (*pd*) continue à rattacher le tout au cerveau et servira à contenir les fibres du nerf optique.

Structure de la rétine. — En résumé, la rétine n'est qu'une portion de l'écorce cérébrale primitive allant en quelque sorte au-devant de la peau; elle comprend toute l'épaisseur du névraxe, depuis le canal central (*cc*) jusqu'à sa surface extérieure. Aussi voit-on se développer dans son épaisseur une série d'assises cellulaires rappelant celles de l'écorce cérébrale; il est utile de rappeler que la dépression subie par la vésicule oculaire

primitive a eu pour effet de faire regarder en dedans (vers le centre du globe oculaire) la face de la rétine qui était primitivement superficielle et extérieure. Ce sont les cellules nerveuses de cette face *interne* ou *cellules multipolaires* (voir plus loin) qui vont émettre chacune un prolongement allant faire communiquer secondairement la rétine avec le reste de l'encéphale. La figure 270

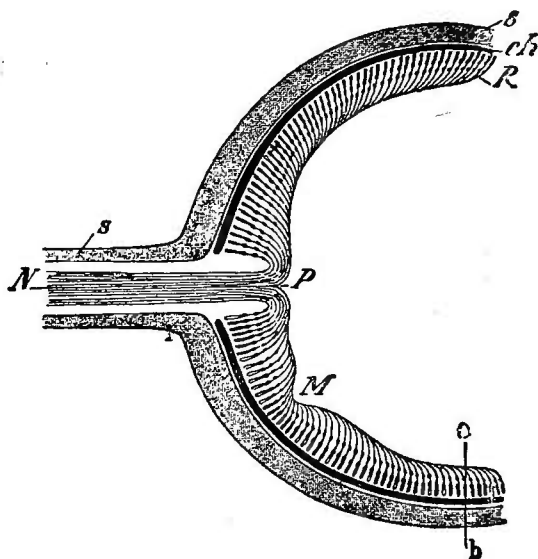


Fig. 270. — Épanouissement du nerf optique dans le globe oculaire.

SS, gaine du nerf optique N et sclérotique ;
ch, choroïde ; P, papille ; M, tache jaune.

neuveuses naître sur toute la face interne de la rétine, se recourber du côté du fond de l'œil et converger au niveau de la papille optique. Chez l'embryon, les phénomènes se passent comme nous venons de le décrire, c'est-à-dire que les fibres blanches prennent naissance sur la face interne de la rétine, gagnent peu à peu le pédicule qui unit à l'origine la rétine à l'encéphale, suivent cette voie

pour aller vers l'encéphale et constituent ainsi une commissure blanche improprement appelée *nerf optique*.

Faisons une coupe de la rétine en *ab* (fig. 270), puis dirigeons la face *externe en haut* (fig. 271), nous verrons que cette membrane se compose essentiellement de *cellules nerveuses alternant avec des plexus nerveux*. Si nous négligeons pour le moment les cellules pigmentaires, les couches de cellules nerveuses, essentiellement au nombre de trois, sont, en allant de dehors en dedans :

- 1° *Cellules visuelles* (fig. 271, *cv*) ;
- 2° *Cellules bipolaires* (*cb*) ;
- 3° *Cellules multipolaires* (*cm*).

En étudiant les formes et les connexions de ces trois cou-

ches de cellules, nous apprendrons à connaître la structure de la rétine.

1° Couche des cellules visuelles. — *Les cellules visuelles* sont de deux sortes : les unes ont le corps cellulaire placé sur une seule rangée et se terminent par une extrémité externe en forme de bouteille : ce sont les *cellules visuelles de cône* (*c*) ; les autres sont situées à des hauteurs variables et émettent vers l'extérieur une fibre fine, plus longue que le cône, et appelée *bâtonnet* : de là le nom de *cellules visuelles de bâtonnet* (*b*).

Quant au prolongement *interne* des cellules visuelles, il est constitué pour les cellules de *bâtonnet* par un filament que termine un renflement sphérique ; et pour les cellules de *cône* par une fibre, présentant une dilatation terminale d'où partent quelques fibrilles horizontales.

2° Couche des cellules bipolaires. — *Les cellules bipolaires* (*cb*) constituent les

éléments les plus caractéristiques de la couche cellulaire moyenne ; ce sont des cellules fusiformes émettant à chacun des deux pôles un prolongement : l'un interne, l'autre externe.

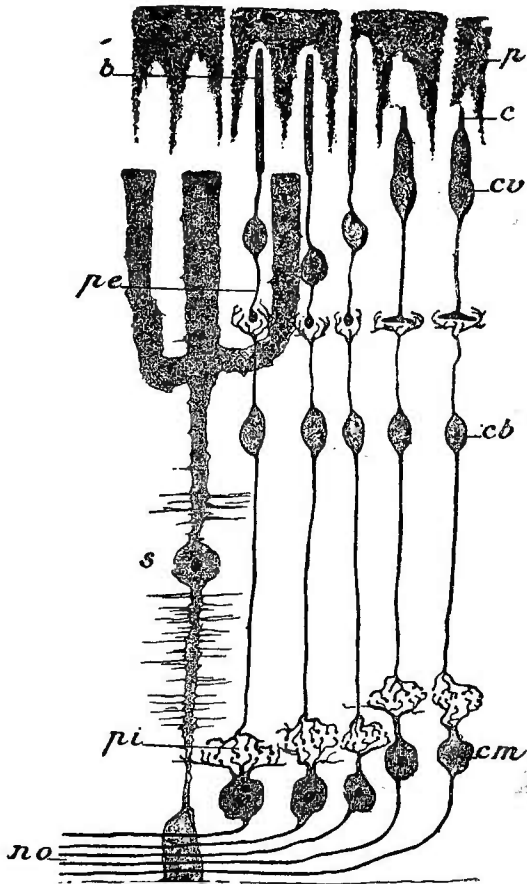


Fig. 271. — Section de la rétine.

p, cellules pigmentaires ; *cv*, cellules visuelles ; *c*, cône ; *b*, bâtonnet ; *pe*, prolongement interne des cellules visuelles se terminant dans la couche plexiforme externe ; *cb*, cellules bipolaires ; *cm*, cellules multipolaires ; *pi*, couche plexiforme interne ; *no*, nerf optique ; *s*, cellule de soutien de la rétine.

Les prolongements *externes* se dirigent du côté des cellules visuelles et se ramifient abondamment en une sorte de bouquet qui embrasse les terminaisons des cellules visuelles de bâtonnet ou s'étale contre l'expansion des cellules de cône. Les fibrilles terminales des cellules visuelles forment ainsi, à leur point de rencontre, avec les bouquets des cellules bipolaires, une couche où les unes s'entre-croisent avec les autres en prenant contact; on donne à cette couche formée de fibrilles entre-croisées le nom de *couche plexiforme externe* (au-dessous de *pe*).

Quant au prolongement interne, il sera étudié plus loin.

Signalons de grandes cellules placées horizontalement entre la couche plexiforme externe et les cellules bipolaires; ces cellules *horizontales* établissent par leurs prolongements des rapports entre les cellules visuelles des régions plus ou moins éloignées de la rétine.

3° Couche des cellules multipolaires. — Les *cellules multipolaires* (*cm*) sont de grandes cellules nerveuses, ramifiées, ressemblant aux cellules de Purkinje du cervelet, et émettant un prolongement cylindre-axile du côté interne et de nombreux prolongements qui se dirigent du côté opposé. Les prolongements *externes* des cellules multipolaires forment des sortes de panaches, dont les fibrilles terminales se dirigent vers le prolongement *interne* des cellules bipolaires; leur point de rencontre se fait à des niveaux différents; de là la production d'une couche épaisse de fibrilles entre-croisées qui a reçu le nom de *couche plexiforme interne* (*pi*). Mentionnons enfin, entre les cellules bipolaires, d'une part, et la couche plexiforme interne, de l'autre, des cellules qu'on appelle *unipolaires* ou *spongioblastes* et qui envoient chacune un panache de fibres nerveuses se terminant dans les divers étages de la couche plexiforme interne.

Le prolongement *interne* des cellules multipolaires forme avec ses congénères des cellules voisines une couche rétinienne spéciale (*no*), ou *couche des fibres du nerf optique*, qui vont constituer plus loin les fibres du nerf optique et mettront la rétine en relation avec l'encéphale.

Éléments de soutien de la rétine. — Outre les éléments nerveux proprement dits, la rétine renferme des éléments de soutien, découverts par le médecin allemand Muller, en 1851, et analogues à ceux de la névroglie. Ce sont de longues cellules ramifiées,

étendues à travers la plus grande épaisseur de la rétine (fig. 271, s). Si nous les suivons de dedans en dehors (de bas en haut sur la figure), nous voyons qu'elles commencent par un pied large qui, en se juxtaposant à celui des fibres voisines, forme une cuticule, qui est la *limitante interne* (1). De là la fibre se dirige vers les cônes et les bâtonnets en envoyant des prolongements dans les couches qu'elle traverse. Au niveau de la couche des cellules bipolaires, la fibre se continue avec le protoplasma d'une cellule (s), dont elle n'est que le prolongement *interne*. Cette cellule émet d'autres prolongements latéraux et un prolongement *externe* allant vers les cônes et les bâtonnets. Ce dernier se divise, plus loin, en branches dont la disposition rappelle la forme de chandelier et qui servent à loger et à soutenir les cellules visuelles.

La fibre de Muller cesse au niveau d'un plan qui séparerait le corps des cellules visuelles d'avec les cônes et les bâtonnets : elle forme là une cuticule (*limitante externe*), percée d'orifices pour le passage des fibres reliant les cellules visuelles aux cônes et aux bâtonnets.

En résumé, la rétine est une expansion du cerveau ; comme dans l'écorce cérébrale, les cellules y sont disposées en couches horizontales et leurs prolongements se mettent en contact en formant des zones intermédiaires plexiformes. Enfin le cylindre-axe des cellules multipolaires va former une longue commissure (nerf optique) qui relie la rétine au reste de l'encéphale.

Tache jaune et fossette centrale. — Chez tous les vertébrés, on trouve au pôle postérieur de l'œil une dépression connue sous le nom de *fossette centrale*. Chez l'homme et les singes de l'ancien continent, la fossette est circonscrite par une zone de couleur jaune, ou *tache jaune*. Elle est due à un pigment diffus répandu dans les couches de la rétine.

La fossette centrale présente un grand intérêt ; c'est là, en effet, que vient se faire l'image de l'objet qu'on fixe dans l'espace ; elle *constitue la région visuelle par excellence*. Or, la lumière ne produit une impression qu'en agissant sur les cônes ou les bâtonnets ; ceux-ci sont situés sur la face extérieure de la rétine, de sorte que la lumière est obligée de traverser toutes les couches de la rétine avant d'arriver sur les cônes et les bâtonnets. *Dans la fossette centrale, toutes les couches de la rétine s'atrophient ou disparaissent*, sauf les cellules visuelles (fig. 272, F).

En examinant ce dessin, on voit même le prolongement interne des cellules visuelles (*cv*) s'incliner vers les parties latérales de la fossette centrale et se mettre là en relation de contact avec le prolongement externe des cellules bipolaires.

Ces dernières se comportent plus loin avec les cellules multipolaires (*cm*) comme sur le reste de la rétine. En d'autres termes, les rayons lumineux arrivent plus facilement sur les cellules visuelles de la fossette centrale, parce qu'ils n'ont pas à traverser d'autres éléments que le corps même des cellules

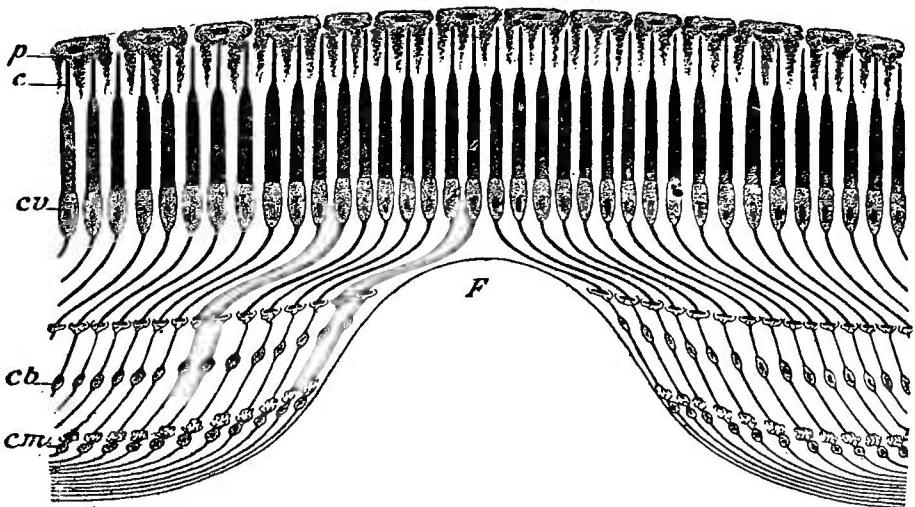


Fig. 272. — Coupe de la rétine au niveau de la fossette centrale (F) et de la tache jaune.

p, cellules pigmentaires; *cv*, cellules visuelles de cône (*c*); *cb*, cellules bipolaires; *cm*, cellules multipolaires.

visuelles. Il est de plus à noter que, sur toute l'étendue de la fossette centrale et de la tache jaune, il n'y a que des cellules visuelles de cône; dans la fossette centrale seule, on en compte 2000 environ.

La tache jaune, qui circonscrit la fossette, possède, comme le montre la figure 272, toutes les couches de la rétine : la couche de cellules multipolaires et celle des éléments bipolaires possèdent même des assises cellulaires plus nombreuses que sur le restant de la rétine.

Rapports de la couche pigmentaire et de la rétine. — Les rapports de la rétine et de la couche pigmentaire sont très inté-

ressants : si l'on sacrifie une grenouille dont la rétine vient de subir l'action de la lumière, on voit que le pigment adhère à la rétine. Au sortir de l'obscurité, au contraire, le pigment reste attaché à la choroïde. En examinant de profil les couches de la cellule pigmentaire dont nous avons parlé (p. 336, fig. 268), ce fait s'explique aisément : le segment de la cellule qui est tourné vers la rétine se prolonge en une quantité de filaments, séparés les uns des autres par des intervalles. Vues en place, ces cellules pigmentaires (fig. 271 et 272) ont leurs prolongements engagés et infiltrés dans l'intervalle des cônes et des bâtonnets. Sur les albinos, cellules et prolongements sont toujours dépourvus de pigment. De même lorsqu'on examine des animaux qui ont séjourné dans l'obscurité, on voit que les prolongements protoplasmiques sont libres de pigment. Si l'on expose, au contraire, les animaux à la lumière et qu'on examine ensuite ces cellules, on voit que les granulations pigmentaires occupent toute l'étendue des prolongements.

La présence du pigment concorde avec une coloration spéciale de la rétine. Le médecin allemand Boll montra, en 1876, qu'en gardant les animaux dans l'obscurité, la rétine prend et garde une couleur rouge. Un autre médecin allemand, Kühne, prouva, en 1878, que cette couleur est due à une matière rouge qui imprègne le segment externe des cellules visuelles. On lui a donné le nom de *rouge* ou *pourpre rétinien*. Le pourpre rétinien semble élaboré et sécrété par les cellules pigmentaires; il se détruit au contact de la lumière et favorise l'impression visuelle.

§ 6. — Appareil réfringent et régulateur de l'œil.

Milieux réfringents du globe oculaire. — L'œil de l'homme présente un appareil fonctionnant comme un système de lentilles convergentes, grâce auquel l'image d'un point pris dans l'espace se produit en un point de la rétine. Cet appareil se compose, d'avant en arrière (fig. 263) : 1° de la *cornée transparente* (10), que nous connaissons; 2° de l'*humeur aqueuse* (11); 3° du *cristallin* (7) et 4° de l'*humeur* ou *corps vitré* (5).

Humeur aqueuse. — L'humeur aqueuse est un liquide limpide et transparent, contenu dans l'espace limité par la cornée d'une part, l'iris et le cristallin de l'autre, et qui s'appelle la *chambre*

antérieure. La face postérieure de l'iris est appliquée immédiatement sur la face antérieure du cristallin; il en résulte qu'il n'existe pas d'espace vide à cet endroit; la prétendue chambre postérieure de certains auteurs n'existe point.

Cristallin. — Le *cristallin* (7) est une lentille biconvexe, transparente comme du cristal (*crystallos*); d'où son nom. Chez l'homme et les mammifères, il est mou à la périphérie, et plus consistant vers le centre. Il est entouré d'une membrane mince, d'une grande ténacité et également très transparente: c'est la *capsule cristallinienne* ou *cristalloïde*. Quant à la constitution même du cristallin, elle est très simple: il dérive chez l'embryon

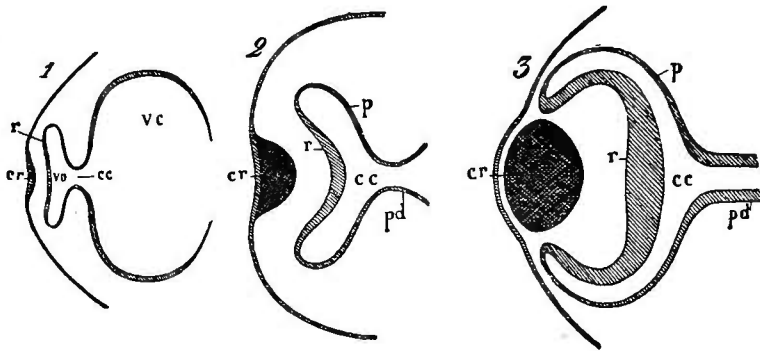


Fig. 275. — Développement de l'œil.

1, *cr.*, cristallin; *vc*, vésicule cérébrale qui a poussé le prolongement ou vésicule oculaire (*vo*); *r.*, rétine; *cc.*, cavité cérébrale; 2, même signification des lettres; *p.*, pigment rétinien; *pd.*, pédicule cérébral ou futur nerf optique; 3, le cristallin s'est détaché de la peau.

d'un bourgeon épidermique (fig. 275, *cr.*), qui se détache de l'épiderme et va occuper l'entrée de la cupule rétinienne. Les cellules épithéliales qui tapissent la face postérieure de la cristalloïde s'allongent et forment de longues fibres, transparentes, qui se disposent en couches concentriques comme dans un bulbe d'oignon. Le cristallin est dépourvu de vaisseaux sanguins, comme l'épiderme dont il dérive.

Corps vitré. — Le *corps vitré* remplit l'espace qui se trouve compris entre le cristallin et la rétine. Il ressemble à une masse de gélatine contenue dans une membrane transparente, appelée *membrane hyaloïde* (*hyalos*, verre fondu) (fig. 263, 6).

Appareil suspenseur du cristallin. — Près de la région *chilienne*,

l'hyaloïde s'épaissit en s'appliquant et en s'accolant intimement à la partie ciliaire de la rétine et de la choroïde : lorsqu'on arrache la choroïde à cet endroit, l'hyaloïde conserve les empreintes foncées des procès ciliaires. La figure 266 montre cet aspect sur la partie antérieure du corps vitré (g). On donne à cette

portion antérieure épaissie de l'hyaloïde le nom de *zone de Zinn*, du nom du médecin bavarois qui l'a découverte vers 1750. En arrivant au niveau des crêtes des procès ciliaires, elle y adhère, sans pénétrer dans leurs intervalles : de ces crêtes elle envoie des fibres (274, s) qui vont, en s'entre-croisant, s'attacher les unes sur la face antérieure, les autres sur la face postérieure de la cristalloïde. Ces fibres, élastiques et résistantes, fixent solidement l'hyaloïde au cristallin, pour lequel elles constituent un *ligament suspenseur*. En faisant pénétrer la pointe d'un tube de verre entre la zone de Zinn et la face antérieure du corps vitré, on peut insuffler un canal circulaire d'aspect godronné qui entoure la grande circonférence du cristallin. Le chirurgien français Pourfour du Petit l'a injecté le premier en 1726, d'où le nom de *canal de Petit* qu'on lui donne.

Usages des milieux réfringents. — Il existe donc dans l'œil : 1° un système de lentilles qui font converger l'image sur une membrane ou plaque sensible, *la rétine* ; 2° une couche noire, le *pigment rétinien*, dont le rôle correspond à celui de l'enduit noir

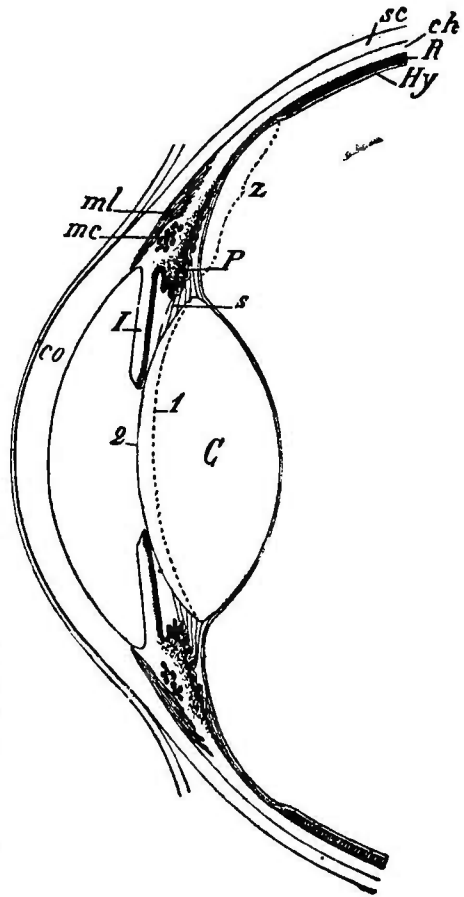


Fig. 274. — Partie antérieure du globe oculaire (Voir fig. 264, p. 333).

qui tapisse l'intérieur des instruments d'optique. Il empêche, en effet, la réflexion des rayons lumineux arrivant au fond de l'œil. Entourant par leurs prolongements les cônes et les bâtonnets, les cellules pigmentaires éteignent toutes les vibrations lumineuses en contact avec la rétine et favorisent ainsi la pénétration plus intime de la lumière et son action sur la rétine. Les objets extérieurs viennent former sur la rétine une image *réelle*, mais *renversée*, de la même façon qu'un objet placé devant une lentille donne au delà du foyer principal une image réelle et renversée. Magendie, en plaçant devant une lumière l'œil d'un lapin *albinos*, dont la choroïde et la sclérotique laissent passer les rayons, con-

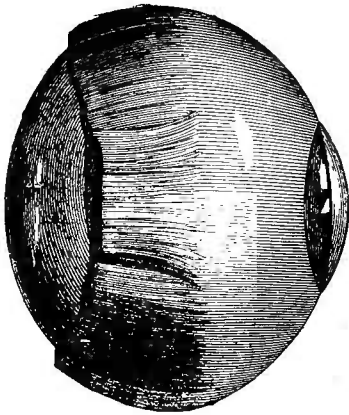


Fig. 275. — Expérience de Magendie.

stata que la flamme se voyait renversée sur la rétine. On peut faire l'expérience avec un œil de bœuf, sur la moitié postérieure duquel on a enlevé la sclérotique et la choroïde : la bougie (fig. 275) se peint renversée sur la rétine.

Pour construire l'image de la flamme de cette bougie, on considère l'ensemble des milieux réfringents (cornée, humeur aqueuse, cristallin, corps vitré) comme représentant une lentille unique, dont l'indice de réfraction serait de 1,40. La partie supérieure de l'objet lumineux (fig. 276) envoie un cône de rayons divergents, qui sont réfractés par le cristallin et forment une image sur un point de la rétine, au-dessous de l'axe passant par le centre du cristallin. De même les rayons partis de la partie inférieure de l'objet forment leur image au-dessus de l'axe. Les points inter-

médiaires de l'objet donnent de même des images *réelles et renversées*, et leur ensemble figure une image petite, réelle et renversée, qui se forme exactement sur la rétine quand l'œil est bien conformé¹.

Accommodation. — On appelle *foyer* d'un instrument d'optique le point où viennent converger les rayons lumineux en arrière de la lentille. L'image d'un objet n'est bien nette que si l'on met exactement au foyer de la lentille l'écran où cette image doit se peindre. En éloignant l'objet de la lentille, le foyer se rapproche

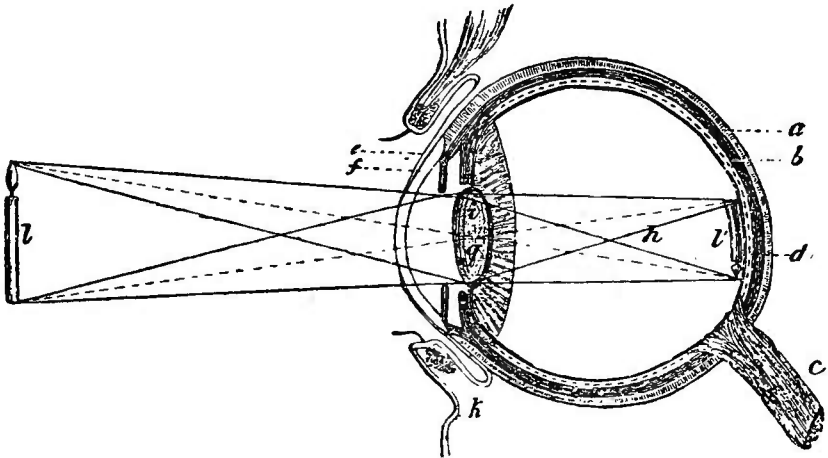


Fig. 276. — Marche des rayons lumineux dans l'œil.

a, sclérotique; *b*, choroïde; *c*, nerf optique; *d*, rétine; *e*, conjonctive; *f*, cornée; *g*, centre du cristallin (*i*); *k*, paupière inférieure; *h*, humeur vitrée; *l*, bougie; *l'*, son image.

et l'écran doit se rapprocher pour que l'image y soit nette. De même, en rapprochant l'objet, le foyer et l'image nette s'éloignent de la lentille.

La rétine semble se comporter tout différemment; en effet, nous voyons nettement aussi bien les objets rapprochés que les objets éloignés. Lorsque nous regardons un objet *éloigné*, nous le voyons bien, si nos yeux sont bien conformés, parce que le cristallin a une courbure telle que l'image se fait alors sur la rétine. Mais quand nous regardons un objet *rapproché*, nous le voyons égale-

1. Voir les *Traité de physique* pour les détails relatifs à la marche des rayons lumineux et à la construction des images qui se forment dans le globe oculaire.

ment bien ; ce qui prouve que l'image continue à se faire sur la rétine.

Voici ce qui passe dans le globe oculaire : en priant une personne de regarder une bougie placée à *une certaine distance* et, en regardant dans son œil, on y voit trois images : 1° une antérieure droite, placée près de la pupille ; elle est formée sur la cornée (miroir convexe) ; 2° une moyenne droite également ; elle est formée sur la face antérieure convexe du cristallin ; 3° une postérieure, renversée, formée sur la face postérieure concave du cristallin. Ces images ont été signalées par le médecin tchèque Purkinje en 1823 (*images de Purkinje*). En rapprochant la bougie de l'œil, on constate que l'image moyenne, fournie par la face antérieure du cristallin, change de place et se rapproche du cristallin. Le cristallin modifie donc sa courbure ou se déplace pour

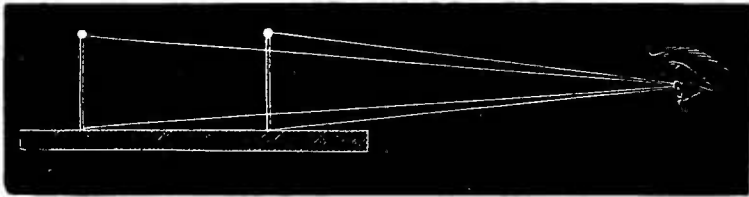


Fig. 277. — Expérience prouvant l'accommodation.

faire tomber l'image de l'objet sur la rétine. Le cristallin subit cette modification de courbure sous l'influence du muscle ciliaire (voy. p. 354). L'œil s'adapte ou *s'accommode* ainsi aux distances.

Bien des faits démontrent la réalité de l'accommodation. Qu'il suffise de citer l'expérience suivante, facile à faire : si l'on vise deux épingle^s placées à des distances différentes sur une règle horizontale, on voit l'une nettement et l'autre d'une façon confuse et *vice versa* (fig. 277).

Œil emmétrope. — Une personne qui a l'œil bien conformé, normal ou *emmétrope* (*emmétron*, conforme à la mesure, et *ops*, œil), lit ou écrit à une distance de 25 centimètres des lettres d'un quart de millimètre. C'est là ce qu'on appelle la distance de la vision distincte. Il va de soi qu'elle lira aussi bien des lettres de 1 centimètre à 10 mètres.

De 25 centimètres à l'infini, cet œil aperçoit les corps lumineux. Les objets placés depuis l'infini jusqu'à 60 mètres environ donnent des rayons qui sont sensiblement parallèles, de sorte que

L'image se fait (fig. 276) sur la rétine. Mais, à une distance moindre, c'est-à-dire en deçà de 60 mètres, l'image se fait en arrière de la rétine, de sorte que chaque point de l'objet, au lieu de donner comme image un point, en donne plusieurs qui sont disposés en un petit cercle, dit *cercle de diffusion*. C'est alors qu'intervient l'accommodation pour ramener l'image sur la rétine.

Œil myope. — Une personne qui ne voit nettement que les objets les plus rapprochés (à 10 centimètres et moins) est *myope* (*myo*, je cligne, j'incline; *ops*, œil), parce que ces personnes ont l'habitude de rapprocher fréquemment les paupières. Dans ce cas, l'image se forme en avant de la rétine, et ce défaut résulte d'une trop grande courbure de la cornée et du cristallin ou de la longueur trop forte de l'axe antéro-postérieur de l'œil. On corrige la myopie par l'emploi de verres concaves, qui sont divergents et reportent plus en arrière l'image des objets.

Œil hypermétrope. — Le défaut de la vue qui est opposé au précédent, consiste à ne distinguer nettement les objets qu'à une distance éloignée; on l'appelle *hypermétropie* (*hyper*, au delà; *métron*, mesure). L'hypermétropie a pour causes un faible pouvoir réfringent des milieux de l'œil ou la brièveté de l'axe antéro-postérieur du globe oculaire: dans ce cas, les images se forment en arrière de la rétine. Les hypermétropes ont besoin de verres convexes.

Presbytie. — Un des effets de l'âge est de produire une infirmité qui consiste à ne bien distinguer les objets qu'au delà d'une distance de 50 à 60 centimètres. Le vieillard qui veut lire met le livre à la distance de la vision distincte, puis, ne voyant pas nettement, il éloigne le livre. Cette infirmité s'appelle la *presbytie* (*presbys*, vieillard).

Le muscle ciliaire s'affaiblit avec l'âge comme les muscles qui meuvent le squelette; de cet affaiblissement résulte un défaut d'accommodation; l'image se forme en arrière de la rétine (fig. 276).

Ajoutons qu'avec l'âge les myopes deviennent presbytes.

* La rétine a une sensibilité spéciale. Son excitation produit des phénomènes lumineux et non de la douleur. Dans certaines opérations sur les yeux, où l'instrument du chirurgien pénètre jusqu'à la rétine, le malade n'accuse qu'une sensation vive de lumière.

* *Persistance des impressions de la rétine.* — La durée des impressions de la rétine est d'une demi-seconde environ. Si les images

visuelles se succèdent plus vite qu'elles ne s'effacent, elles se superposent et donnent lieu à une sensation unique. Le charbon ardent qu'on fait tourner à bout de bras donne l'impression d'un cercle lumineux. La roue qui tourne rapidement semble formée d'une seule pièce, parce que les intervalles des rayons disparaissent à la vue et semblent comblés par une surface continue.

L'instrument de physique devenu un appareil populaire, dit *phénakistiscope* (*phénax*, trompeur; *scopéin*, voir), est construit et

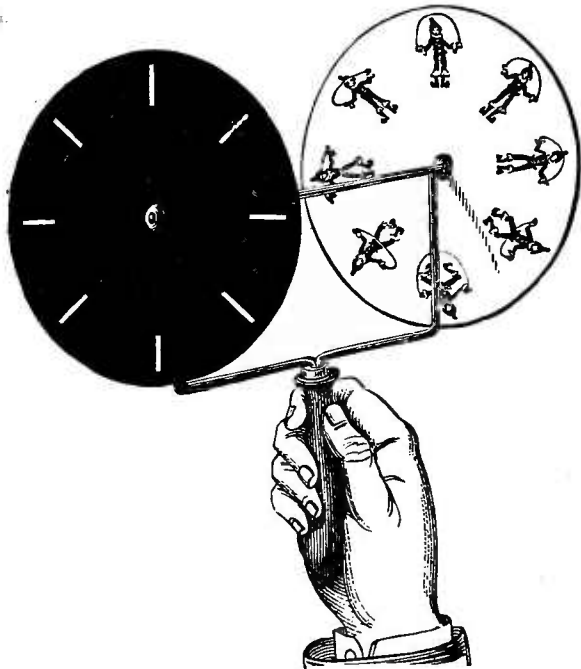


Fig. 278. — Phénakistiscope.

fondé sur le principe de la persistance des impressions rétinienne. Un disque (fig. 278) porte à intervalles réguliers une série de dessins représentant les divers mouvements qui se succèdent chez un sauteur de corde. Sur l'autre disque, existe un nombre égal de fentes. En faisant tourner les deux disques et en regardant par l'une des fentes, on croit voir le sauteur exécuter le mouvement tout entier dont les différents temps sont figurés sur l'un des écrans.

Vision des couleurs. — Lorsqu'on fait tomber un rayon de lumière blanche sur un prisme triangulaire, le rayon se décom-

pose en sept couleurs visibles sur l'arc-en-ciel : *violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge*. On appelle *complémentaires* les couleurs qui, mélangées deux à deux, produisent du blanc : le *vert*, par exemple, est complémentaire du *rouge* et réciproquement.

Un grand nombre d'illusions d'optique résultent du mélange des couleurs. Si l'on place un écran entre les deux yeux et qu'on reçoive isolément dans l'œil droit un rayon rouge et dans l'œil gauche un rayon bleu verdâtre, on a également la sensation de la lumière blanche. En faisant tourner rapidement un cercle divisé en secteurs de plusieurs couleurs, on a la sensation du mélange de ces couleurs, parce que l'image de l'une de ces couleurs se superpose à l'autre sur la rétine.

Si, après avoir fixé longtemps un cercle ou un disque rouge, le soleil couchant, par exemple, on tourne l'œil sur un fond blanc, on voit la couleur complémentaire, c'est-à-dire une tache bleu verdâtre.

Les cellules visuelles de cône servent à la vision colorée. Quels sont les éléments de la rétine qu'impressionne la lumière colorée ? Ce sont les cellules visuelles de cône ; en effet, le point de la rétine où nous voyons le plus nettement les couleurs est la fossette centrale, qui, nous le savons, n'a que des cônes. En s'éloignant de la tache jaune, on voit diminuer le nombre des cônes, et en avant de l'équateur du globe oculaire, il n'y a plus que des cellules de bâtonnet ; ce qui explique qu'à ce niveau nous sommes aveugles pour le rouge, par exemple. La nuit *tous les chats sont gris*, c'est-à-dire que les couleurs se confondent en une teinte grise commune. Aussi la rétine des animaux nocturnes (hibou, chauve-souris) ne possède-t-elle que des bâtonnets, et peu ou point de cônes.

Mais la division du travail est poussée plus loin encore : parmi les cellules visuelles de cône, les unes sont excitées par le rouge, les autres par le vert, d'autres encore par le violet.

On sait que le *rouge*, le *vert* et le *violet* sont les trois couleurs *élémentaires* ou *fondamentales*, parce qu'en les faisant agir sur la rétine on peut produire toutes les sensations colorées du spectre.

Les faits suivants parlent en faveur de l'existence de trois sortes de cellules de cône : si l'on fatigue la rétine en regardant longtemps du rouge (ou du vert ou du violet), elle devient insensible

au rouge (ou au vert, ou au violet). On a épuisé l'excitabilité de la cellule visuelle de cône, affectée au rouge, par exemple, et on ne voit plus le rouge.

Daltonisme. — D'autre part, il est des troubles ou anomalies de la rétine qui ne s'expliquent que par l'existence de certaines cellules visuelles de cône excitées par l'une ou l'autre couleur fondamentale. Certaines personnes, quoique possédant un œil normal et distinguant admirablement les différents degrés d'obscurité et de clarté (*les valeurs*, comme disent les peintres), ne voient pas une ou plusieurs couleurs.

Le physicien anglais Dalton s'aperçut un jour qu'il ne voyait pas le rouge ; ce fut pour lui l'occasion de faire une étude complète de son infirmité, qui reçut le nom de *daltonisme*. On compte 1 à 2 daltoniens sur cent individus. « Pour eux, disait Arago, les cerises ne sont jamais mûres. »

Mais il y a des conséquences plus importantes au point de vue pratique : cette infirmité les empêche de distinguer les signaux rouges des signaux verts. Un daltonien peut, en ne voyant pas certaine couleur, être, dans les services (marine, chemins de fer) où l'on se sert des couleurs comme signaux, la cause involontaire de catastrophes.

Ajoutons qu'il y a des daltoniens qui voient le rouge, mais sont aveugles pour le vert, qui leur paraît gris.

Irradiation rétinienne. — Les rayons lumineux ne limitent pas leur action aux points de la rétine qu'ils frappent directement, ils ébranlent aussi les éléments voisins. Il se produit un phénomène qu'on appelle l'*irradiation rétinienne*. C'est à raison de cette irradiation que, si l'on regarde un cercle blanc sur un fond noir, le cercle blanc paraît, par exemple, plus grand qu'un cercle foncé de même diamètre tracé sur un fond blanc (fig. 275).

Si les objets sont colorés, il se produira autour de leur image un cercle de couleur complémentaire. En regardant assez longtemps un disque rouge, le soleil couchant, par exemple, on aperçoit sur son pourtour une zone bleue verdâtre.

Contrastes des couleurs. — La fatigue de l'une ou l'autre sorte des cellules visuelles de cône (servant au rouge, au vert ou au violet) et la persistance de leur excitation permettent d'expliquer un certain nombre de particularités qui ont attiré depuis longtemps l'attention des observateurs.

Fatiguons les cellules visuelles du rouge en regardant longtemps un objet rouge, puis fixons une surface blanche ; celle-ci prendra une coloration d'un *vert violacé*, parce que les cellules visuelles du vert et du violet transmettent seules l'excitation reçue. C'est là ce qu'on a appelé le *contraste successif*.

Tous les *effets de contraste* ont des causes d'ordre analogue.

Point aveugle. — La papille optique est le point où les fibres de la rétine se prolongent dans le nerf optique ; ne renfermant pas de cellules visuelles, cette papille est insensible à la lumière. Elle a reçu pour cette raison le nom de *punctum cæcum* (point aveugle). L'abbé Mariotte, prieur de Saint-Martin-sous-Beaune,

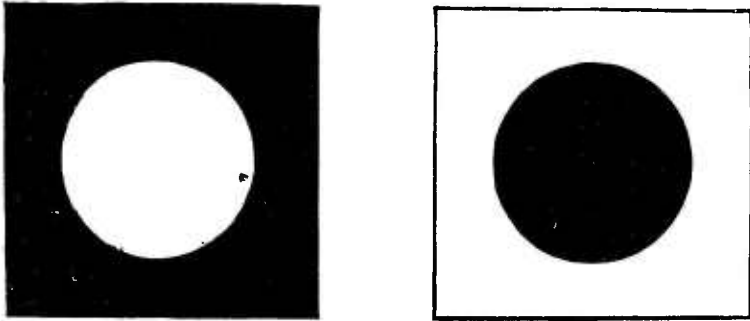


Fig. 279. — Expérience qui permet de constater l'effet de l'irradiation rétinienne.

près de Dijon, vers le milieu du xvii^e siècle, fut le premier à constater ce fait. L'expérience suivante permet de s'en s'assurer. On tient verticalement une feuille de papier noir où sont tracés deux cercles blancs ; on les place sur la même ligne horizontale. On ferme l'œil gauche et on fixe le cercle gauche avec l'œil droit. On voit ainsi non seulement le cercle qu'on fixe, mais encore l'autre. En se rapprochant ou en s'éloignant de la feuille de papier, il arrive un moment où le cercle de droite disparaît complètement, parce que les rayons qui en partent forment leur image sur la papille optique (*de l'œil droit*). Ajoutons néanmoins que la papille n'est pas complètement insensible : une excitation très vive donne lieu, comme sur le nerf optique, à des sensations lumineuses, parce que, comme le nerf, elle est composée de fibres nerveuses.

§ 7. — Organes moteurs et protecteurs de l'appareil de la Vision.

Le globe oculaire est logé dans une cavité de la face, l'*orbite*, ayant la forme d'une pyramide quadrangulaire (fig. 141, p. 168), à sommet postérieur et à base antérieure. Ses parois osseuses,

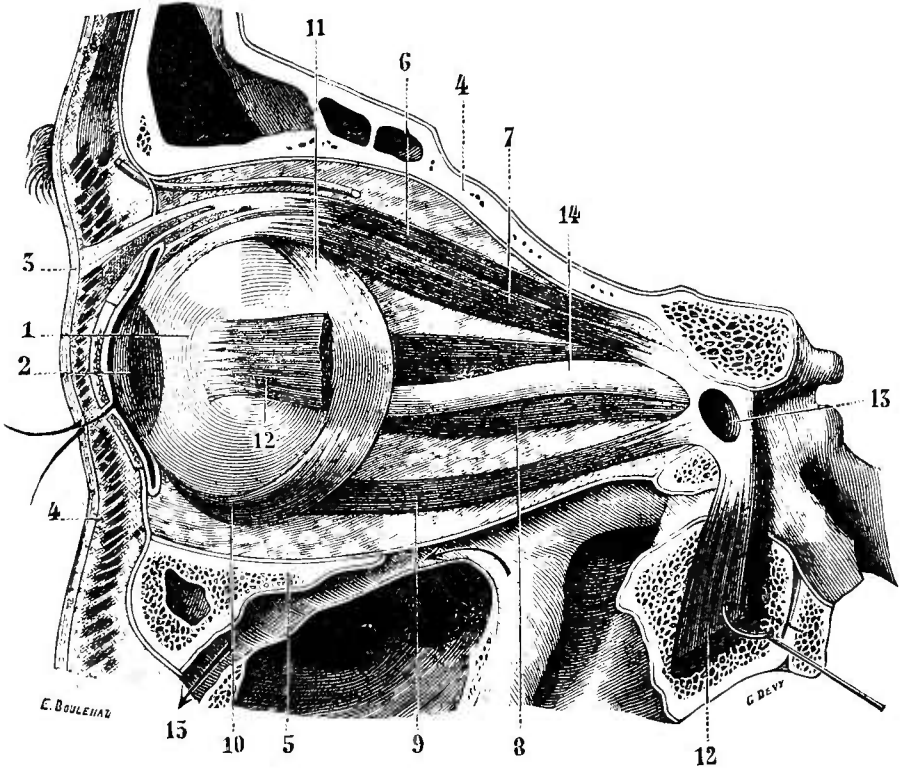


Fig. 280. — Globe oculaire vu par la face externe pour montrer ses muscles.

1, sclérotique; 2, cornée; 5, 4, paupières; 5, plancher de l'orbite, 6, releveur de la paupière supérieure; 7, droit supérieur; 8, droit interne; 9, droit inférieur; 10, petit oblique; 11, tendon réfléchi du grand oblique; 12, 12, droit externe (sectionné et récliné); 15, anneau fibreux sur lequel s'attachent les muscles du globe oculaire et présentant deux orifices traversés par le *nerf opt. que* (14) et des vaisseaux.

qui protègent efficacement les organes de la vision, sont essentiellement formées, en haut par le frontal (1), en dehors par l'os de la pommette ou *malaire* (5), en bas par la mâchoire supérieure (11) et en dedans par des os (ethmoïde fig. 140, e et unguis fig. 139, 10) qui séparent l'orbite de la fosse nasale.

Le globe oculaire est suspendu au milieu de la cavité orbitaire. De même que la tête du fémur tourne dans la cavité cotyloïde, l'œil se meut dans une cupule conjonctive (fig. 263, 23), dont les bords s'attachent au pourtour de l'orbite et dont la concavité entoure le globe oculaire jusque près de la cornée.

Nous savons (p. 342) que la *fossette centrale* de la rétine est la région visuelle par excellence. Sans déplacer la tête, grâce à divers muscles qui viennent s'attacher sur le globe oculaire, il nous est facile de mouvoir cet organe, de telle sorte que la pupille se dirige vers le point de l'espace que nous regardons et que l'image vienne se peindre sur la fossette centrale.

Muscles du globe oculaire. — Les muscles moteurs de l'œil sont au nombre de 6 chez l'homme et ils sont formés de fibres striées : la figure 280 montre leur disposition dans la cavité orbitaire *gauche*, dont on a enlevé les parois externe et supérieure. Cinq d'entre eux partent du fond de l'orbite, où ils s'attachent sur un anneau fibreux (13) qui entoure le nerf optique. Quatre ont un trajet antéro-postérieur : ce sont les *muscles droits* : l'un suit la paroi supérieure de l'orbite, le *muscle droit supérieur* (7) ; l'autre longe la paroi externe, *muscle droit externe* (12) ; le troisième, la paroi inférieure, *muscle droit inférieur* (9) ; le quatrième, la paroi interne, *muscle droit interne* (8). Arrivé sur le globe oculaire, chaque muscle se continue avec un tendon aplati qui s'insère sur la sclérotique, à quelques millimètres du limbe cornéen. L'action des muscles droits est très simple : les muscles droits interne ou externe, en se contractant, font tourner le globe oculaire de façon que son hémisphère antérieur, c'est-à-dire la pupille, se dirige en dedans ou en dehors. Les muscles droits supérieur ou inférieur attirent la pupille en haut ou en bas ; mais, comme ces muscles ont un trajet oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant, ils font en même temps dévier la pupille en dedans. Ils produisent la convergence des deux pupilles, c'est-à-dire le strabisme interne (*strabos*, louche).

Mais cet effet convergent est corrigé par deux *muscles obliques*. Le muscle grand oblique est bien visible sur la figure 281 (7, 7', 8), où l'on voit l'orbite par la face supérieure. Ce muscle s'attache au fond de l'orbite avec les quatre droits ; il suit d'abord la direction du droit interne (7), mais, en parvenant à l'angle interne de l'orbite, son tendon s'engage dans un anneau fibro-cartilagi-

neux, qui lui sert de poulie. De là il se réfléchit pour se porter en arrière et en dehors et s'épanouit sur l'hémisphère postérieur de l'œil (7'). Lorsque le grand oblique se contracte, son tendon

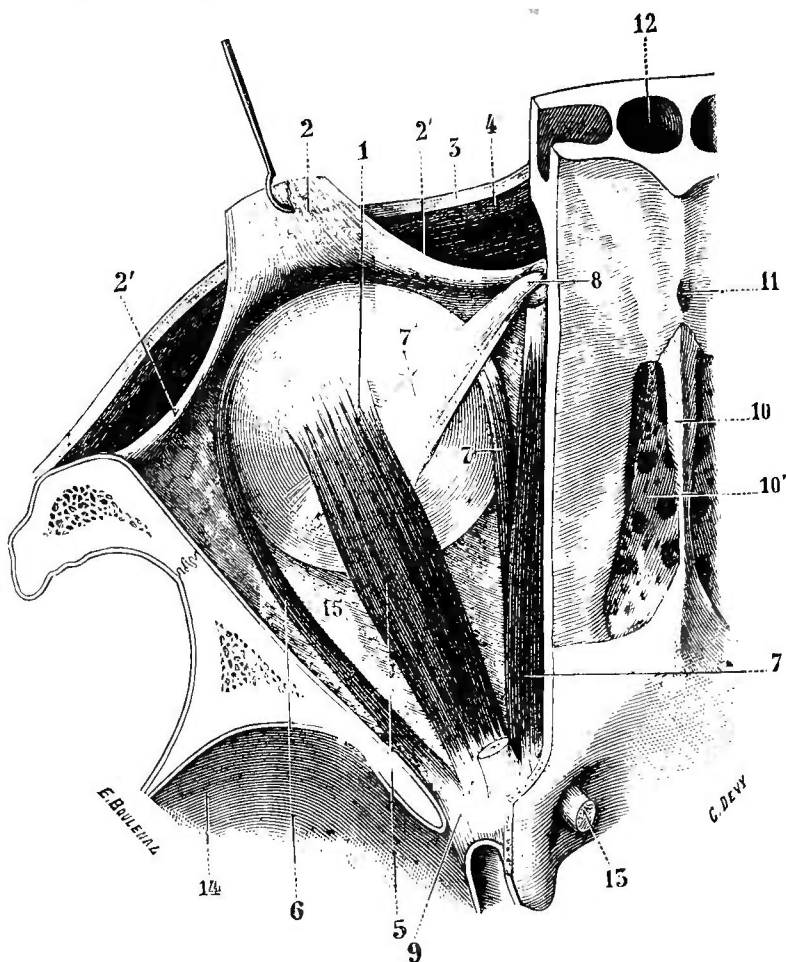


Fig. 281. — Muscles du globe oculaire, vus par le fond de l'orbite.

1, tendon du droit supérieur (5); 2, tendon du releveur de la paupière supérieure sectionné; 2', 2', aileron du tendon (2); 3, peau de la paupière supérieure; 4, muscle orbiculaire vu en coupe; 5, droit supérieur; 6, droit externe; 7, droit interne et grand oblique; 7', tendon du grand oblique réfléchi en 8; 9, anneau fibreux; 10, crête médiane de la lame criblée de l'éthmoïde (10'); 11, 12, section de l'os frontal; 13, nerf optique; 14, fosse sphénoïdale du crâne.

réfléchi attire le pôle postérieur du globe oculaire en haut et en dedans, de sorte que la pupille se porte en bas et en dehors.

Le muscle petit oblique (fig. 280, 10) s'attache à la partie anté-

ieure et interne du plancher de l'orbite; de là il se dirige au-dessous du globe oculaire en arrière et en dehors, et se fixe à la partie externe de l'hémisphère postérieur. En se contractant il tire ce dernier en bas et en dedans et dirige, par conséquent, la pupille en haut et en dehors.

En déplaçant la pupille ou le regard, les muscles droits modifient l'expression de la physionomie; d'où les dénominations suivantes des Anciens. Le droit supérieur, qui élève la pupille ou le regard, était appelé le *fier*; le droit externe, qui la porte en dehors, le *colère*; le droit inférieur, qui la porte en bas, l'*humble*; enfin le droit interne, qui la porte en dedans, avait reçu le nom de *buveur* ou muscle *des yeux doux*.

Paupières et conjonctive. — La portion antérieure du globe oculaire est protégée par deux voiles musculo-membraneux, ou *paupières*: celles-ci, unies au globe par une membrane muqueuse appelée *conjonctive conjungere*, reliait), étalent au-devant de lui les larmes, fournies par les *glandes lacrymales* (fig. 263, 17, p. 331).

Sourcils et cils. — Entre le front et la paupière supérieure se développe une rangée de poils raides, les *sourcils*. Sur le bord libre des deux paupières apparaissent les poils arqués; ce sont les *cils*, accompagnés de *glandes sébacées*. On remarque le plus la présence de glandes en grappe, au nombre de 20 à 50, dans l'épaisseur des paupières supérieure et inférieure; ce sont les glandes dites de MEIBOMIUS.

Les sourcils protégeraient les yeux contre les rayons lumineux qui arrivent d'en haut et surtout contre la sueur qui découle du front.

Les *cils*, qui garnissent le bord libre des paupières, défendent les yeux de l'action de la lumière et surtout empêchent les poussières atmosphériques de se déposer à la surface du globe oculaire.

Le globe oculaire est très efficacement protégé par les paupières, dont l'ablation produit des inflammations qui entraînent

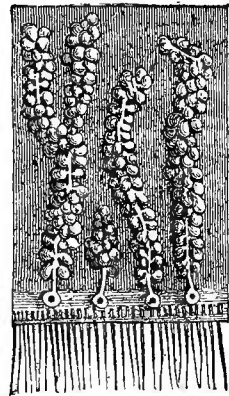


Fig. 282. — Glandes de Meibomius et cils d'une paupière dont on a enlevé la peau

Glande lacrymale. — A l'angle externe du cul-de-sac conjonctival, se développe une série de bourgeons glandulaires; ceux-ci végètent de façon à former une glande, appelée *glande lacrymale* (*lacryma*, larme). La plus grande partie de la glande occupe une fossette située entre le globe oculaire et la voûte de l'orbite; le reste est renfermé dans la paupière supérieure. Il y a 7 à 10 bourgeons, pourvus chacun d'un conduit excréteur. La glande lacrymale, déjà connue de Galien, est peu volumineuse; elle ne pèse que 70 centigrammes; sa structure est la même que celle de la parotide; la sécrétion des larmes se fait comme celle de la salive. Les larmes sont composées essentiellement d'eau, tenant un peu de chlorure de sodium en dissolution.

Usages des paupières. — Les paupières sont pourvues de deux sortes de muscles: l'un (fig. 280, 6) relève la paupière supérieure, et l'autre (fig. 21, 11, p. 29), en forme d'anneau, rapproche le

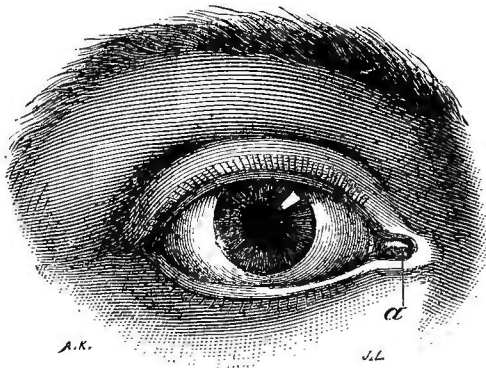


Fig. 285. — Œil droit et caroncule lacrymale *a*.

bord libre des paupières, de façon à soustraire, momentanément ou pendant le sommeil, les yeux à la lumière et aux influences nuisibles. Le mouvement de clignement fait progresser en outre les larmes qui sont versées à l'angle externe de l'œil et les étale devant le globe oculaire.

Cette nappe liquide empêche la cornée et la conjonctive de se dessécher. Une partie des larmes s'évapore, tandis que le reste est porté à l'angle interne de l'œil dans le cul-de-sac limité en arrière par une saillie rougeâtre (fig. 285, *a*), dite *caroncule lacrymale*, et, sur les côtés, par les bords des paupières: cet espace s'appelle le *lac lacrymal*. Le bord de chaque paupière présente à ce niveau une petite saillie (*tubercule lacrymal*), percée d'un orifice (*point lacrymal*), d'où part un *conduit lacrymal*. Les larmes pénètrent dans le *point lacrymal*, suivent les deux conduits lacrymaux qui se réunissent dans une poche commune, le *sac lacrymal*, situé au fond de l'angle interne de l'œil. De l'extrémité inférieure du sac part un

canal, dit *nasal* ou *lacrymal* (fig. 14, *cn*, p. 21), qui est contenu dans l'os maxillaire supérieur et va aboutir dans le méat inférieur des fosses nasales. Les larmes s'écoulent donc dans les fosses nasales, dont elles contribuent à humecter la muqueuse. Les émotions pénibles se traduisent habituellement par le nasillement et le besoin de se moucher. Les larmes ne débordent sur les joues que lorsqu'elles sont sécrétées en quantité très abondante.

Organes visuels dans la série animale

I. Protozoaires. — Les êtres unicellulaires tels que les *Protozoaires* sont sensibles à la lumière; ils fuient l'obscurité aussi bien que les rayons du soleil et se dirigent vers une lumière d'intensité moyenne. Le corps de certains *Protozoaires* présente des taches foncées ou *pigmentaires* qui paraissent plus particulièrement en rapport avec les impressions lumineuses.

II. Cœlentérés¹. — Certains *Cœlentérés* commencent à posséder de véritables organes visuels. Les Méduses, par exemple (fig. 322), sont pourvues, sur certains endroits du bord de l'ombrelle, de points foncés ou *corpuscules marginaux*, caractérisés par leur teinte noire. Ce sont des *yeux* (fig. 284); ils sont constitués par un épaissement du revêtement épidermique, dont les cellules sont les unes

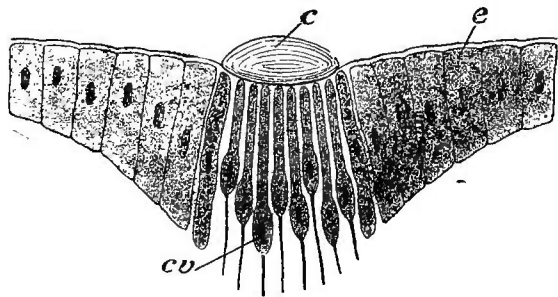


Fig. 284. — Coupe d'un *corpuscule marginal* servant d'appareil oculaire chez les Méduses.

e, épiderme recouvert d'une cuticule; *c*, lentille cristallinienne; *cv*, cellules visuelles.

visuelles et les autres *pigmentaires*. Les cellules visuelles sont des éléments allongés, dont l'extrémité profonde se prolonge en une fibre nerveuse allant se mettre en rapport avec les cellules d'un ganglion nerveux, tandis que l'extrémité superficielle arrive

1. On ignore si les *Spongiaires* et les *Échinodermes* possèdent des organes visuels.

au-dessous d'un épaissement cuticulaire et réfringent (*c*) qui joue le rôle de lentille cornéenne ou cristallinienne. Sur de pourtour des cellules nerveuses, on en voit d'autres qui, remplies de pigment, absorbent la lumière et favorisent ainsi l'action des rayons lumineux sur les cellules impressionnables, c'est-à-dire les cellules visuelles.

III. Vers. — Sauf les espèces parasites, la plupart des *Vers* présentent des taches oculaires (fig. 255), qui résultent également d'une

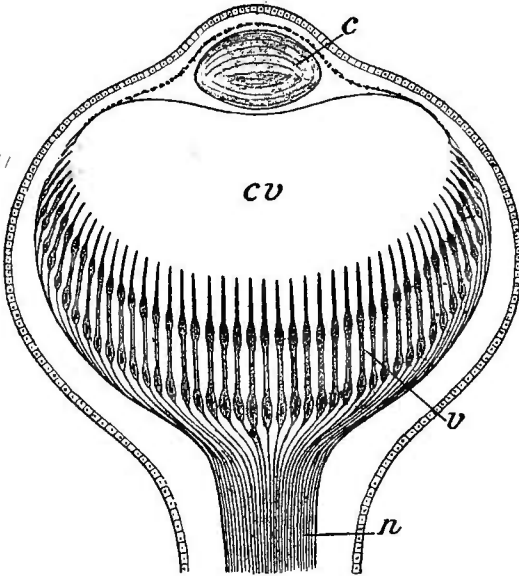


Fig. 285. — Coupe de l'œil d'un Ver (*Alciope*).

l, lentille cristallinienne; *cv*, corps vitré; *v*, cellules visuelles, dont le prolongement central forme le nerf optique (*n*).

modification du revêtement cutané. Certains Annélides errants sont pourvus d'organes visuels en forme de *sphères*, formant sur la tête deux énormes saillies. Malgré leur complication, ces yeux (fig. 285) ne sont que des épaissements de l'épiderme qui s'est déprimé à ce niveau, en même temps que les cellules épithéliales se sont allongées en *cellules visuelles* (*v*) formant une véritable rétine. L'extrémité profonde des cellules visuelles constitue avec

ses congénères les fibres du nerf optique (*n*), tandis que l'extrémité superficielle présente une partie centrale, en forme de bâtonnet. La rétine ne résulte ici que d'une dépression épidermique, de sorte qu'à l'encontre de ce que nous avons vu chez l'homme, l'extrémité libre de la cellule visuelle est tournée en dedans, c'est-à-dire vers le centre de l'œil. La rétine occupe le fond de l'œil; l'espace central est rempli par un fluide appelé *corps vitré* (*cv*); et en avant se trouve une lentille réfringente ou *cornée* représentant un épaissement de la cuticule (*c*).

IV. Articulés. — Chez les Articulés, on rencontre des yeux à

lentille simple (*ocelles* ou *stemmates*), et des yeux à *facettes* ou à *réseau*.

Les yeux à lentille simple ne sont également qu'une portion modifiée de l'épiderme (fig. 286). Celui-ci se déprime en une fossette dont les cellules épithéliales s'allongent énormément pour combler l'intérieur de la dépression. Les cellules (*v*) qui occupent le fond de la fossette envoient par leur base un prolongement nerveux (*n*) au ganglion cérébroïde; leur extrémité superficielle s'allonge, d'autre part, en un bâtonnet, dense et réfringent.

Les cellules qui garnissent les parties latérales de la dépression sont également minces et longues et leur ensemble constitue au

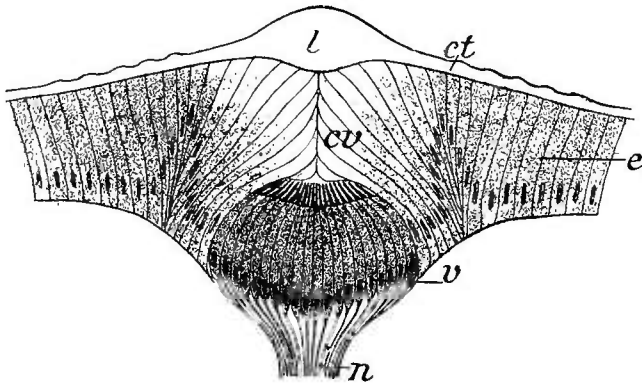


Fig. 286. — Œil d'une larve de Dytique.

l, lentille cornéenne; *ct*, cuticule; *cv*, corps vitré; *v*, cellules visuelles formant la rétine; *n*, nerf optique.

centre de l'organe visuel une partie réfringente qui a reçu le nom de *corps vitré* (*cv*). Dans l'intervalle de ces cellules visuelles et entre celles du corps vitré s'en trouvent d'autres chargées de pigment. Enfin, la surface de cet organe visuel est surmontée d'une lentille unique, dite *cornéenne* (*l*), faisant suite à la cuticule générale du corps, dont elle représente un épaissement. Cette lentille cornéenne est formée de couches concentriques de densité et de réfraction variables. Une lymphe abondante pénètre toutes les couches de la lentille cornéenne.

Les *Arachnides* et les *Myriopodes* possèdent presque exclusivement des yeux simples placés sur le sommet de la tête. Les *Insectes* et les *Crustacés* présentent également des yeux simples; mais beaucoup d'*Insectes* (fig. 237, *o*) et de *Crustacés* sont pourvus,

outre les trois yeux simples placés sur le front, de deux yeux à facettes.

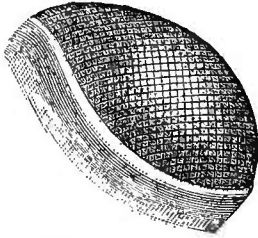


Fig. 287. — Œil à facettes d'un Insecte.

Les yeux à facettes occupent toujours le côté de la tête; ils forment deux globes bombés, figurant une mosaïque admirable ou les mailles d'un réseau (fig. 237, o et fig. 287).

L'œil à facettes a, comme l'œil simple, pour origine un épaissement de l'épiderme; après avoir formé un bourgeon épithélial, les cellules de cet épaissement

se disposent en assises nombreuses qui, à l'origine, rappellent

l'aspect de la fig. 286; mais plus tard elles se superposent et se juxtaposent intimement et donnent ainsi naissance à un organe complexe (œil composé ou à facettes).

Si l'on pratique une section sur un œil à facettes, on trouve de dehors en dedans (fig. 288) les couches suivantes. 1° une infinité de *petites lentilles* ou *cornéules* (a), qui ne sont que des portions épaissies de la cuticule (chitine) et dont l'ensemble produit l'impression d'un magnifique réseau (fig. 287); 2° les *cellules du corps vitré* (c) entourées de pigment et dont l'extrémité sous-jacente aux cornéules a élaboré un corps réfringent, appelé *crystallin* ou *cône cristallinien* (b); 3° les *cellules visuelles* (e), également plongées dans une gaine pigmentée. La moitié périphérique des cellules visuelles est allongée en bâtonnet (d), tandis

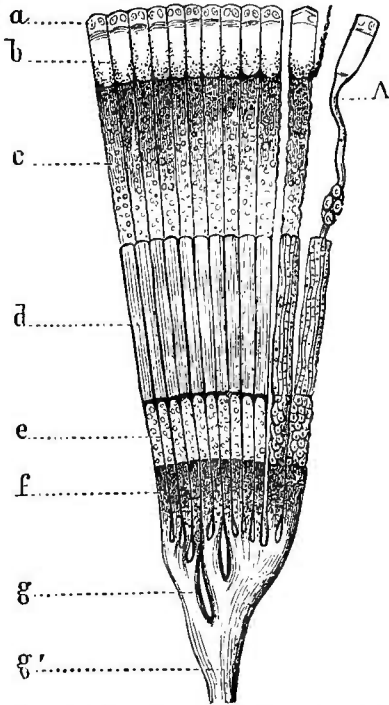


Fig. 288. — Coupe à travers l'œil d'un Insecte (très grossi).

a. lentilles cornéennes; b, cône cristallinien; c, cellules du corps vitré; d, cellules visuelles avec leur bâtonnet (d); f, g, g', fibres du nerf optique.

que leur extrémité profonde (f, g, g') se prolonge en une fibre qui va relier l'œil au ganglion cérébroïde du système nerveux central.

que leur extrémité profonde (f, g, g') se prolonge en une fibre qui va relier l'œil au ganglion cérébroïde du système nerveux central.

Certains Crustacés (écrevisse) ont des yeux à facettes supportés par des pédoncules mobiles.

V. Mollusques. — Chez les *Mollusques*, les organes visuels résultent également d'une modification de l'épithélium superficiel de la peau ou épiderme. Si nous prenons comme exemple l'œil d'un céphalopode à deux branches (poulpe), nous voyons (fig. 289) qu'à l'endroit où va se développer l'œil (*e*), l'épiderme se déprime et forme une fossette (*f*), dont les parois sont constituées par des cellules épithéliales (*v*).

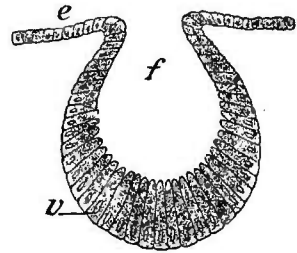


Fig. 289. — Dépression de l'épiderme (*e*) en une fossette (*f*); *v*, cellules visuelles (1^{er} stade du développement de l'œil du Poulpe).

Un peu plus tard (fig. 290), les lèvres de la fossette se rapprochent, s'accolent et se ferment : d'où la formation d'une *vésicule oculaire*. En même temps, les cellules du fond de la vésicule (*v*) s'allongent : leur extrémité interne (tournée vers la cavité) forme des saillies en forme de massue, tandis que leur extrémité périphérique se prolonge en une fibre qui, avec ses congénères, constitue le *nerf optique* (*n*). L'ensemble de ces cellules forme la membrane sensible à la lumière ou *rétilne*.

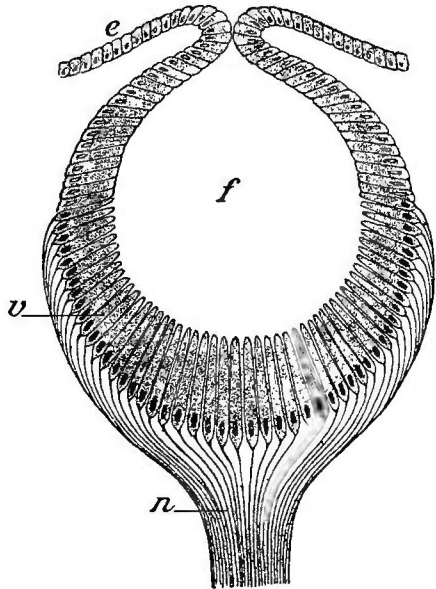


Fig. 290. — La dépression se ferme (2^e stade du développement de l'œil du Poulpe); *n*, prolongement central des cellules visuelles (*v*) ou nerf optique.

Enfin, à un stade ultérieur, on voit le pôle superficiel de la vésicule oculaire (fig. 291) s'épaissir grâce à l'allongement de ses cellules, en même temps que la peau sus-jacente produit une seconde fossette dont le fond se superpose à cet épaississement. C'est ainsi que se forme une saillie convexe, réfractant les rayons lumineux et jouant le rôle de *cristallin* (*c*).

L'œil du poulpe est donc essentiellement composé d'une *rétine* et d'un *cristallin*; mais, au cours du développement, certaines cellules se sont chargées de pigment et sont restées courtes, de sorte que chez le poulpe adulte, la rétine montre deux sortes d'éléments plongés dans une substance amorphe (fig. 292 f) :

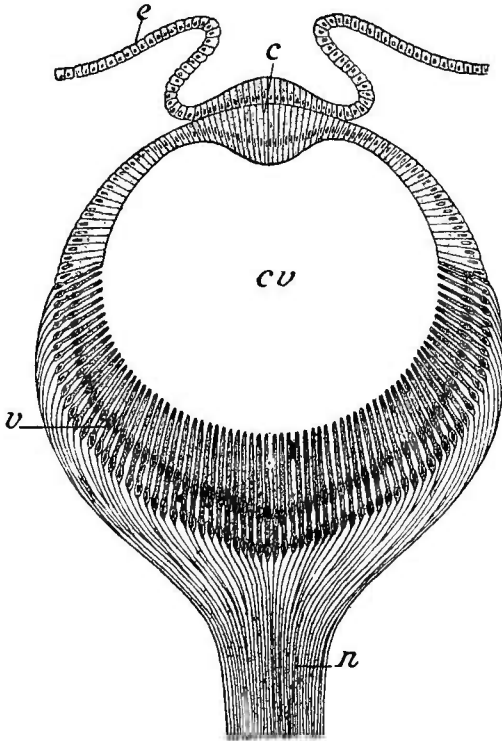


Fig. 291. — *n*, nerf optique; *v*, cellules visuelles; *e*, épiderme; *c*, cristallin; *cv*, corps vitré, formé par une masse gélatineuse qui remplit la fossette (*f*) des fig. 289 et 290.

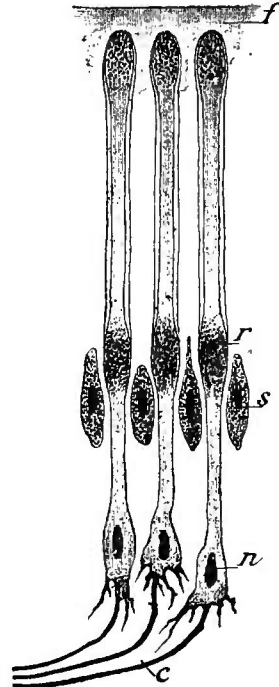


Fig. 292. — Rétine du Poulpe, d'après Lenhossék.

n, cellules visuelles avec nerf optique (*c*); *r*, prolongement libre en massue, chargée de pigment; *s*, cellules de soutien; *f*, substance amorphe.

les uns, courts et chargés de pigment, se trouvent interposés entre les seconds éléments; on les appelle *cellules de soutien* (*s*). Les autres sont de grandes cellules dont la base (*n*) émet un cylindre-axe (*c*) devenant une fibre du nerf optique, tandis que l'extrémité interne s'est transformée en un fuseau terminé par un bâtonnet en massue (*r*) et chargé également de pigment. Le bâtonnet lui-même est formé d'une partie centrale plus ou moins molle et d'une écorce de nature cuticulaire.

Tel est l'œil des céphalopodes à deux branchies qui, très volumineux, est logé dans des cavités orbitaires et protégé par des replis cutanés jouant le rôle d'*iris* et de *paupières*. De plus, ces yeux sont mobiles, grâce à deux muscles droits.

Chez les autres *Mollusques* les organes visuels n'offrent pas une structure aussi compliquée : chez l'haliotide et la patelle (gastéropodes), et le nautille (céphalopode à quatre branchies), ce sont des dépressions épidermiques, dont le fond devient la rétine. Les yeux de l'adulte reproduisent la forme que présente le premier stade embryonnaire de l'œil du poulpe (fig. 289). D'autres mollusques tels que les pectens (acéphales) sont munis sur le bord du manteau d'yeux représentant un stade plus élevé : une fois que la fossette s'est formée aux dépens d'une dépression épidermique, les bords se rapprochent et se soudent pour constituer une véritable vésicule (fig. 290, 2^e stade de l'œil du poulpe).

Dans ce cas, le pôle superficiel de la vésicule joue le rôle de corps réfringent (*crystallin*). Le fond de la fossette ou pôle postérieur de la vésicule, au contraire, présente des cellules allongées, ou visuelles, entourées de pigment tandis que leur extrémité profonde se prolonge en une fibre nerveuse qui met l'organe visuel en rapport avec les cellules nerveuses du ganglion cérébroïde.

VI. Vertébrés. — Sauf l'amphioxus, qui n'a qu'une tache pigmentaire, les *Vertébrés* ont deux yeux logés chacun dans une cavité orbitaire protégée par l'os frontal. La constitution de ces yeux est essentiellement celle de l'œil humain.

Les paupières manquent chez tous les Poissons, si ce n'est chez les poissons cartilagineux (raie, requin). La peau, devenue transparente, passe devant le globe oculaire des Reptiles, mais elle laisse entre elle et la cornée transparente un espace pour le passage des larmes. La sclérotique est souvent cartilagineuse chez les Batraciens et osseuse chez les Reptiles. Un cercle osseux semblable existe également chez quelques Oiseaux. Tandis que, chez la plupart des vertébrés, les yeux sont dirigés sur le côté, les Rapaces nocturnes (hibou) ont des yeux dirigés en avant, comme on le voit chez l'homme et les singes. Les Oiseaux possèdent une troisième paupière ou *membrane nictitante*.

Les Mammifères ont un appareil oculaire semblable à celui de l'homme (paupières et glandes lacrymales); souvent il existe une

troisième paupière. La taupe, qui vit sous terre, n'a que des yeux rudimentaires.

§ 8. — Troisième œil des Vertébrés ou Œil pinéal.

Troisième œil des Vertébrés ou œil pinéal. — Outre les deux yeux logés dans la cavité orbitaire ou *yeux frontaux*, les vertébrés possèdent un troisième œil, bien développé ou rudimentaire, situé sur la ligne médiane du sommet de la tête (*œil pariétal*).

En examinant les figures qui représentent un encéphale de poisson (fig. 207), de batracien (fig. 208), d'oiseau (fig. 211), on voit

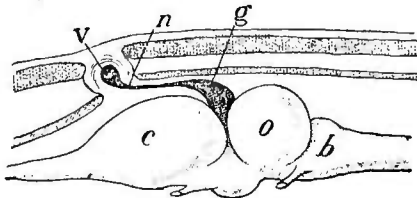


Fig. 293. — Encéphale de *Lézard* vu de profil dans la boîte crânienne.

b, bulbe; *o*, lobes optiques; *c*, cerveau; *g*, renflement nerveux, d'où part le pédoncule (*n*), terminé par la vésicule (*V*); *g*, base; *n*, pédicule, et *v*, globe constituant l'œil pinéal.

entre les lobes optiques et les lobes cérébraux la présence d'un corps ou saillie médiane, qu'on a appelée *glande pinéale*, parce qu'elle ressemble à une pomme de pin (*pineae*). Chez l'homme (fig. 217, *p*), cet organe, gros comme un pois, est situé entre les tubercules quadrijumeaux antérieurs (fig. 202, 12).

La glande pinéale fut regardée par les anciens comme un organe servant à régler la circulation cérébrale. L'illustre philosophe Descartes, qui s'occupait beaucoup d'anatomie et de physiologie, émit, dans la première moitié du xvii^e siècle, l'idée que la *glande pinéale* était le *siège de l'âme*. D'autres hypothèses, toutes également erronées, furent proposées; mais ce sont des recherches récentes qui ont établi la nature véritable de cet organe.

Nous avons vu que la membrane essentielle du globe oculaire, la rétine, est une excroissance *latérale* de la vésicule cérébrale du jeune être. La glande pinéale est également une saillie de la paroi dorsale de cette même vésicule.

En l'étudiant chez les lézards, notamment chez quelques espèces des pays chauds, on voit que cet organe (fig. 293), situé entre les lobes optiques (*o*) et les lobes cérébraux (*c*), est formé d'un renflement (*g*), d'où part un filament nerveux qui va se terminer par une extrémité en forme de bouton ou *vésicule*. Le filament

est un pédicule formé de fibres nerveuses comme le nerf optique, tandis que la vésicule superficielle est une sphère creuse (fig. 294) qui est logée dans un trou ménagé entre les os du crâne. La sphère creuse est un véritable œil. En effet, sa partie superficielle présente un renflement (*c*) comparable à un cristallin, tandis que sa partie profonde est formée de cellules visuelles de cône, et constitue une rétine (*r*) impressionnable à la lumière¹.

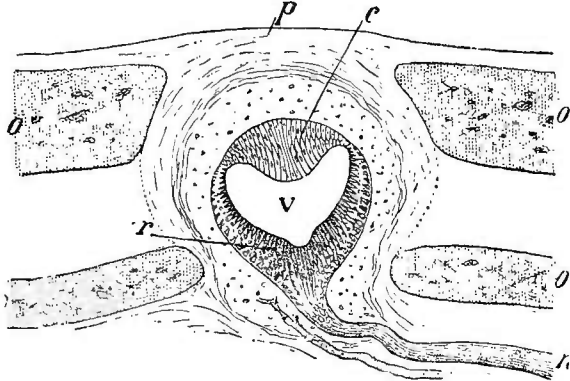


Fig. 294. — Œil pinéal de Lézard vu à un fort grossissement.

n, pédicule ou nerf de l'œil pinéal; *v*, vésicule optique; *c*, cristallin; *r*, rétine; *o, o,* os du crâne limitant un trou recouvert par la peau que traverse la lumière.

Tel est l'œil pinéal des lézards; chez ces animaux, cet organe est superficiel et joue le rôle d'un troisième œil. Chez les vertébrés supérieurs, la glande pinéale est d'abord située sur le dos de l'encéphale et se développe à l'origine comme chez les lézards. Mais chez les mammifères en particulier et notamment l'homme, elle se trouve peu à peu recouverte par un lacis de vaisseaux sanguins et par les hémisphères cérébraux. Elle acquiert ainsi une situation profonde et ne se développe pas. Cet œil rentre dans le groupe des *organes rudimentaires*, qui sont sans usage, sans utilité pour les animaux qui les possèdent. Ils attestent uniquement par leur présence la place qu'ils occupent chez d'autres espèces et sont une preuve de la parenté et de l'origine commune de ces êtres.

(1) Ici, comme dans l'œil des Invertébrés, c'est aux dépens du fond de la vésicule oculaire que se développent les cellules visuelles de l'œil *pariétal*. Aussi de leurs extrémités, celle qui correspond au cône ou au bâtonnet se dirige-t-elle vers le centre de l'œil et non vers la périphérie comme dans les yeux *frontaux* des Vertébrés. Mais, tandis que, chez les Vertébrés, les cellules visuelles se mettent en rapport avec l'encéphale par l'intermédiaire de deux autres assises cellulaires également situées dans la rétine (fig. 271), les cellules visuelles des Invertébrés émettent un cylindre-axe qui se prolonge lui-même jusque dans le système nerveux central (fig. 284 et suivantes).

§ 9. — Organe de l'Ouïe chez l'homme.

Le son est un mouvement vibratoire. La main de chacun, même celle du sourd, perçoit les vibrations d'une corde qui vibre. Pour que les vibrations donnent lieu à une impression sonore, il faut qu'elles se succèdent avec une certaine rapidité, au nombre minimum de 52 par seconde, et qu'elles frappent un organe particulier, l'organe de l'audition.

Organe de l'ouïe chez les animaux inférieurs. — Afin que

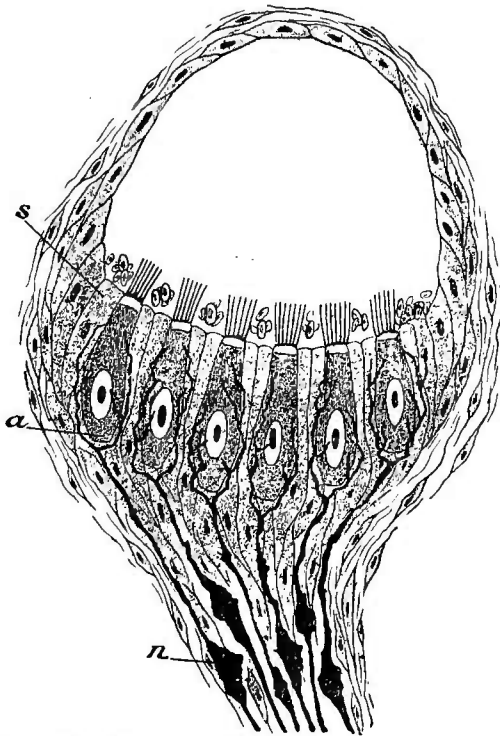


Fig. 295. — Vésicule auditive d'un animal inférieur, *n*, cellules nerveuses du ganglion auditif dont le prolongement périphérique s'arborise autour des cellules auditives ciliées (*a*); *s*, cellule de soutien. Entre les cils auditifs, on voit des otolithes.

l'oreille perçoive les vibrations d'un corps, il est nécessaire qu'un milieu élastique (solide, liquide ou gazeux) soit ébranlé par les vibrations de ce corps sonore et les transmette à l'organe de l'audition. Les solides et les liquides transmettent les vibrations plus facilement que l'air et les autres gaz. Aussi trouve-t-on les organes auditifs les plus simples chez les animaux aquatiques. Chez les crustacés, par exemple, l'organe de l'ouïe se compose de petites dépressions cutanées dont l'intérieur est baigné par le liquide ambiant; la surface intérieure de ces poches est tapissée

de cellules munies de *cils* ou *soies* rigides, de différentes longueurs. Des cellules bipolaires que renferment les ganglions du **nerf** auditif (fig. 295, *n*) part un prolongement dont les filets termi-

naux vont s'épanouir sur le pourtour des *cellules ciliées* (a) et établir des rapports de contact entre ces deux éléments.

Chez d'autres animaux inférieurs (polypes, vers, mollusques), la poche est fermée; elle est devenue une vésicule close (fig. 295), revêtue de cellules (cc) à cils vibratiles, entre lesquels se trouvent des cristaux ou des concrétions. Les vibrations du milieu liquide extérieur se transmettent au milieu liquide qui remplit la cavité de la vésicule (*endolymphe*, *endo*, dedans) et celui-ci agit sur les cils des cellules comme plus haut.

Chez quelques poissons inférieurs voisins de la lamproie, l'appareil auditif se réduit encore à un petit *sac plein de liquide*, revêtu intérieurement d'un épithélium cilié, qu'entoure le buisson terminal du nerf auditif.

Origine de l'organe de l'ouïe. — Un fait à remarquer, c'est que la partie fondamentale de l'appareil de l'ouïe débute, chez tous les vertébrés, par une dépression du feuillet superficiel (*ectoderme*) de la peau, au niveau du bulbe (fig. 296). C'est d'abord une fossette, qui perd peu à peu toute relation avec la peau, mais le pédicule qui résulte du rapprochement des lèvres de la fossette persiste sous forme d'un canal qui va s'ouvrir sous la dure-mère et qui s'appelle le *canal endolymphatique*.

Cette fossette, devenue vésicule, constitue la partie fondamentale de l'oreille; on l'appelle *oreille interne*. Elle modifie rapidement sa forme chez les vertébrés: sa partie moyenne, ou *vestibule*, donne naissance à quatre canaux secondaires, dont trois sont en demi-cercle ou *demi-circulaires*, tandis que le quatrième, contourné en spirale chez l'homme et les mammifères, prend le nom de *limaçon*. On a comparé l'ensemble compliqué de ces canaux à un *labyrinthe* dont toutes les parties sont remplies d'endolymphe.

Perfectionnement de l'organe de l'ouïe chez les animaux supérieurs. — L'air est moins bon conducteur des vibrations que les corps solides et liquides, et le son passe difficilement

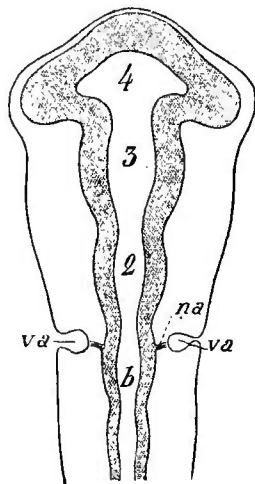


Fig. 296. Embryon

b, bulbe; 2, 3, 4, vésicules de l'encéphale
na, nerf auditif; va, vésicule auditive, ouverte à gauche, sur le point de se fermer à droite; na nerf auditif.

de l'air dans l'eau. Aussi voit-on, chez les animaux à vie aérienne, s'ajouter à l'oreille interne une *caisse*, *tympan* ou *tambour*, formant l'*oreille moyenne* (fig. 297 B). Celle-ci facilite le passage des ondes sonores du milieu gazeux dans le milieu liquide de l'oreille interne. Enfin, pour concentrer les ondes et pour juger

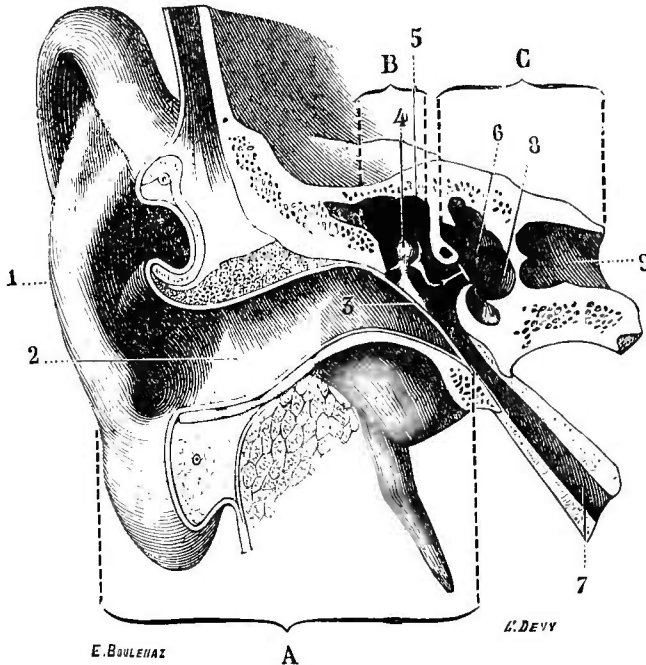


Fig. 297. — Vue d'ensemble de l'oreille (en partie d'après Testut).

A, oreille externe; B, oreille moyenne; C, oreille interne: 1, pavillon; 2, conduit auditif externe; 3, membrane du tympan; 4, tête du marteau et chaîne des osselets; 5, paroi postérieure de la caisse avec l'orifice donnant accès aux cellules mastoïdiennes; 6, fenêtre ovale obturée par la base de l'étrier; 7, trompe d'Eustache; 8, vestibule; 9, conduit auditif interne.

de leur direction, une sorte de cornet acoustique vient encore perfectionner l'appareil : c'est l'*oreille externe* (A).

Oreille externe. — Les anciens ne connaissaient que l'oreille externe, désignée habituellement encore par le terme d'*oreille* sans épithète. On l'a comparée à l'extrémité évasée d'un cor, à une conque marine : d'où le nom de *pavillon de l'oreille* ou *conque auditive* (fig. 297, A, 1). Une dépression [profonde continuée par un conduit, le *conduit auditif externe* (2), met le pavillon en rapport avec la caisse.

Pavillon de l'oreille. — Le pavillon de l'oreille (A) a la forme d'une coquille qui présente des saillies et des méplats nombreux, et qui, par sa partie interne, se rattache à la tête. Il doit sa configuration à un squelette fibro-cartilagineux composé de plusieurs pièces, unies par des ligaments et des muscles striés. Les uns rattachent le pavillon au crâne, les autres réunissent entre elles deux régions du pavillon; mais, chez l'homme, ces divers muscles restent rudimentaires, puisque, sauf quelques exceptions, l'homme n'a point la faculté de mouvoir volontairement le pavillon de l'oreille. Il n'en est pas de même de la plupart des mammifères, dont la conque prend un développement considérable et peut se mouvoir dans toutes les directions pour recueillir les bruits, grâce auxquels les animaux sont avertis de la présence de la proie ou de l'approche de l'ennemi.

La peau qui recouvre le pavillon se continue avec celle du conduit auditif externe (2). Celui-ci est constitué, dans sa moitié externe, par une gouttière cartilagineuse et, dans sa moitié interne, par un canal osseux.

La peau du conduit auditif externe est pourvue de poils rudimentaires et de glandes sébacées : les glandes sudoripares y deviennent énormes. Ce sont les *glandes sébacées* qui sécrètent l'humeur onctueuse, épaisse, de couleur jaunâtre, connue sous le nom de *cérumen* (*cerumen*, cire). Celui-ci remplit le conduit auditif externe et empêche la pénétration des poussières.

Ici donc, comme sur tout le reste du corps, la sécrétion grasse, huileuse, est due aux glandes sébacées. Celles-ci méritent ainsi, dans le conduit auditif externe, le nom de *glandes cérumineuses*.

Membrane du tympan. — Au fond du conduit auditif, la peau forme un revêtement complet et tapisse la face extérieure d'un feuillet fibreux dont la face intérieure est revêtue d'une membrane muqueuse. L'accolement de ces trois feuillots constitue la *membrane du tympan* (fig. 297, 3). C'est une membrane mince, mais très résistante, d'une surface d'un centimètre carré environ, dont la face externe est concave au centre. Sur la face interne on trouve au même niveau une convexité faisant saillie dans l'oreille moyenne; la figure 297, 3 donne une excellente idée de sa configuration.

Jusqu'au *xvi^e* siècle, on pensait que le siège de l'ouïe était placé dans la membrane du tympan.

Oreille moyenne. — La membrane du tympan forme une cloi-

son de séparation complète entre l'oreille externe et l'oreille moyenne. A la face interne de la membrane du tympan, on voit une cavité en forme de tambour, large de 2 millimètres seulement au centre, mais haute de 2 centimètres : c'est la *caisse du tympan* (fig. 297, B).

Dans l'intérieur de cette caisse, on trouve trois *osselets* (fig. 298) formant une chaîne articulée, étendue de la membrane du tympan à une portion osseuse très dure, appelée *rocher*. Ces osselets sont :

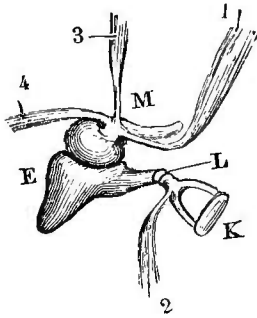


Fig. 298. — Osselets de l'oreille moyenne articulés, avec leurs muscles et ligaments.

E, enclume; M, marteau; L, son apophyse lenticulaire; K, étrier; 1, muscle du marteau; 2, muscles de l'étrier; 3 et 4, ligaments qui rattachent la chaîne osseuse aux parois de la caisse du tympan.

1° le *marteau* (M), dont un prolongement est contenu dans la membrane du tympan; 2° l'*enclume* (E) et 3° l'*étrier* E, dont la base bouche une ouverture ou *fenêtre ovale* du rocher. L'étrier est articulé avec l'enclume grâce à une saillie osseuse, dite *apophyse lenticulaire* (L).

Les osselets sont fixés aux parois de la caisse par des ligaments, dont on voit deux dans la figure 298, 3 et 4; de plus, ils sont mobiles les uns sur les autres. Les muscles qui les meuvent furent découverts au xvi^e siècle par Eustachi, médecin du cardinal d'Urbino, qui lui conserva sa place lorsqu'il fut élu pape. Ces muscles sont au nombre de deux : le *muscle du marteau* (1) et le *muscle de l'étrier* (2). Le muscle du marteau s'attache d'une part à la partie antérieure de la caisse, et d'autre part au marteau. En se contractant, ce muscle attire en dedans la membrane du tympan et sert à la tendre. Le muscle de l'étrier s'insère sur la partie postérieure de la caisse et va s'attacher à la partie postérieure de la tête de l'étrier (fig. 298, 2); il imprime des mouvements de bascule à la chaîne des osselets.

En arrière, la caisse du tympan communique avec des cavités osseuses creusées dans la saillie du temporal située derrière le pavillon de l'oreille (*apophyse mastoïde*, fig. 159, 4'''); en avant, comme Eustachi l'a découvert, elle se continue avec un canal, d'abord osseux, puis cartilagineux, qui s'évase en pavillon avant de s'ouvrir dans la portion nasale du pharynx; il porte le nom

de *trompe d'Eustache* (fig. 297, 7). C'est par ce canal que l'oreille moyenne communique avec le pharynx et, par son intermédiaire, avec l'air extérieur (fig. 13, 2 et 254, 2).

A chaque mouvement de déglutition, le pavillon de la trompe s'ouvre et permet à l'air de pénétrer dans la caisse du tympan. Celle-ci est revêtue, comme les osselets, d'une muqueuse semblable à celle de la portion nasale du pharynx, c'est-à-dire pourvue de cils vibratiles, sauf au niveau de la membrane du tympan, où existe un épithélium pavimenteux stratifié.

Oreille interne. — Les parties dures de l'oreille interne ont été

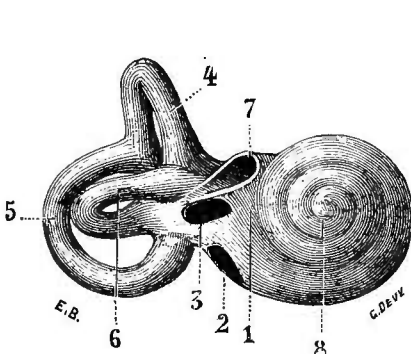


Fig. 299. — Labyrinthe osseux de l'oreille droite vu par sa face antéro-externe.

1, vestibule; 2, fenêtre ronde; 3, fenêtre ovale; 4, canal vertical supérieur; 5, canal vertical postérieur ou inférieur; 6, canal horizontal ou externe; 7, aqueduc de Fallope donnant passage au nerf facial; 8, limaçon.

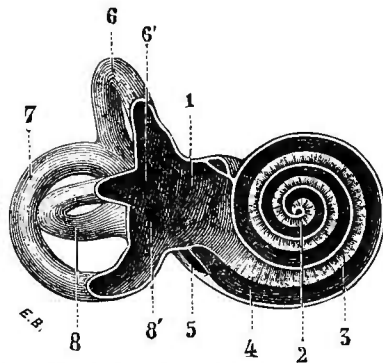


Fig. 299 bis. — Labyrinthe osseux ouvert en partie par la résection de la paroi externe.

1, cavité du vestibule; 2, sommet du limaçon; 3, rampe vestibulaire; 4, rampe tympanique; 5, fenêtre ronde obturée par le tympan secondaire; 6, canal vertical supérieur; 6' orifice commun de 6 et 7; 7, canal vertical inférieur; 8, 8', canal horizontal.

découvertes et étudiées vers 1562 par le médecin italien Fallope, élève de Vésale et contemporain d'Eustachi. La conformation de ces parties est si compliquée qu'elles ont reçu, comme nous l'avons dit, le nom de *labyrinthe osseux*. Elles sont creusées dans l'épaisseur du rocher et forment la charpente qui enveloppe les parties molles de l'oreille interne.

Le squelette de l'oreille interne ou labyrinthe osseux est constitué (fig. 299) par : 1° *trois canaux demi-circulaires* dont deux sont verticaux et le troisième horizontal; 2° le *vestibule* (1); 3° le *limaçon* (8). Comme le labyrinthe osseux ne représente que le moule du *labyrinthe membraneux* qui y est logé, l'étude de ce dernier fait connaître la configuration du premier.

Canaux demi-circulaires. — Les *canaux demi-circulaires membraneux* sont des conduits occupant la moitié des conduits osseux, auxquels ils sont rattachés par des filaments conjonctifs. Chacun présente à une de ses extrémités un renflement ou *ampoule* (fig. 502, au bout de *rh, ri, rs*), sur laquelle on observe un épaississement sous forme de pli transversal, blanc jaunâtre, la *crête auditive*. A celle-ci aboutissent des filets du nerf auditif (fig. 301).

Vestibule. — Le vestibule osseux présente deux fossettes, logeant chacune un petit sac : l'une, postérieure et supérieure, de forme ovale, renferme l'*utricule* (*uter, outre*) (fig. 302, U) communiquant avec les canaux demi-circulaires ; l'autre, antérieure et inférieure, est hémisphérique et contient le *sacculé* (fig. 302, S),

qui se continue par un fin canal (*canal de réunion* ou de Hensen) avec la partie membraneuse du limaçon. L'utricule et le sacculé présentent chacun un épaississement sous forme de tache d'un blanc nuageux, *tache auditive*, où se distribuent des rameaux du nerf auditif.

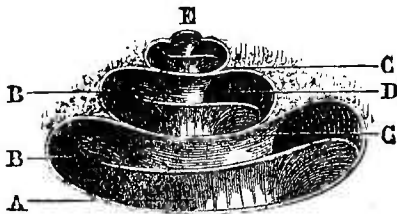


Fig. 500. — Le limaçon (ouvert) pour montrer ses deux tours et demi de spire.

A, rampe tympanique ; B, B, lame spirale ; C, lame des contours ; D, rampe vestibulaire ; E, sommet du limaçon.

Limaçon. — Le limaçon membraneux n'est, chez les poissons, les batraciens et les reptiles, qu'un diverticule très simplifié du sacculé. Chez les oiseaux, il commence à s'enrouler. Chez les mammifères, il décrit deux à trois tours de spire.

Comme le montre la section du squelette osseux (fig. 300), le limaçon membraneux est contenu dans un canal enroulé autour d'un axe osseux (E) appelé *columelle*.

Le limaçon membraneux s'enroule autour de la columelle en suivant une lame osseuse également enroulée en spirale (*lame spirale* A et B). A raison de ce trajet spiral, le limaçon membraneux a reçu le nom de canal *cochléaire* (*cochléa, limace*).

Le canal cochléaire est séparé du contour osseux du limaçon ou *lame des contours* par un espace rempli de *pérylympe*, sauf en dehors, où le canal cochléaire arrive au contact de la *lame des contours*.

Il résulte de cette disposition que le canal cochléaire *divise l'es-*

pace périlymphatique du limaçon en deux canaux qui s'enroulent avec lui autour de la columelle, c'est-à-dire qu'il est compris entre deux autres canaux, qui s'enroulent avec lui : l'un commence dans le vestibule près de la fenêtre ovale, il est appelé *rampe vestibulaire* (299 bis, 3); l'autre prend également naissance à la paroi interne de la caisse du tympan, dont elle est séparée par une membrane arrondie (*membrane de la fenêtre ronde* ou *tympan secondaire*) : c'est la *rampe tympanique* (fig. 299 bis, 4).

Le limaçon membraneux est donc situé entre les rampes tympanique et vestibulaire : du côté de la rampe tympanique, il est limité par une membrane dite *basilaire*, et, du côté de la rampe vestibulaire, par une autre membrane, découverte en 1854 par le médecin allemand Reissner; c'est la *membrane de Reissner* (fig. 303 et 304, R). Le canal cochléaire se continue avec le saccule par le canal de réunion, et, après avoir décrit près de trois tours de spire, et un trajet de 5 centimètres, il se termine en cul-de-sac près du sommet du limaçon. Il renferme, comme nous le verrons plus loin, l'appareil nerveux terminal du limaçon, qui a été découvert en 1851 par M. le marquis Alphonse Corti. Aussi porte-t-il à juste titre le nom d'*organe de Corti*.

Rappelons que le canal cochléaire est rempli d'endolymphe, comme les canaux demi-circulaires, l'utricule et le saccule.

Structure de l'oreille interne et nerf auditif. — Le nerf auditif (8^e paire) est constitué comme un nerf sensitif; il présente des amas de cellules nerveuses, dont chacune donne un prolongement *centripète*, allant se diriger vers l'encéphale, et un prolongement *centrifuge* se terminant dans l'oreille interne. En suivant, à partir du bulbe, le tronc nerveux du nerf auditif, on le voit pénétrer dans l'intérieur du rocher par un conduit situé sur la face interne de cet os. Arrivé au fond de ce conduit, il se divise en quatre branches qui, par des orifices (*taches criblées*), pénètrent à l'intérieur du labyrinthe osseux (fig. 302). La branche antérieure (*rc*) se rend au limaçon, où chacun de ses filets s'engage dans un canal de la columelle et de là dans la lame spirale; de là ils rayonnent vers la membrane basilaire. La branche (*rs*), moyenne, va au saccule (S); la branche inférieure (*ri*) à l'ampoule du canal vertical inférieur; la branche postérieure (X), enfin, se distribue à l'utricule (*ru*), à l'ampoule du canal vertical supérieur (*rs*) et à l'ampoule du canal horizontal (*rh*).

Les branches nerveuses du nerf auditif que nous venons de décrire sont des prolongements *centripètes* des cellules nerveuses, qui constituent le ganglion *auditif*. Ce dernier se trouve placé dans le rocher lui-même; il est l'analogue d'un ganglion rachidien; de sorte que le nerf auditif lui-même correspond à la racine postérieure d'un nerf rachidien. En un mot, les cellules du *ganglion auditif* émettent un prolongement *centripète* très *long* et un prolongement *périphérique* très *court*.

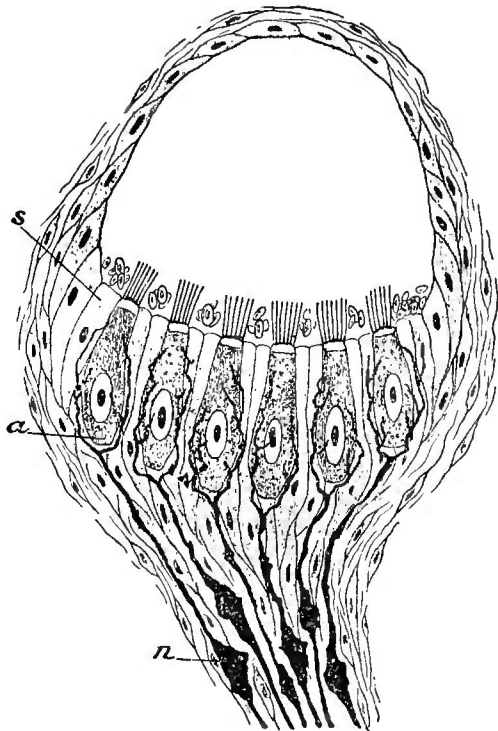


Fig. 301. — Vésicule auditive représentant le schéma de l'utricule, du saccule et des canaux demi-circulaires.

n, cellule du ganglion auditif; *a*, cellules auditives ciliées; *s*, cellule de soutien.

le cylindre-axe se dirige vers le lobe temporal du côté opposé (voir p. 275).

Quant aux prolongements *centrifuges* voici comment ils se terminent.

On croyait, au commencement du *xvii^e* siècle, avec *Bauhin*, que les nerfs se dilataient en ampoules dans l'oreille interne; dans le fait, ils se bornent, comme dans l'épiderme, à se ramifier et à s'arboriser au pourtour de certaines cellules épithéliales. Les canaux demi-circulaires, l'utricule et le saccule ont: une

Terminaisons du nerf auditif. — Les prolongements *centripètes* des cellules du ganglion auditif se comportent comme la racine postérieure des nerfs rachidiens. Ils s'accolent entre eux et forment le *nerf auditif*, qui se rend au bulbe rachidien (fig. 203, p. 243). Dans le bulbe, les fibres nerveuses s'arborisent au pourtour de certaines cellules nerveuses, dont

les

structure qui ne fait que reproduire la constitution de la vésicule auditive déjà connue (fig. 301). Comme celle-ci, en effet, ils sont formés d'une paroi externe conjonctive qui supporte une rangée de cellules épithéliales de forme polyédrique, sauf au niveau des crêtes et des taches auditives (fig. 301, *s* et *a*). A cet endroit la tunique fibreuse s'épaissit et supporte un épithélium à plusieurs assises; les cellules superficielles sont de deux sortes : les unes, fusiformes, sont des *cellules de soutien* (*s*); les autres, renflées en forme de bouteille et terminées chacune à son extrémité libre

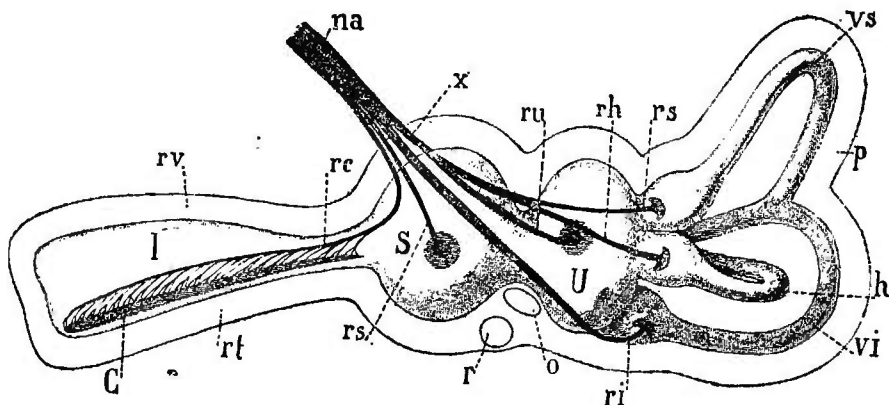


Fig. 502. — Ensemble du labyrinthe d'un reptile.

l, canal cochléaire (lagena); *C*, organe de Corti; *rt*, rampe tympanique; *rv*, rampe vestibulaire; *S*, saccule; *U*, utricule; *vs*, canal demi-circulaire supérieur; *vi*, inférieur; *h*, horizontal; *p*, espace périlymphatique; *na*, nerf auditif; *rc*, branche antérieure ou cochléaire du nerf auditif; *rs*, branche moyenne allant au saccule (*S*); *ri*, branche inférieure allant à l'ampoule de *vi*; *X*, branche postérieure se divisant en trois rameaux : 1° rameau utriculaire (*ru*); 2° deux rameaux ampullaires (*rh* et *rs*).

par un bouquet de soies ou cils raides, sont les *cellules auditives* (*a*). Leur extrémité adhérente est en rapport avec les fibres nerveuses du nerf auditif. De plus, on observe entre les cils auditifs une membrane molle, sécrétée par ces cellules et renfermant des cristaux de carbonate de chaux, *otolithes* (*ous*, *otos*, oreille : *lithon*, pierre) ou *otoconie* (*conia*, poussière).

Canal cochléaire des vertébrés inférieurs. — Avant de décrire l'organe de Corti chez l'homme et les mammifères, il convient de considérer le canal cochléaire des vertébrés inférieurs. Chez les poissons et les batraciens, on voit partir du saccule un prolongement en forme de cône ou d'ampoule appelé *lagena* (bouteille).

Chez les reptiles, une portion de la lagena s'allonge et commence à s'incurver légèrement (fig. 502) c'est le *canal cochléaire* (l). Celui-ci est entouré, comme le saccule, l'utricule et les canaux demi-circulaires, d'un espace rempli de périlymphe, que le sque-

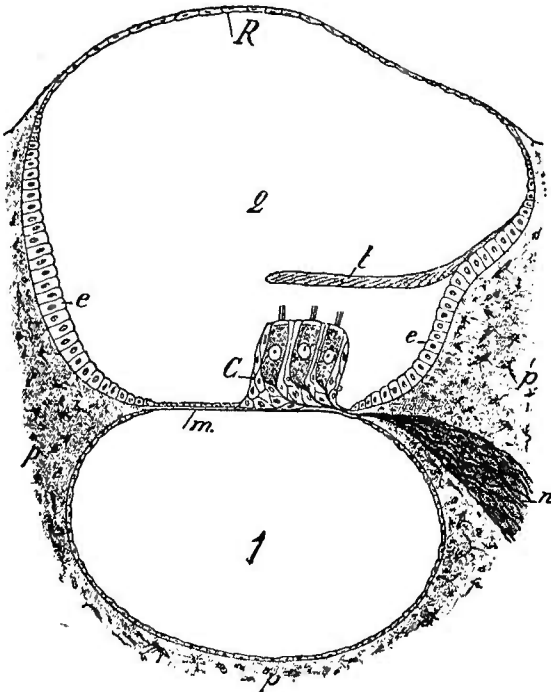


Fig. 505. — Coupe en travers du canal cochléaire d'un serpent, d'après Tafani (modifié).

1, rampe tympanique; 2, canal cochléaire; R, membrane de Reissner; e, épithélium du canal cochléaire; m, membrane basilaire; C, papille de Corti; l, membrane recouvrante; n, filets de la branche cochléaire du nerf auditif; pp, squelette cartilagineux du limaçon.

lette cartilagineux divise en deux conduits distincts, s'incurvant également: l'un (rv) aboutit au vestibule, c'est la *rampe vestibulaire* (rv); l'autre est en rapport avec la fenêtre ronde et par suite avec la caisse du tympan, c'est la *rampe tympanique*.

Le canal cochléaire présente la constitution générale des ampoules des canaux demi-circulaires, de l'utricule et du saccule; il est formé, en effet, d'une paroi conjonctive, doublée en dehors, sur certains points, d'un squelette cartilagineux, et revêtue en de-

dans d'un épithélium. Dans les ampoules, l'utricule et le saccule, cet épithélium s'épaissit sur une certaine étendue. Mais, au lieu d'une tache ou crête auditive, on voit le canal cochléaire présenter un épaississement qui occupe une grande étendue le long de la rampe tympanique (fig. 502, C). Il figure une saillie ou papille, correspondant à l'organe de Corti des mammifères. Pour simplifier, je l'appellerai la *papille de Corti*.

En pratiquant une section en travers du canal cochléaire et des

rampes vestibulaire et tympanique d'un serpent, d'un lézard ou d'un crocodile (fig. 303), on voit, à un grossissement convenable, la configuration de la papille de Corti et ses rapports avec les parties voisines. Le canal cochléaire (2) est séparé de la rampe tympanique (1) par une membrane dite *basilaire* (*m*), qui supporte l'organe de Corti (C). La membrane basilaire est tendue sur un cadre formé par les deux lèvres opposées du squelette cartilagineux (*p* et *p*). L'épithélium (*e*) du canal cochléaire (2) devient haut et cylindrique du côté de la membrane basilaire; sur cette dernière, enfin, il forme une saillie (C) qui est constituée, comme les crêtes et taches auditives, par deux sortes de cellules; les unes sont pourvues de cils ou soies auditives à leur bout libre; ce sont les *cellules auditives*; les autres, situées dans l'intervalle des premières, représentent des cellules de soutien. De plus, on voit partir de l'une des parois du canal cochléaire une membrane (*t*) qui s'avance en forme d'auvent par-dessus l'organe de Corti; on l'appelle la *membrane recouvrante*. Enfin, les filets de la branche cochléaire du nerf auditif (*n*), après avoir traversé le squelette du limaçon, vont s'épanouir en extrémités libres autour des cellules auditives ciliées de l'organe de Corti.

Canal cochléaire des Mammifères. — Chez les mammifères, le limaçon s'incurve davantage et s'enroule en spirale ainsi que les rampes vestibulaire et tympanique. Quoique plus long, le canal cochléaire affecte des rapports analogues avec les rampes vestibulaire et tympanique. L'organe de Corti, bien que présentant une structure plus compliquée, se laisse facilement ramener à la papille de Corti du canal cochléaire des reptiles.

La fig. 304 représente la section du canal cochléaire chez l'homme adulte : On y voit 1° la *membrane de Reissner* (R) et le reste de la paroi externe; 2° la *membrane basilaire* (*mb*) qui supporte l'organe de Corti (*oc*) et 3° la membrane recouvrante (*mt*).

Les cellules ciliées sont divisées en deux groupes; l'un externe (*ca*) et l'autre interne (*ce*), que sépare une sorte de *tunnel* constitué par des cellules de soutien en forme de *piliers* (*pe* et *pi*).

Malgré cette complication apparente, l'organe de Corti des mammifères présente les parties essentielles que voici : 1° la *membrane basilaire*, composée d'une quantité considérable de fibres élastiques, qui sont étendues comme autant de cordes vibrantes entre la rampe tympanique et le canal cochléaire; 2° des *cellules ciliées*

de l'organe de Corti où vont se terminer les filets nerveux de la branche cochléaire du nerf auditif. Après avoir pénétré dans l'épaisseur de la lame spirale osseuse, ils arrivent à son bord libre en *nb*. Jusque-là les tubes nerveux sont pourvus de myéline. Vers le limbe de la lame spirale osseuse, les fibres n'ont plus que leur cylindre-axe : les unes vont se rendre au contact de la cellule

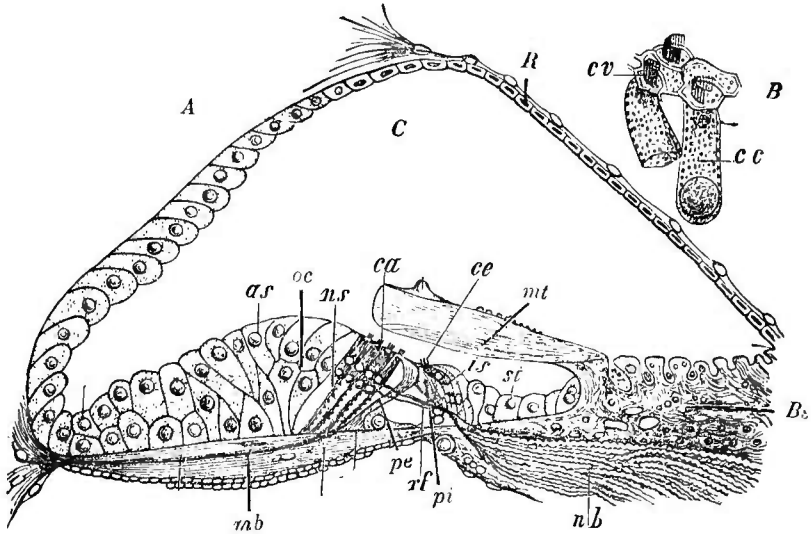


Fig. 304. — Coupe du canal cochléaire chez l'adulte.

A, ensemble du canal cochléaire; C, canal rempli d'endolymphe; R, membrane de Reissner; Bs, épaisseur ou bandelette dont le bord externe donne attache par une lèvre à la membrane recouvrante (*mt*), et par une autre lèvre à la membrane basilaire (*mb*); Oc, organe de Corti, composé de cellules cylindriques (*as*), de cellules ciliées externes (*ca*), de cellules ciliées internes (*ce*) supportés par les piliers externe (*pe*) et interne (*pi*). Ces deux sortes de piliers circonscrivent le tunnel de Corti; *nb*, nerf cochléaire; B, cellules auditives ciliées (*cc*), chacune pourvue d'un bouquet de cils (*cv*).

ciliée interne; les autres traversent, en *rf*, le tunnel de Corti, où elles figurent les cordes d'une harpe et se terminent au pourtour des cellules ciliées externes.

En résumé, l'organe de Corti des Mammifères et de l'homme, se distingue : 1° par des cellules de soutien en forme de piliers; 2° par ce fait que les cellules auditives ciliées se groupent de chaque côté de l'arche formée par ces piliers.

§ 10. — Usages des diverses parties de l'oreille.

L'oreille externe reçoit et transmet les vibrations sonores à la membrane du tympan. — Chez l'homme, le pavillon de l'oreille forme un cornet acoustique immobile. Les saillies et les dépressions qu'il présente sont très favorables pour réfléchir les ondes sonores vers le conduit auditif externe.

En second lieu, les ondes sonores, en frappant son squelette élastique, sont capables de le faire entrer en vibration, de sorte qu'il les transmet directement aux parties solides de l'oreille moyenne auxquelles il est relié. Enfin, lorsque nous voulons savoir d'où provient un bruit, nous dirigeons instinctivement la surface du pavillon, de façon à la rendre perpendiculaire aux ondes sonores. Le pavillon nous permet ainsi de juger de la *direction des sons*.

La caisse du tympan transmet les vibrations sonores à l'oreille interne. — Les vibrations sonores arrivent ainsi dans le conduit auditif externe, qui les transmet à la membrane du tympan par deux voies : 1° par l'air qui y est contenu ; 2° par les parois cartilagineuse et osseuse du conduit qui les transmettent directement à la membrane du tympan. Celle-ci recueille donc les sons, entre en vibration et transmet ces vibrations à la chaîne des osselets. La membrane du tympan vibre sous l'influence des sons d'élévation diverse, compris dans l'échelle qui va de 32 à 75 000 vibrations. Nous avons vu que le muscle du marteau en se contractant a pour effet de tendre la membrane plus fortement. Dès 1824, F. Savart a montré qu'une membrane tendue vibre d'autant plus difficilement par influence que la tension est plus considérable. Si nous tendons la membrane du tympan, c'est pour préserver l'organe des impressions trop fortes et pour la disposer convenablement à recevoir les impressions les plus faibles.

On sait que la membrane du tympan, comme toute membrane tendue, vibre le mieux quand elle supporte par ses deux faces des pressions égales. Lorsque l'air est raréfié ou comprimé dans la caisse, il en résulte une dureté de l'ouïe.

Les vibrations de la membrane du tympan peuvent ainsi être transmises à l'oreille interne : 1° par la chaîne des osselets ; 2° par l'air de la caisse. Notons surtout que l'intégrité de l'étrier

est indispensable, parce que sa disparition amène l'ouverture de la fenêtre ovale et l'écoulement du liquide du labyrinthe.

L'oreille interne apprécie l'intensité, la hauteur et le timbre des sons. — Voilà donc les vibrations transmises jusqu'à l'oreille interne, qui va transformer ces mouvements vibratoires en *bruits* ou en *sons*. Les vibrations pénétrant par l'étrier sont communiquées à la périlymphe et se propagent dans le vestibule, puis aux canaux demi-circulaires d'une part, à la rampe vestibulaire de l'autre et, par le sommet de cette dernière, à la rampe tympanique.

Mais les liquides sont incompressibles : les vibrations qui arrivent dans la rampe tympanique refoulent la membrane fibreuse qui obture la fenêtre ronde et la font osciller en sens inverse de la membrane de la fenêtre ovale.

Nous avons vu que le labyrinthe membraneux est entouré de toutes parts par la périlymphe, et qu'il contient l'endolymphe. Celle-ci reçoit par conséquent les vibrations du liquide ambiant et subit les oscillations isochrones à celles de la périlymphe. De cette façon, les soies auditives des crêtes et des taches auditives, qui sont plongées dans l'endolymphe, se mettent à vibrer. Les cellules auditives sont impressionnées et ces impressions sont transmises à l'encéphale par les filets nerveux du nerf auditif.

A). Le vestibule et les canaux demi-circulaires recueillent les bruits. — Chez certains crustacés, on trouve des crins auditifs *extérieurs* (Voir p. 585). En faisant arriver dans l'eau qui les contient les sons d'un cor, on voit que certains crins vibrent pour certaines notes du cor, et que d'autres crins entrent en vibration pour des notes différentes.

Il est facile de comprendre que l'*intensité* de la sensation sonore dépend de l'intensité de l'ébranlement, c'est-à-dire de l'amplitude des vibrations que les corps sonores transmettent aux soies ou crins auditifs.

Les soies des taches et crêtes auditives sont disposées comme les crins auditifs des crustacés et sont capables de recueillir et de transmettre les vibrations qui n'ont point entre elles des rapports simples, c'est-à-dire celles qui donnent naissance aux *bruits*. L'oreille des vertébrés inférieurs, le vestibule et les canaux demi-circulaires des mammifères possèdent uniquement des taches ou crêtes auditives qui ne semblent aptes qu'à recueillir les bruits, et à apprécier l'intensité seulement,

B). Le limaçon juge de la hauteur et du timbre des sons et apprécie les impressions musicales. — Le son possède, outre l'intensité, deux autres qualités : la *hauteur* et le *timbre*. La *hauteur* du son est en rapport avec le nombre de vibrations dans un temps donné. Le *timbre* des sons dépend de la nature des corps vibrants. Chaque corps, en vibrant, donne une note prédominante, qui est le *son fondamental*, mais celui-ci est accompagné de plusieurs notes plus hautes, c'est-à-dire produites par des vibrations qui sont 2, 3, 4, 5, etc. fois plus rapides; ces dernières constituent les *sons harmoniques* ou les *harmoniques* tout court. Le *timbre* du son résulte de la nature et du nombre des harmoniques qui accompagnent le son fondamental.

L'oreille des Vertébrés supérieurs (Reptiles, Oiseaux et Mammifères) est capable d'apprécier la hauteur et le timbre, ainsi que le rapport des hauteurs de deux ou plusieurs sons, c'est-à-dire leur intervalle musical. La portion de l'oreille interne qui leur permet de juger de ces diverses qualités est le *limaçon*, dont la disposition anatomique est propre à répondre à chacun des caractères du son.

Le limaçon présente la constitution d'un clavier, dont chaque corde supporte les cellules ciliées de l'organe de Corti. Ces cordes (dites fibres radiales) sont de longueur variée et sont tendues comme celles d'une harpe. Chacune de ces cordes est accordée pour un son différent, d'autant plus grave que la corde est plus longue.

Le nombre des fibres radiales (6 000 environ) est plus que suffisant pour répondre aux divers sons qui constituent l'échelle musicale; en outre, chacune des fibres peut vibrer à l'unisson d'un son différent.

Les cellules auditives ciliées sont en relation, à cheval, pour ainsi dire, sur les fibres radiales; il est donc facile de comprendre « qu'à la vibration de chacune de ces cordes correspondra une excitation de cette fibrille nerveuse, et, par suite, la perception distincte du son correspondant. Dès lors nous avons l'explication du mécanisme par lequel les diverses propriétés physiques des sons deviennent appréciables aux centres nerveux. L'*intensité* du son dépend de l'énergie avec laquelle la fibre radiale est mise en mouvement et excite le nerf correspondant; la *hauteur* du son dépend précisément du rang occupé par cette fibre radiale, et

tandis que les sons *simples* sont perçus comme tels parce qu'ils ne mettent en jeu qu'une fibre, les sons *complexes* font vibrer simultanément les fibres qui par leur longueur correspondent à la hauteur des sons composants.... L'appareil cochléen analyse donc et décompose les sons complexes.... Chacun des éléments de la décomposition opérée dans le clavier de la membrane basilaire est transmis isolément au cerveau, et c'est dans ce centre de perception que les sensations isolées se réunissent en une sensation commune dont l'analyse paraît au premier abord impossible, la *sensation du timbre* » (M. Duval).

En un mot, le limaçon nous rend compte, grâce à l'organe de Corti, de la *hauteur et du timbre* des sons, mais les filets nerveux de la branche du nerf cochléaire communiquent à l'encéphale des excitations dont la continuité, la régularité et la périodicité caractérisent les *impressions musicales*.

Sens de l'espace. — Le nerf auditif a encore un autre rôle par certains filets qui se rendent aux canaux demi-circulaires. Je rappelle que ceux-ci ont une direction correspondant aux trois dimensions de l'espace. Après avoir enlevé à un pigeon les canaux demi-circulaires, Flourens observa divers troubles du mouvement; l'animal ne pouvait plus garder l'équilibre; il avait du vertige. Le médecin Ménière a observé, d'autre part, chez l'homme, que la destruction, à la suite de maladies, des canaux demi-circulaires, amène du vertige et la perte de l'équilibre; on a donné depuis à ces troubles le nom de *maladie de Ménière*.

De nombreuses expériences ont confirmé ces faits, ce qui nous permet de conclure que l'oreille interne, non seulement est l'organe de l'audition, mais que, par ses canaux demi-circulaires, elle nous donne des notions sur la situation qu'occupe notre corps dans l'espace (*sens de l'espace*).

Organes de l'ouïe dans la série animale

1° **Invertébrés.** — Les *Protozoaires* et les *Spongiaires* semblent dépourvus d'organes auditifs. Les autres Invertébrés présentent deux formes d'organes auditifs : chez les uns, c'est une vésicule remplie de liquide, du type de celle de la fig. 305; chez les autres, les nerfs auditifs se terminent dans une membrane ou des sail-
lies rigides.

A. Invertébrés à vésicule auditive. — Les *Méduses* (Coelentérés) présentent sur le bord du manteau des capsules ou corpuscules *marginiaux* : ce sont des fossettes ou des vésicules revêtues de cellules dont le prolongement libre est pourvu de soies auditives. Elles renferment également des otolithes.

Des vésicules, de structure pareille, se rencontrent chez certains *Échinodermes* et les *Vers polychètes*, de même que chez les *Crustacés* supérieurs. Sur ces derniers animaux on voit, à la base des antennes externes ou antennules, une saillie recouverte par une membrane dite du tympan, percée d'une ouverture chez l'écrevisse, fermée chez le homard. Derrière cette membrane est une poche ou otocyste, remplie d'un liquide transparent et renfermant des grains de sable ou des otolithes. Sur les parois de l'otocyste vient se rendre le nerf auditif, dont les filets terminaux s'épanouissent dans une crête épithéliale hérissée de *poils* ou *crins auditifs*.

Les vésicules auditives ou otocystes existent chez la plupart des *Mollusques* : chez les Céphalopodes, elles sont logées dans la capsule cartilagineuse de la tête ; chez les Gastéropodes, au-dessous de l'œsophage et chez les Acéphales, dans l'intérieur du pied. Malgré ces différences, le nerf auditif qui y aboutit se met, par ses filets *centripètes*, en rapport avec le ganglion cérébroïde.

Quant aux otocystes elles-mêmes, ce sont des fossettes ouvertes

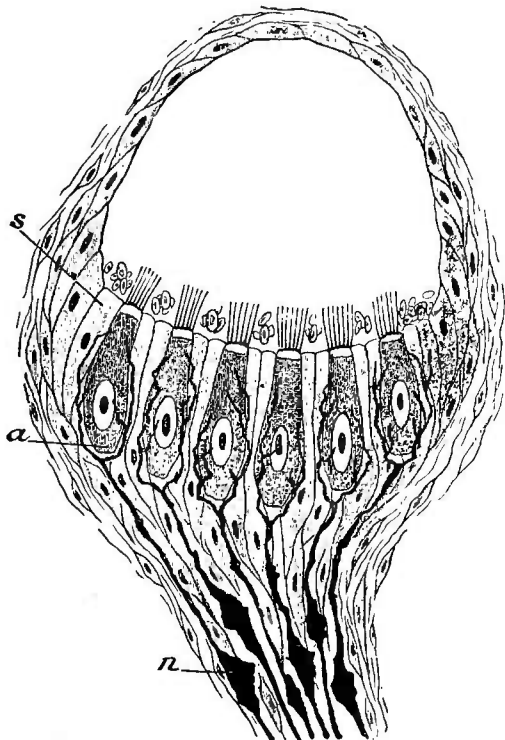


Fig. 505. — Vésicule auditive d'un Invertébré.

n, cellule nerveuse dont le prolongement périphérique se met en rapport avec les cellules auditives ciliées (*a*) ; *s*, cellules de soutien. Entre les cils auditifs se trouvent des otolithes.

ou des vésicules fermées. Dans le premier cas, l'eau extérieure s'y introduit ; dans l'autre, l'otocyste est remplie par de l'endolymphe. Sur un ou plusieurs points, l'épithélium cilié qui fait le revêtement intérieur est plus haut, se termine par des soies ou crins auditifs et se trouve en relation avec les arborisations du nerf auditif. Il constitue ainsi les *taches auditives* (fig. 505).

Ces organes servent, en outre, chez les Mollusques, comme nous

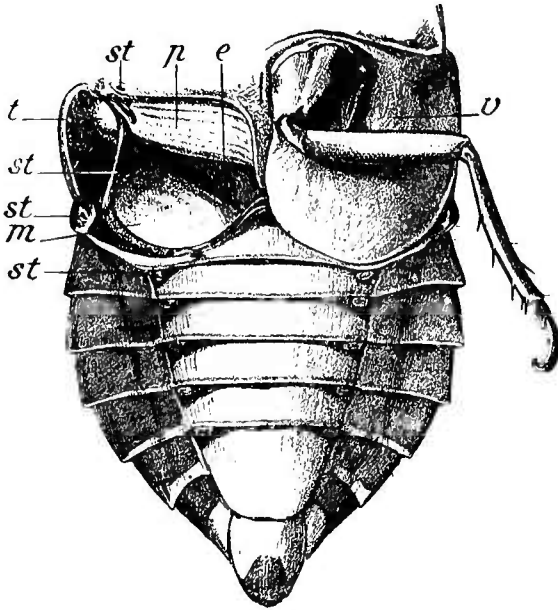


Fig. 506. — Portion du thorax et de l'abdomen de la cigale, vue par la face ventrale.

v, volet du côté gauche; à droite, le volet est enlevé pour montrer : *st*, *st'*, stigmates; *t*, tymbale; *p*, membrane plissée; *m*, miroir; *e*, saillie dite entogastre.

l'avons déjà dit pour l'homme, à renseigner l'animal sur la position qu'il occupe dans l'eau (sens de l'équilibre) et lui permettent ainsi de s'orienter.

B. *Invertébrés dont les organes auditifs sont constitués par une membrane ou des saillies rigides.* — Les *Insectes* et les *Araignées* entendent très bien; mais au lieu de vésicules auditives, ils possèdent des organes construits sur un type différent. Chez les grillons, les sauterelles, les criquets, les cigales (fig. 506); ces organes constituent ce qu'on appelle l'*appareil tympanal*, qui est

situé sur le tibia des pattes ou sur un anneau de l'abdomen. Cet appareil est formé : 1° d'une membrane mince et élastique, tendue sur un cadre de la peau, et appelée *tymbale* (*t*) ; 2° d'une caisse intérieure (dilatation d'une trachée) ; 3° d'amas de cellules épithéliales formant, sur la face interne de la membrane tympanale, des *taches* ou *crêtes auditives*.

Chez d'autres *Insectes*, on trouve, sur divers points de la peau, des saillies cutanées, formées de cellules épithéliales allongées ; elles sont recouvertes d'une gaine de chitine et sont en rapport avec les prolongements périphériques de cellules nerveuses. Ces organes, appelés *chordotonaux*, semblent jouer un rôle identique à celui que remplit l'appareil tympanal. Les organes chordotonaux reçoivent directement les ondes sonores de l'air ambiant, tandis que la tymbale paraît être influencée par l'air qui remplit la caisse. En tout cas, la vibration est communiquée aux cellules épithéliales et le nerf auditif qui se termine à leur contact transmet les vibrations aux centres nerveux.

2° **Vertébrés.** — L'organe auditif des Vertébrés se laisse ramener au type de la vésicule auditive de certains *Invertébrés*, quoique s'adaptant au milieu et modifiant notablement sa forme. Il se compose, chez les poissons, de l'oreille interne (vestibule et canaux demi-circulaires) ; chez les batraciens et les reptiles on trouve les mêmes parties, mais de plus un limaçon presque droit et une oreille moyenne. Chez les oiseaux, le limaçon commence à s'enrouler et à l'oreille moyenne s'ajoute une oreille externe. Les mammifères possèdent un organe auditif pareil à celui de l'homme et pourvu en général d'un pavillon très mobile.

En résumé, saillies et membranes chitineuses (Articulés à respiration aérienne) ; *vésicule ouverte ou fermée et remplie de liquide* (Autres Invertébrés et tous les Vertébrés) : *tels sont les organes où se termine le nerf auditif et qui, après avoir reçu les vibrations du monde extérieur, les transforment en impressions sonores.*

§ 11. — Organe de la Voix chez l'homme.

La partie supérieure de la trachée-artère (fig. 109) se modifie chez les vertébrés supérieurs et constitue une cavité appelée le *larynx* (*larynx*, gorge, gosier). On désigne communément sous

le nom de *pomme d'Adam*, la saillie que forme le larynx à la partie antérieure du cou. Cet organe qui livre passage à l'air présente dans son intérieur deux saillies membraneuses (*cordes vocales*

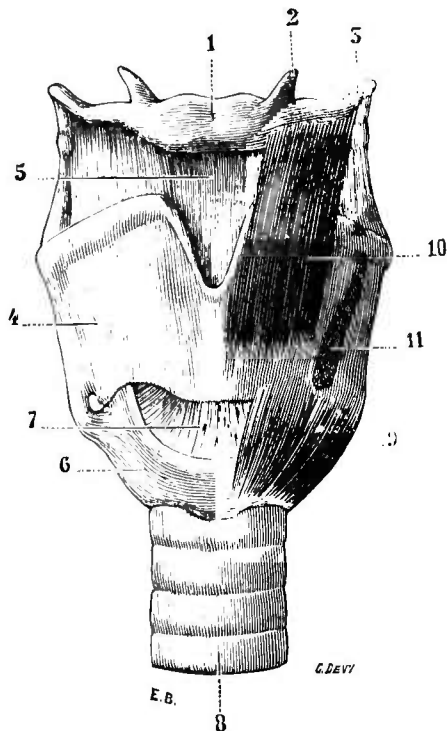


Fig. 507. — Squelette et muscles du larynx (vu par sa face antérieure).

1, os hyoïde avec ses *petites* (2) et ses *grandes* cornes (5); 4, cartilage thyroïde; 3, membrane fibreuse qui relie l'hyoïde au thyroïde; 6, cartilage cricoïde; 7, membrane qui unit le thyroïde au cricoïde; 8, premiers anneaux de la trachée; 9, muscle crico-thyroïdien; 10, muscle thyro-hyoïdien; 11, section du muscle sterno-thyroïdien.

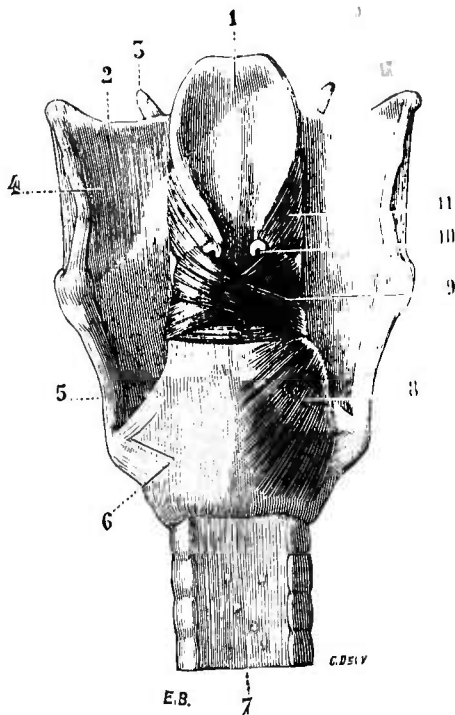


Fig. 507 bis. — Larynx (vu par sa face postérieure).

1, épiglote; 2, os hyoïde avec ses *petites* cornes (3) et ses *grandes* cornes (5); 4, membrane thyro-hyoïdienne; 5, bord postérieur du thyroïde; 6, chaton de cricoïde; 7, trachéo-artère; 8, muscle dilateur de la glotte ou crico-aryténoïdien postérieur (*ganche*); 9, muscles qui rapprochent les cartilages aryténoïdes; 10, cartilages corniculés situés au sommet des cartilages aryténoïdes; 11, replis aryténo-épiglottiques.

inférieures, lèvres vocales, rubans vocaux), que nous pouvons tendre à volonté, de façon qu'elles soient mises en vibration par la colonne d'air qui sort de la poitrine. L'orifice ou fente que circonscrivent, en avant, les cordes vocales inférieures et, en

arrière, les cartilages aryténoïdes (voir plus loin), porte le nom de *glotte* (*glottis*, langue).

Constitution du larynx. — Le squelette du larynx est formé par plusieurs pièces, qui sont des anneaux modifiés de la trachée-artère; nous comptons de bas en haut : 1° le *cartilage cricoïde* (*cricos*, anneau), étroit en avant (fig. 307, 6), et élevé en arrière (fig. 308); 2° le cartilage *thyroïde* (*thyreos*, bouclier) (fig. 307, 4) qui a la forme d'une lame quadrilatère tordue; 3° les *deux cartilages aryténoïdes* (*arytaina*, entonnoir; *idos*, forme), de configuration triangulaire, dont la base est à cheval sur le chaton du cricoïde (308, *c*); cette base est très mobile sur ce dernier, c'est sur son prolongement antérieur (*apophyse vocale*) que s'attache la *corde vocale* (voir plus loin).

Ces pièces sont articulées et réunies par des ligaments, de façon à constituer un squelette dont les diverses parties puissent se mouvoir ou plutôt glisser les unes sur les autres. Rappelons que le larynx est surmonté d'un autre repli fibro-cartilagineux, appelé *épiglotte* (fig. 307 bis, 1), qui recouvre son ouverture au moment de la déglutition et empêche les particules alimentaires de pénétrer dans les voies aériennes (fig. 15, 15, p. 19).

Replis de la cavité du larynx. — Toute la surface intérieure du larynx est revêtue par une muqueuse formée d'un tissu conjonctif très riche en fibres élastiques et tapissée d'un épithélium. Celui-ci ressemble à celui des fosses nasales et de la trachée-artère (épithélium stratifié à cils vibratiles), sauf au niveau des cordes vocales, où il est remplacé par un épithélium pavimenteux stratifié, comme celui de la bouche.

On divise la cavité du larynx en plusieurs régions, à raison des accidents que présente sa surface : des bords de l'épiglotte jusqu'aux cartilages aryténoïdes s'étendent deux replis membraneux, *aryténo-épiglottiques* (fig. 307 bis, 11); plus bas (fig. 309, 2), on aperçoit deux autres replis allant de l'angle rentrant du cartilage thyroïde à la partie moyenne des aryténoïdes (*cordes vocales supérieures*); enfin, en 3, on voit les deux replis épais des *cordes vocales inférieures* (3), qui sont les *vraies cordes vocales*, le

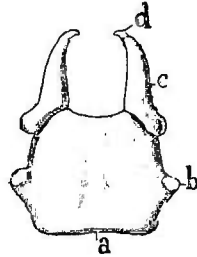


Fig. 308. — Cartilages du larynx.

a, cartilage cricoïde vu par derrière; *b*, tubercule qui supporte le thyroïde; *c*, cartilage aryténoïde avec son sommet (*d*).

cordes vocales supérieures n'ayant aucun rôle dans la production de la voix.

Les replis des cordes vocales inférieures méritent de nous arrêter : la muqueuse est renforcée à ce niveau par un ligament fibro-élastique qui s'étend de l'angle rentrant du cartilage thyroïde à l'apophyse vocale.

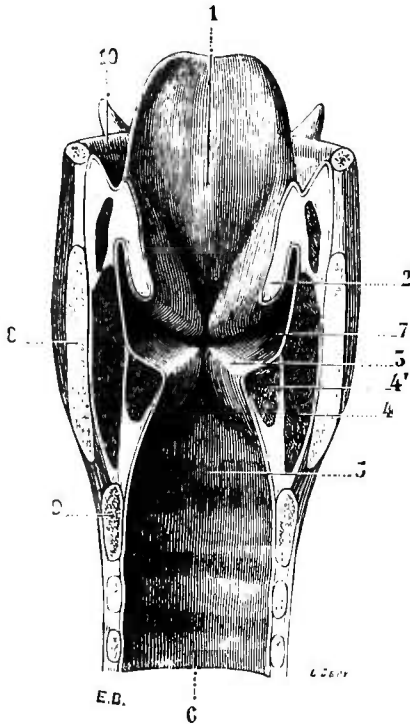


Fig. 509. — Larynx (dont on a enlevé la face postérieure).

1. épiglotte; 2. corde vocale supérieure; 5. corde vocale inférieure; 4, 4', muscles qui doublent les cordes vocales; 5, 6. intérieur de la trachée-artère; 7, ventricules du larynx; 8, cartilage thyroïde; 9, cartilage cricoïde; 10, os hyoïde.

les uns les autres. Ils forment, au point de vue de leur action, deux groupes, le premier dilatant la glotte (*muscles respirateurs*), le second la resserrant (*muscles phonateurs*).

Cordes vocales. — Les cordes vocales sont doublées en dehors par plusieurs faisceaux musculaires : en se contractant, ces muscles agissent directement sur les rubans vocaux en rapprochant

On donne le nom de *vestibule du larynx* à toute la portion du larynx qui précède la corde vocale supérieure, et on appelle *ventricule du larynx* la cavité (509, 7) comprise de chaque côté, entre les cordes vocales supérieure et inférieure. On la voit très bien sur la vue de profil donnée par une section médiane et verticale du larynx (fig. 511, G). Grâce aux ventricules du larynx qu'on voit bien sur une coupe latérale et verticale (fig. 510), les cordes vocales sont libres aussi bien sur la face supérieure que sur la face inférieure.

Muscles du larynx. — De nombreux muscles relient le larynx aux organes voisins; ils ont pour rôle de produire l'élévation ou l'abaissement en masse de l'organe.

D'autres muscles unissent les divers cartilages du larynx

leurs lèvres et en diminuant la fente glottique. De plus, les fibres musculaires, en passant de l'état de repos à l'état d'activité, augmentent la consistance et l'élasticité des cordes vocales elles-mêmes.

Ainsi constitués, les deux rubans vocaux rappellent les languettes des instruments à anche, tels que la clarinette, le hautbois, le basson. Les deux cordes, il est vrai, sont placées horizontalement, en regard l'une de l'autre par leur bord vibrant, au lieu d'être verticales, comme les lames des instruments précités.

Pour se rendre compte de la façon dont fonctionnent les cordes vocales, on a construit des appareils dans lesquels on a remplacé les cordes vocales par des membranes élastiques tendues. On a disposé ces membranes sur l'ouverture d'un tube métallique. On a fait ainsi parler l'anche membraneuse, en remplaçant l'air expiré de la trachée et des bronches par un courant d'air amené à l'aide d'une soufflerie. Avec ces *larynx artificiels*,

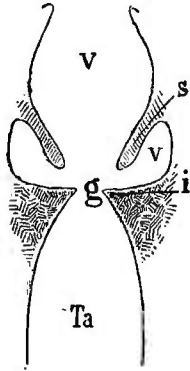


Fig. 510. — Coupe du larynx.

V (supérieur), vestibule; V (latéral), ventricule; s, corde vocale supérieure; i, corde vocale inférieure; g, glotte; Ta, trachée-artère.

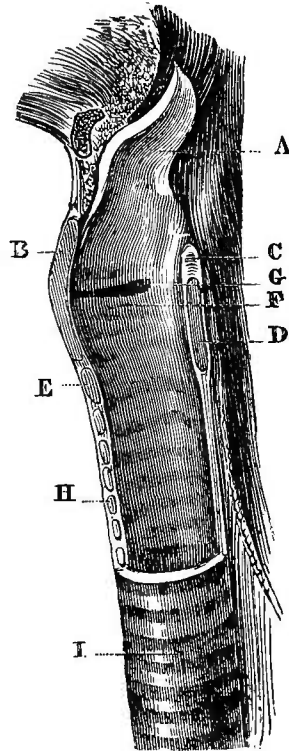


Fig. 511. — Larynx ouvert par l'ablation de la paroi latérale gauche.

A, épiglotte; B, cartilage thyroïde (pomme d'Adam); C, cartilage aryténoïde; D, cartilage cricoïde; E, H, I, anneaux de la trachée-artère; F, corde vocale inférieure; G, ventricule du larynx.

comme en se servant de larynx enlevés sur des personnes mortes, on a fait de nombreuses expériences. On a vu que les cordes vocales produisent la voix à la manière des instruments à anche : ce sont les cordes elles-mêmes qui vibrent sous l'action du courant d'air. En tendant les rubans vocaux, on élève la hauteur du son produit; en faisant vibrer la moitié seulement de la longueur de la corde, on donne naissance à un son deux fois plus élevé,

c'est-à-dire qu'on fait entendre l'octave du son que rend le ruban tout entier. Lorsqu'on augmente la force du soufflet, on renforce l'intensité du son.

Mais ces expériences ont mis en lumière un fait remarquable : on ne peut assimiler le larynx *vivant* à aucun des instruments connus ; en effet, les cordes vocales sont composées en partie par des faisceaux musculaires qui, en se contractant, peuvent faire varier à chaque instant la longueur, l'épaisseur, la largeur et la tension de la portion vibrante. Ce sont ces conditions particulières des cordes vocales inférieures qui expliquent les modulations de la voix produites par l'instrument vocal *vivant*.

Laryngoscope. — Enfin, on a inventé un instrument, le *laryngoscope* (*scopéin*, regarder), qui permet de voir l'intérieur du larynx pendant la production des sons. Il se compose (fig. 312)

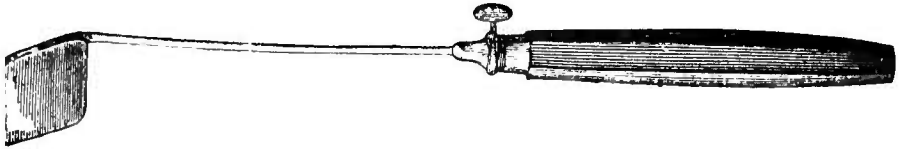


FIG. 312. — Miroir fixé sur une tige, qui sert à l'introduire dans l'arrière-gorge.

d'un petit miroir plan, fixé à l'extrémité d'une tige coudée et qu'on peut introduire dans l'arrière-gorge. En faisant pénétrer un faisceau de lumière au fond de la gorge (fig. 313), on obtient une image des cordes vocales qu'on voit comme dans une glace. Quand la personne examinée, qui peut être le médecin lui-même regardant son propre larynx, émet des sons, il voit les cordes vocales se rapprocher, se tendre ou se relâcher, selon l'intensité ou l'acuité de ces sons.

Dans la respiration calme, la glotte est entr'ouverte ; aussitôt que le sujet se dispose à parler, les bords des cordes vocales se rapprochent ; puis, au moment où le son se produit, les lèvres sont brusquement écartées pour laisser passer l'air ; si la voix s'élève, les cordes vocales se tendent davantage et la glotte se rétrécit (fig. 314).

Ajoutons que le laryngoscope rend au médecin des services signalés dans l'examen des maladies de l'arrière-gorge et du larynx.

Lorsqu'une ouverture de la trachée-artère permet à l'air de

s'échapper au dehors avant d'arriver au larynx, il n'y a plus de voix. Tous ces faits montrent que le son se produit au niveau

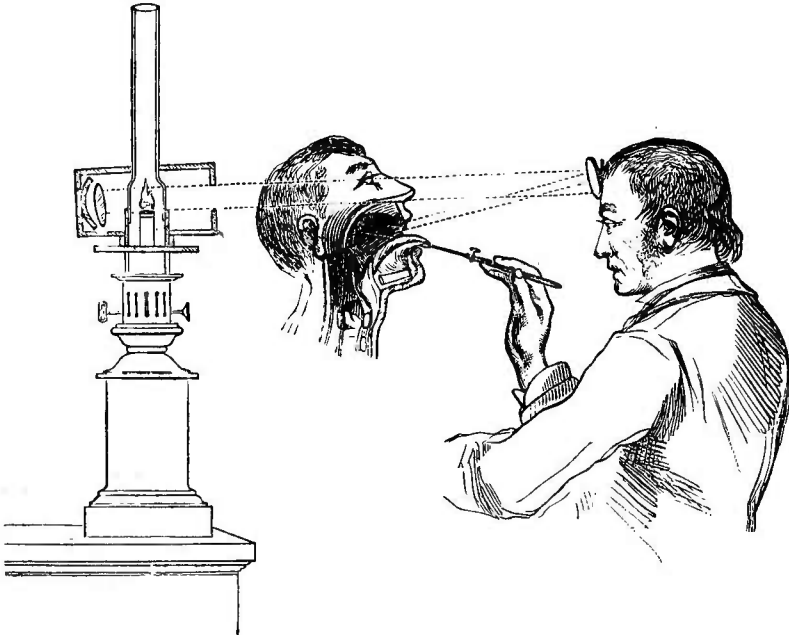


Fig. 313. — Examen laryngoscopique.

des cordes vocales, qui vibrent sous l'influence du courant d'air expiré.

Caractères de la voix. — Les caractères essentiels de la voix sont : 1° l'intensité, 2° la hauteur, 3° le timbre.

L'intensité dépend de la force du courant d'air expiré, qui pro-

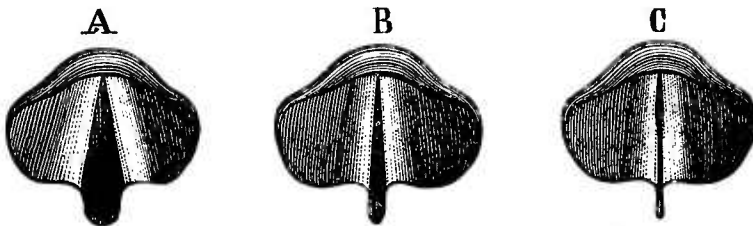


Fig. 314. — A, forme de la glotte dans la voix de poitrine (grave)
B, dans la voix de fausset; C, dans la voix aiguë.

duit les vibrations plus ou moins amples des cordes vocales. Mais la voix est renforcée par la résonance de l'air contenu dans la poitrine, dans les ventricules et le vestibule du larynx, dans le pharynx, etc.

La *hauteur* du son est surtout sous la dépendance de la longueur et de la tension des cordes vocales; mais la force du courant d'air exerce aussi son influence.

Ces conditions règlent le nombre des vibrations, qui sont en rapport avec la hauteur du son. Chez l'enfant, la voix est aiguë, à cause du peu de longueur des cordes vocales. Celles-ci s'allongent bien moins chez la femme que chez l'homme au moment de la poussée de croissance, c'est-à-dire vers quatorze ou quinze ans. C'est l'époque de la *mue*. Aussi la voix de la femme reste-t-elle toujours plus élevée que celle de l'homme. Ce développement notable du larynx produit en partie, chez l'homme, la saillie de la *pomme d'Adam*.

Le *timbre de la voix* dépend du son fondamental et du nombre de ses harmoniques (voir p. 385). De plus, le son qui se produit au niveau des cordes vocales et qui a déjà un timbre spécial, est modifié et renforcé par la résonance des cavités supérieures (vestibule du larynx, pharynx, fosses nasales, bouche, etc.).

La forme variable du larynx et des cavités de résonance, ainsi que la puissance des poumons, expliquent les qualités variables que possède la voix des divers mammifères, au point de vue de l'étendue, de la gravité et du timbre.

Chez les oiseaux, les cordes vibrantes sont placées non pas à la partie supérieure de la trachée-artère, mais à l'origine des bronches. C'est dans la poitrine que se produit la voix si mélodieuse des oiseaux chanteurs. (Voir p. 400 et suivantes.)

Chez les reptiles et les batraciens, il existe encore un larynx émettant des sons; mais chez les invertébrés le son est produit par un mécanisme tout différent (voir, pour plus de détails, p. 398).

Nerfs du larynx. Deux nerfs crâniens, le pneumogastrique et le spinal, tiennent sous leur dépendance la sensibilité et la motilité du larynx.

Le pneumo-gastrique est le nerf sensitif et respirateur du larynx. — C'est le pneumo-gastrique qui donne les filets sensibles à la muqueuse laryngienne, comme au reste de l'arbre respiratoire; mais cette sensibilité a un cachet spécial: le contact de l'air n'irrite nullement la muqueuse, mais la plupart des autres corps (gazeux, liquides ou solides) provoquent, par leur présence, des accès de toux, jusqu'à ce qu'ils soient expulsés. De plus,

Le pneumo-gastrique fournit des filets moteurs aux muscles qui dilatent la glotte au moment où l'air pénètre du dehors dans les voies aériennes.

Le nerf spinal est le nerf vocal. — Les autres muscles du larynx sont innervés par le nerf spinal : c'est à notre illustre Claude Bernard que nous devons la connaissance de ces faits. Si l'on arrache à un chat le spinal dans le crâne, l'animal ne peut plus miauler, il a perdu la voix, il est devenu *aphone*. Tous les muscles dont la contraction fait vibrer les cordes vocales sont paralysés ; les rubans vocaux sont devenus des membranes flasques, qui ne vibrent plus au passage de l'air. Mais la respiration n'est pas gênée, parce que les muscles qui sont innervés par le pneumo-gastrique et qui dilatent la glotte continuent à agir et permettent l'entrée de ce gaz dans la poitrine.

Le nerf spinal renferme donc les filets moteurs qui agissent sur les muscles de la phonation.

Si l'on coupe au contraire le pneumo-gastrique, on paralyse les muscles dilatateurs de la glotte en même temps que celle-ci devient insensible : les cordes vocales se rapprochent comme deux voiles sous la pression de l'air inspiré et l'animal présente tous les troubles de l'asphyxie.

Les faits d'expérience constatés chez les animaux ont été confirmés pour l'innervation du larynx humain par l'étude des troubles morbides qui frappent cet organe.

Voix et langage. — La plupart des mammifères possédant un larynx semblable à celui de l'homme sont capables d'émettre des sons ; ils possèdent ainsi la *voix*. Ils modifient ces sons à volonté selon les sentiments qui les animent : la peur, la colère ou la joie leur font pousser des cris différents. Bien plus, le chien, par exemple, se sert de sa voix, non seulement pour exprimer ses désirs ou ses passions, mais encore pour les communiquer à ses congénères, qui en comprennent le sens. Un chien de chasse, qui entend un de ses compagnons aboyer d'une certaine manière sur la piste d'un lièvre, se met à aboyer de la même façon, cherche la piste à son tour et poursuit le gibier. La voix sert donc à l'animal pour traduire ses idées, pour réveiller chez un autre les mêmes idées et pour l'inciter aux mêmes actes.

Chez le petit enfant on observe des phénomènes analogues : il émet des sons et pousse des cris, qui sont bien différents, pour

traduire sa joie ou sa souffrance. Avant de parler, il manifeste d'abord, par sa voix, l'état de son organisme végétatif.

Plus tard l'enfant remarque et discerne les objets et les personnes; la vue répétée de sa mère, par exemple, amène chez lui une modification dans certaines cellules cérébrales, qui en conservent l'empreinte ou l'image; c'est ainsi que se produit chez l'enfant le *centre visuel* du lobe occipital (voir p. 275).

En lui montrant sa mère, on ne cesse de prononcer les sons « maman ». D'abord indifférent, l'enfant manifeste plus tard par des gestes que le mot « maman », qu'il entend, réveille chez lui non pas une image quelconque, mais l'idée d'une seule personne, celle de sa mère. En d'autres termes, le son entendu par l'oreille a modifié les cellules cérébrales du lobe temporal (voir p. 274), de telle sorte qu'elles ont conservé l'empreinte du mot « maman »; chaque fois que ce mot est prononcé et que le son en arrive au lobe temporal, il réveille l'image antérieure, c'est-à-dire l'idée de sa mère.

Il arrive bientôt que l'enfant entendant le mot « maman », la cherche des yeux : le centre auditif verbal est déjà en relation avec le centre visuel; l'image *auditive* réveille l'image *visuelle*.

Enfin, l'enfant cherche à imiter et à reproduire les sons entendus; il met en mouvement les muscles de son larynx, de sa langue, de ses lèvres, mais ce n'est qu'imparfaitement dans les premiers temps qu'il réussit à prononcer les sons. Les signes et les gestes dont il les accompagne, font seuls comprendre ce qu'il veut exprimer. Il lui faut de longs efforts, beaucoup d'exercice pour habituer les cellules cérébrales de la 3^e frontale (voir p. 275) à conserver la *mémoire des mouvements*, que nécessite la prononciation des mots ou *parole*.

La plupart des mammifères, avons-nous dit, ont un larynx et des cavités sus-glottiques dont la conformation générale rappelle l'appareil vocal de l'homme (voir p. 395). Ils possèdent la voix; par les modifications qu'ils font subir aux sons émis, ils se comprennent entre eux; ils ont le langage *naturel*. Chacun a remarqué que le chien, par exemple, varie sa voix selon les sentiments qui l'animent : il hurle, il gronde, il gémit, il pousse des cris de joie pour manifester, par des *sons particuliers*, sa pensée.

L'homme seul sait parler, parce que seul il a assez d'intelligence pour attacher un sens déterminé à chaque son qu'il entend.

et qu'il émet. Il crée de cette façon le *langage articulé* ou *parole*.

Production des voyelles. — Les signes sonores de la parole se décomposent en *voyelles* et en *consonnes*. Si vous voulez vous faire une idée générale de la manière dont se forment les voyelles, prononcez la lettre *u*, par exemple. Vous remarquerez qu'à cet effet la bouche et les lèvres s'allongent pour donner au son venant de la glotte la valeur *u*. Pour émettre le son de la voyelle *i*, au contraire, vous élevez le larynx et vous élargissez l'orifice buccal; en un mot, vous raccourcissez le diamètre longitudinal du tube laryngo-pharyngo-buccal. Quant aux voyelles *o*, *a*, *e*, le pharynx et la bouche se mettent dans des positions intermédiaires pour les former.

Les cavités sus-glottiques prennent par conséquent une forme spéciale pour donner naissance à chacune des voyelles. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que chaque voyelle a sa note particulière, d'une hauteur déterminée; en les rangeant dans l'ordre suivant, *u*, *o*, *a*, *e*, *i*, le son est d'autant plus élevé qu'on considère une voyelle plus éloignée de *u*, et on a calculé que le rapport de l'une à l'autre est constant.

Production des consonnes. — Quant à la production des *consonnes*, elle s'opère d'après un mécanisme différent. Pour articuler la consonne *b*, par exemple, vous fermez les lèvres et, au moment où le son glottique passe, vous les écarter brusquement. La langue va participer à ce mouvement des lèvres de diverses façons, quand il s'agit de prononcer les consonnes *p*, *d*, *t*, *k*, *g*, *x*.

Pour produire la consonne *s*, on applique la pointe de la langue contre la voûte du palais et on rapproche les dents: le son glottique s'échappe par le détroit ainsi constitué. En variant diversement les obstacles pendant l'émission du son, on produit les consonnes *ch*, *f*, *v*, *z*, *j*.

Pour prononcer, par contre, *m* et *n*, on ferme l'orifice buccal et le son glottique s'échappe, en partie, par les fosses nasales.

Donc la résonance particulière, que subit le son glottique en passant par les cavités diversement disposées du pharynx et de la bouche, donne lieu à la formation des voyelles. D'un autre côté, les consonnes se produisent, pour la plupart, pendant que les lèvres et la langue créent un obstacle à l'émission.

Parole. — En associant les voyelles et les consonnes, nous composons les *syllables*, et à l'aide de celles-ci nous formons les

mots; en arrangeant les mots dans un ordre déterminé, nous construisons les *phrases*. A chaque mot nous donnons un sens spécial; ce sens varie, au reste, selon les peuples et les races. C'est ainsi que l'homme a créé la *parole* ou *langage articulé*.

La parole constitue certes le moyen d'expression et de communication le plus élevé; mais il ne faut pas oublier que l'homme sait manifester encore sa pensée autrement que par le langage. Avant d'avoir appris à parler, l'enfant se fait comprendre par des gestes et des signes. Plus tard, nous apprenons de même par l'exercice à reconnaître et à tracer des caractères conventionnels, les *lettres*, qui sont les signes graphiques des mots.

Organes producteurs de sons dans la série animale

Peu d'invertébrés ont la faculté de produire des sons. Certains *Mollusques*, tels que les pectens, sont capables de faire du bruit en frottant les valves de leur coquille l'une contre l'autre.

a) *Insectes*. — Les Articulés et surtout les Insectes font entendre des sons au moyen d'appareils divers et de mécanismes différents. Certains petits Coléoptères, appelés *vrillettes*, qui se logent dans le bois, se servent de leurs mandibules pour frapper une série de coups contre le bois et produisent ainsi un bruit analogue au cliquetis d'une montre. La superstition populaire leur a fait donner le nom d'*horloge de la mort* parce qu'on croyait que le bruit qu'ils produisent était un présage de mort prochaine, pour l'un des habitants de la maison où ils ont établi leur demeure (H. Milne Edwards).

D'autres insectes (cigale, criquet, etc.) font entendre des bruits sifflants et aigus. Par exemple, la Cigale, insecte de l'ordre des Hémiptères, est capable, le mâle du moins, de produire des notes stridentes et monotones, qu'on désigne sous le nom de *chant*: cet appareil musical (fig. 315) qui est également un organe auditif (Voir p. 386) est placé sur les côtés du premier anneau de l'abdomen et consiste en deux cavités, recouvertes chacune par une plaque cornée ou *volet* (*v*). Dans l'intérieur de ces cavités se trouve une membrane convexe, appelée *tymbale* (*t*), qui est tendue sur un cadre corné. Certains muscles viennent s'attacher sur la tymbale et, lorsqu'ils se contractent, ils font

osculer la membrane qui, en revenant ensuite sur elle-même, produit un bruit strident (stridulation). En outre, la cavité possède d'autres membranes, l'une plissée (*p*), l'autre transparente et irisée, *miroir* (*m*), qui sont séparées par une bande chitineuse *entogastre* (*e*). La membrane plissée et le miroir vibrent par affluence et renforcent le son.

D'autres insectes, du groupe des Orthoptères sauteurs, ont la faculté de donner naissance à des sons par le frottement de certains

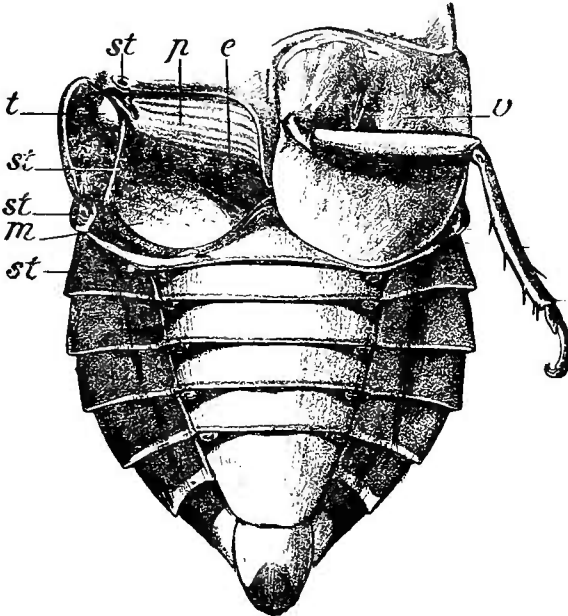


Fig. 515. — Portion du thorax et de l'abdomen de la cigale, vus par la face ventrale. *v*, volet du côté gauche; à droite le volet est enlevé pour montrer : *t*, *st*, stigmates; *t*, tymbale; *p*, membrane plissée; *m*, miroir; *e*, entogastre.

pendices durs : le grillon et la sauterelle rapprochent les élytres, les entre-croisent et les frottent l'un contre l'autre ; le criquet se sert de la face interne et rugueuse des cuisses en guise de pinceau et les racle contre les élytres.

D'autres encore, tels que les *bourdons*, font entendre, quand ils volent, un bruit appelé *bourdonnement*. Beaucoup de mouches, abeilles, etc., produisent des sons analogues. En contractant les muscles moteurs de leurs ailes, ils compriment simultanément les trachées voisines et leurs orifices ou stigmates, de sorte que l'air qui s'en échappe avec force, vibre en frottant

contre les bords des orifices stigmatiques. En bouchant ces orifices, on fait cesser le bourdonnement.

b) *Poissons*. — Les Poissons, qui passent pour être muets, possèdent, du moins quelques-uns, la faculté de produire des sons. Tels sont les Trigles, appelés *Gron dins*, les Lyres, les Malarmats, les Maigres d'Europe, etc. Ces derniers surtout produisent, lorsqu'ils sont en troupe, un bruit assez fort qui semble sortir de l'eau et qui leur a mérité le nom *d'orgues vivants*. Ces bruits sont déterminés par les contractions de certains muscles; les vibrations ainsi produites seraient renforcées par les gaz contenus dans la vessie natatoire, qui jouerait le rôle de caisse de résonance.

c) *Batraciens*. — Les autres Vertébrés produisent du bruit ou des sons en expulsant l'air des poumons; mais le lieu d'émission de ces bruits varie selon les animaux. C'est ainsi que chez divers batraciens, comme les grenouilles et les crapauds, l'appareil vocal ne siège pas dans le larynx; il consiste en une ou deux poches situées à la base de la tête et communiquant par un orifice circulaire avec le pharynx ou arrière-bouche. En y faisant pénétrer l'air, l'animal fait vibrer les lèvres de l'orifice d'entrée et l'air de la poche renforce le son en jouant le rôle de résonateur.

Le *coassement* des grenouilles, par exemple, se produit dans des vessies aériennes annexées à l'arrière-bouche; le larynx n'y est pour rien.

d) *Reptiles*. — Parmi les *Reptiles*, les Crocodiles et les Caïmans possèdent un larynx muni de deux cordes vocales; ils émettent des sons qu'on a comparés au miaulement du chat.

Les Serpents n'ont, en fait de voix, qu'un sifflement aigu; lorsque ces animaux sont irrités, ils chassent brusquement l'air du poumon et un son se produit au niveau du larynx rétréci.

Bien que produit par un mécanisme tout différent, le bruit de grelots que fait entendre le serpent à sonnettes mérite d'être mentionné; il résulte, en effet, du choc des cornets écailleux, emboîtés les uns dans les autres, qui occupent le bout de la queue de cet animal.

e) *Oiseaux*. — La trachée-artère des Oiseaux porte un larynx à son origine (extrémité qui s'ouvre dans l'arrière-bouche), mais ce larynx supérieur n'est qu'une fente, qui ne produit aucun son.

L'organe du chant est situé plus bas, dans la poitrine, au débouché des bronches, qui présentent chacune une glotte s'ouvrant en haut dans une dilatation de la trachée-artère en forme de tambour. De nombreux muscles sont annexés à ce larynx inférieur. Lorsqu'on a coupé la trachée à un merle, il continue de chanter; la pie dont on divise la trachée peut encore pousser des cris.

La langue épaisse et arrondie que possèdent certains oiseaux, tels que le perroquet, le sansonnet, le merle, le geai, le corbeau, etc., exerce une influence sur l'articulation des sons. Ces oiseaux imitent plus ou moins bien la parole humaine; ils savent répéter les mots qu'ils entendent prononcer, attachent une certaine valeur aux sons qu'ils profèrent.

Les Oiseaux qui ont la langue fourchue sifflent plus aisément. Quand cette disposition naturelle se trouve réunie avec la mémoire musicale, ils apprennent à répéter des airs : le serin, la linotte, le tarin, le bouvreuil, se distinguent par leur docilité. Le perroquet, au contraire, n'apprend guère à chanter, mais il imite les bruits et les cris des animaux qu'il entend, il miaule, il aboie aussi facilement qu'il contrefait la parole. Le merle moqueur est doué du même talent (R. Radau).

Le vrai chantre de nos forêts, c'est le rossignol. Par la variété prodigieuse de ses intonations et par l'expression passionnée que peut prendre sa voix, il efface tous les autres oiseaux. Ordinairement le chant du rossignol commence par un prélude timide, indécis; peu à peu il s'anime, s'échauffe et bientôt on l'entend lancer vers le ciel les fusées de ses notes vives et brillantes (R. Radau).

f) Mammifères. — Chez la plupart des *mammifères*, la voix est produite dans un larynx de constitution analogue à celle de l'homme.

Les mammifères aquatiques (cétacés) possèdent des cordes vocales rudimentaires; aussi sont-ils privés de la voix proprement dite et les quelques cris qu'ils émettent résultent du frottement de l'air poussé avec force contre les parties saillantes du larynx.

Chez les Ruminants, les ventricules latéraux du larynx font défaut ainsi que les cordes vocales supérieures; le mugissement du bœuf est produit par le son des cordes vocales inférieures modifié en passant par la cavité buccale.

On rencontre dans le larynx du cheval, outre les cordes vocales supérieures et inférieures, un repli triangulaire que forme la muqueuse au-dessous de l'épiglotte et qui couvre une dépression en forme d'entonnoir. Cette dépression est plus grande encore chez l'âne. Le *hennissement* du cheval est une succession de sons saccadés, dont les premiers plus clairs sont produits par l'air inspiré et les derniers par l'air expiré.

Le *braiement* de l'âne est également un cri à deux temps; les sons aigus se forment dans l'inspiration et les sons graves dans l'expiration.

Le ronron du chat, signe de contentement, diffère notablement du cri appelé *miaulement*.

Chez beaucoup de singes, les sons sont renforcés par des poches, dépendances des ventricules latéraux du larynx, dont l'air sert de résonateur : l'orang-outang, le gorille et surtout le singe hurleur de l'Amérique du sud sont remarquables à cet égard. Les singes hurleurs, par exemple, poussent des cris qu'on entend à plus d'un kilomètre de distance.

Rapport du langage vocal avec les sentiments et la pensée.

Les faits précédents montrent que les animaux ne sont pas *muets*, comme le prétendaient les Anciens : ils savent non seulement varier leurs cris selon les désirs, les passions ou les souffrances qu'ils éprouvent, mais ils s'en servent encore pour communiquer à leurs congénères leurs propres impressions et leurs propres sentiments.

Le langage vocal est en rapport direct avec le développement intellectuel. C'est à l'époque où les oiseaux construisent leurs nids et pondent les œufs que leurs manifestations mentales atteignent le plus haut degré; c'est également à ce moment qu'ils font entendre les notes et les accents les plus sonores et les plus purs.

Dans l'espèce humaine, le langage vocal suit une marche analogue. Nous avons vu (p. 596) qu'il débute chez l'enfant sous la forme rudimentaire qui persiste chez les animaux et nous avons constaté que l'enfant ne *parle* qu'après avoir appris à comparer et à juger. En un mot, la parole est une fonction de l'écorce cérébrale, qui emploie l'organe vocal pour exprimer la pensée.

Parmi les centres du langage, il en est un qui préside aux mouvements de la parole (p. 273); son siège occupe le pied de la troisième circonvolution frontale, lequel constitue, à la base du lobe frontal, une saillie volumineuse à surface plissée (fig. 218, p. 257 et fig. 228 en 4, p. 274). Considérons sous ce rapport le cerveau d'un singe anthropoïde, l'orang-outang (fig. 220, p. 259) : au niveau du pied de la troisième frontale, on remarque, au lieu d'une éminence, un méplat ou plutôt un vide qui permet d'apercevoir le bulbe olfactif; on dirait une perte de substance. Cette disposition existe également sur le cerveau humain, mais seulement pendant les stades embryonnaires. (comparer fig. 215, p. 254). A mesure que l'écorce cérébrale de l'enfant se plisse davantage, on voit le pied de la troisième circonvolution frontale proéminer dans la vallée ou scissure de Sylvius et en rétrécir l'entrée. Ce développement prend même des proportions extraordinaires chez les sujets qui sont doués d'une façon remarquable sous le rapport de la parole : chez Gambetta, le grand orateur de l'époque contemporaine, le pied de la troisième circonvolution frontale gauche avait en quelque sorte doublé d'étendue (Mathias-Duval).

Nous rappelons enfin que la destruction de cet organe cérébral entraîne la perte du langage articulé (voir p. 274).

Telles sont les principales données qu'il importe de rappeler et de rapprocher les unes des autres, si nous voulons nous rendre un compte exact de la faculté du langage articulé. La parole est, en effet, la vraie et seule caractéristique de l'espèce humaine. Les observations précédentes réduisent à leur juste valeur les assertions de certains philosophes, qui prétendent que la parole aurait précédé la pensée, c'est-à-dire que l'homme pense, parce qu'il parle. Par le fait, c'est uniquement à la supériorité de son mécanisme cérébral que l'homme doit de pouvoir parler.

Origine du langage articulé.

« Nous ne savons rien relativement à la manière dont l'art de parler a pris naissance. On peut présumer que son origine date de l'époque où les premières sociétés se sont constituées, d'abord sous la forme de familles isolées, puis de tribus; que partout le langage naturel a précédé l'emploi de la parole, et que c'est peu

à peu, très graduellement que les communications de la pensée ont été établies au moyen de sons articulés, lesquels se sont multipliés et perfectionnés par l'usage. Il me paraît également probable que toutes les langues en voie de formation ont été d'abord monosyllabiques et ont consisté principalement en quelques verbes impératifs ou expressifs de désirs et en substantifs; qu'elles se sont compliquées et diversifiées suivant les circonstances dans lesquelles elles se sont développées, et que les inventions personnelles, puis les habitudes contractées par des individus et transmises des parents aux enfants ou de voisin à voisin y ont imprimé des caractères particuliers suivant les lieux de résidence et les genres d'occupation des divers agrégats humains; par l'emploi inconscient d'une sorte de logique naturelle de l'esprit, chacune de ces associations, dont la langue naissante est l'œuvre commune, a modifié progressivement les divers sons articulés qui constituent cette langue, afin de les approprier à l'expression d'idées distinctes, mais connexes entre elles, et, par des procédés analogues, les mots ainsi formés ont été groupés suivant des modes particuliers qui, après avoir été consacrés par l'usage, sont devenus des règles grammaticales.... L'usage de la parole a exercé une influence puissante sur le développement des facultés mentales et sur la genèse de nos idées. L'intelligence humaine n'a pas toujours été ce qu'elle est aujourd'hui chez les peuples civilisés et ses progrès sont dus en grande partie à l'invention des langues, qui, en facilitant l'expression de la pensée, a donné de la précision aux idées et a mis le travail mental de chacun au service de tous » (Henri Milne Edwards).

TROISIÈME PARTIE

CLASSIFICATION DES ANIMAUX

CHAPITRE I

PRINCIPES DE LA CLASSIFICATION

Groupement des individus selon leurs ressemblances et leur descendance.

1° **Ressemblances extérieures.** — L'observation la plus élémentaire montre qu'il existe des animaux, tels que le chat, le lion, le tigre, qui se nourrissent de la chair d'autres animaux, tandis que le cheval, le bœuf, le lapin, etc., ne mangent que de l'herbe.

En considérant uniquement le mode de nutrition, on peut donc distinguer deux groupes, les *carnivores* et les *herbivores*.

Le milieu dans lequel sont confinés les êtres, leurs caractères extérieurs, permettent de créer d'autres catégories.

2° **Organisation.** — Dès le iv^e siècle avant notre ère, ARISTOTE, naturaliste et philosophe grec, distingua les animaux qui vivent sur terre de ceux qui restent dans l'eau; les animaux qui vivent en société de ceux qui mènent une existence solitaire, etc. D'autre part, *Aristote* insiste sur ce fait important que certains animaux (*homme et vertébrés*) ont du sang et que les autres sont privés de ce liquide. Il appelle les premiers *énaima* (*aima*, sang) et les autres *anaira* (*a*, privatif).

Durant tout le moyen âge, on se borna à ce groupement général. Ce n'est qu'au xviii^e siècle que le naturaliste suédois LINNÉ, s'appuyant sur une étude plus approfondie des êtres, et considérant les ressemblances et les différences d'organisation, essaya de réunir tous les individus semblables en une catégorie à laquelle il donna le nom d'*espèce*. Il rattacha à cette notion l'idée

de filiation, c'est-à-dire de succession régulière, comme de père en fils. Mais, manquant de donnée positive sur les êtres qui ont précédé ceux du monde actuel, il supposa que les individus qui peuplent aujourd'hui la terre descendaient d'êtres qui, dès l'origine, ressemblaient de tous points à ceux du monde actuel. Il conçut ainsi l'espèce comme constituée par un ou plusieurs êtres réels, sortis tout faits des mains du Créateur et qui auraient donné naissance à tous les individus possédant les mêmes caractères. Il y aurait donc autant d'espèces qu'il en fut créé primitivement.

Cette théorie régna longtemps sans conteste. Des faits nombreux ont montré qu'elle est erronée. Je me borne à quelques exemples.

3° **Descendance.** — Lorsqu'on étudie le développement des animaux, les vertébrés, par exemple, on voit qu'ils descendent tous d'un œuf, qui parcourt, dans les premiers temps, des états semblables pendant que se forment le système nerveux, le squelette, les membres. Ce n'est que plus tard qu'apparaissent les différences et que le jeune être prend une conformation semblable à celle de ses parents. Ces faits montrent clairement que les vertébrés reconnaissent une origine commune, mais que les descendants ont pris des caractères variables, dès qu'ils se sont trouvés placés dans des conditions d'existence et de milieu *différents*.

Ces conclusions sont confirmées par l'étude des restes d'animaux ou *fossiles*, qu'on trouve dans les couches terrestres et qui ont appartenu à des animaux ayant vécu avant l'époque actuelle. Qu'il nous suffise d'un seul exemple. Le cheval actuel n'est pourvu que d'un seul doigt muni d'un sabot, mais le métacarpien ou le métatarsien de ce doigt, qui correspond à notre doigt du milieu, est longé de chaque côté par un métacarpien ou métatarsien rudimentaire, caché sous la peau (fig. 165 et 166, p. 194).

Or, le cheval actuel fut précédé par un cheval appelé *hipparion*, chez lequel ces doigts latéraux étaient composés, non seulement d'un métacarpien ou métatarsien, mais encore de trois phalanges, dont la dernière était coiffée d'un petit sabot. En un mot, le doigt du milieu était accompagné de deux doigts latéraux complets, quoique moins développés, c'est-à-dire moins forts que le doigt du milieu.

L'*hipparion* lui-même était précédé par l'*anchithérium*, dont les doigts latéraux se rapprochaient davantage, comme taille et comme proportions, de celui du doigt du milieu.

Avant l'anchithérium vivait le *paléothérium*, chez lequel le doigt du milieu était à peine plus fort que les deux doigts latéraux.

Le *paléothérium* lui-même était précédé par des animaux ayant trois doigts complets et un 4^e doigt rudimentaire. Ceux-ci, enfin, étaient précédés par des animaux à quatre doigts complets et ces derniers, par des mammifères pourvus de cinq doigts munis chacun d'un petit sabot.

Comment interpréter ces faits, dont nous trouvons les preuves dans l'écorce terrestre ? Il est impossible d'admettre la formation de toutes pièces, c'est-à-dire une création nouvelle d'animaux différents à chacune des nombreuses époques géologiques. Cette hypothèse même n'expliquerait pas comment la série d'ongulés à cinq doigts fut suivie par une série d'ongulés à quatre doigts complets avec un doigt rudimentaire; la série à quatre doigts complets par une série à trois doigts complets avec un autre rudimentaire. En effet, ces séries intermédiaires relient les individus de constitution différente; de sorte qu'on a une chaîne complète et ininterrompue d'animaux qui se sont succédé et dont les doigts, en particulier, ont varié avec le temps et sous l'influence des conditions de milieu ou d'habitudes.

Cette étude des chevaux fossiles conduit à la conclusion suivante : le cheval actuel à un seul doigt complet et à deux doigts rudimentaires a eu pour ancêtres des animaux dont les extrémités, en particulier, présentaient une conformation différente.

Ces animaux constituaient, à l'époque où ils vivaient, des groupes analogues à celui du cheval actuel; mais, depuis l'ongulé à cinq doigts, ils se sont continués sans interruption jusqu'aux ongulés actuels, quoique variant de forme à travers les âges terrestres.

On appelle espèce chacun de ces groupes, l'un à cinq doigts, l'autre à quatre doigts, l'autre à trois doigts et l'autre à un seul doigt complet, muni de deux doigts rudimentaires. Cet exemple des chevaux fossiles, comparés aux chevaux actuels, nous prouve mieux que toutes les considérations que des espèces distinctes peuvent descendre les unes des autres et que leurs différences d'organisation sont dues à des conditions de milieu ou aux usages variés qu'ils ont faits de leurs organes.

Telle est l'histoire des espèces dont nous pouvons aujourd'hui établir la généalogie. Si maintenant nous passons à des animaux

dont nous ignorons, à l'heure actuelle, les ancêtres directs, nous dirons de l'homme, par exemple, que *l'espèce humaine* est formée par tous les individus qui ont une attitude verticale, dont les membres thoraciques sont terminés par des mains et les membres abdominaux par des pieds. Chez eux, tous les appareils et tous ces organes ont une grande ressemblance. Les parents *directs* de ces individus ont présenté ces mêmes caractères ; leurs enfants *directs* les auront également.

Espèce. — En résumé, nous pouvons, laissant de côté la question d'origine et la transformation des êtres à travers les âges, appliquer le nom d'**espèce** (*species*) à une collection d'individus qui se ressemblent plus entre eux qu'ils ne ressemblent aux autres animaux. Remarque essentielle : dans la nature, il n'y a pas d'homme qui représente le type *idéal* de l'espèce humaine, comme il n'y a pas de *cheval*, ni de *chien*, ni de *chat*, qui réalise l'espèce *cheval*, *chien* ou *chat*. Quand on se sert du mot *espèce*, on veut exprimer par un mot abstrait les caractères communs à un grand nombre d'individus, malgré des différences secondaires de taille, de couleur et de manière d'être. On personnifie, par une opération intellectuelle, tout un groupe d'animaux semblables dans leurs traits généraux. On se fait, on crée pour ainsi dire un être fictif, qui résume toutes les propriétés et qualités du groupe entier, mais qui n'a jamais existé et qui n'existera jamais dans la nature. Dans les comparaisons et dans les tableaux d'ensemble que l'on dresse des êtres vivants, le terme *espèce* constitue un moyen excellent pour assigner à chaque groupe sa place respective.

Si nous comparons, par exemple, les êtres humains qui sont originaires du centre de l'Afrique à ceux qui nous entourent, nous voyons que les premiers diffèrent par leur peau noire, leurs cheveux crépus, leurs lèvres lippues, leur nez épaté, etc. Les hommes peuvent donc *varier*, tout en gardant le caractère d'homme ; le nègre est une *variété*, il forme la *race* nègre, comme nous, nous constituons la *race* blanche. En Asie, nous trouvons la *race* jaune, et en Amérique la *race* rouge. Malgré leurs différences, le paysan le plus inculte n'hésitera pas un instant à accorder au *Nègre*, au *Chinois*, au *Peau-Rouge*, à l'*Australien*, etc., le qualificatif *homme*.

Les différences entre l'homme blanc et le nègre sont certes plus

prononcées que celles que l'on observe entre un *chien de berger* et un *loup*. L'organisation de l'un et de l'autre de ces animaux est tellement identique, qu'on ne peut les distinguer l'un de l'autre que par des nuances portant sur la façon de laisser traîner la queue, et sur la longueur des poils qui la garnissent, etc. Et cependant, à raison de la manière d'être différente de ces deux animaux, on fait rentrer le chien de berger dans l'*espèce chien domestique* et le loup dans l'*espèce chien-loup*. Si nous étendons ces observations, nous voyons que le renard et le chacal ont les traits essentiels de l'organisation du chien, sauf certains détails secondaires, qui nous permettent de distinguer l'*espèce renard*, l'*espèce chacal*.

Genre. — En classification, on réunit toutes ces espèces voisines et l'on en forme le *genre* Chien. Le genre n'a pas plus que l'espèce d'existence réelle.

Il est facile de séparer les individus du genre *chien* de ceux du genre *chat*, par exemple. En effet, le chat domestique, le tigre, le lion, le jaguar, etc., diffèrent du genre chien par la forme et le nombre de leurs dents, par leurs ongles ou *griffes* rétractiles ou non rétractiles (voy. p. 514), et ils forment le *genre chat*, dans lequel rentrent les espèces *chat domestique*, *chat tigre*, *chat lion*, *chat jaguar*, etc.

Nous pourrions établir un parallèle semblable entre les blaireaux, les gloutons, les putois, les loutres.

Ordre. — En groupant ensemble le lion, le tigre, la panthère, le jaguar, le guépard, le chat domestique, le lynx et d'autres espèces, on a constitué la *famille* des chats, de même qu'on a formé la *famille* des chiens, la *famille* des ours, etc. Toutes les familles précédentes, malgré des différences secondaires, forment un groupe de mammifères vivant de chair, à canines saillantes, avec douze incisives, à petites molaires pointues et à doigts munis de griffes : on donne à un pareil groupe, plus vaste que les précédents, le nom d'*Ordre*, et on ajoute le terme de **Carnivores**, pour désigner celui qui comprend les animaux précédents, parce qu'ils se nourrissent essentiellement de la chair des autres animaux (*caro, carnis*, chair; *vorare*, dévorer).

Nous pourrions répéter la même opération pour grouper les lièvres, les lapins, les rats, les souris, les écureuils, etc., et former l'*ordre* des **Rongeurs**, parce que tous manquent de canines,

coupent au moyen de leurs incisives en faisant marcher la mâchoire inférieure d'avant en arrière et d'arrière en avant.

Classe. — On donne le nom de *classe* au groupe unique que forment *tous les ordres* de mammifères.

On procède de même pour diviser en *ordres* les Oiseaux, les Reptiles, les Batraciens et les Poissons. L'ensemble des Oiseaux forme une *classe*, de même que les Reptiles, etc.

Embranchement. — Les Poissons, les Batraciens, les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères ont tous du sang. Aristote en a fait le groupe des *Enaima*. D'autre part, la partie fondamentale de leur squelette est formée de vertèbres : de là le nom d'*animaux à vertèbres*, que leur a donné Lamarck. Une pareille grande division a été désignée par Cuvier sous le nom d'*embranchement* et par Blainville sous celui de *type*.

Ces exemples montrent mieux que toutes les considérations la façon dont on a fait la distribution méthodique des animaux, selon les ressemblances qu'ils présentent dans leur organisation. C'est à la suite d'une série d'opérations intellectuelles, basées sur l'étude des êtres, qu'on est arrivé à faire *les espèces, les genres, les familles, les ordres, les classes et les embranchements*.

Notre illustre naturaliste Buffon l'a déjà compris au xviii^e siècle : « la nature n'a ni classes, ni genres, elle ne comprend que des individus ; ces genres et ces classes sont l'ouvrage de notre esprit ».

Cependant, en étudiant ces *individus*, en comparant leur organisation et en établissant leurs ressemblances et leurs différences, nous arrivons à exposer les liens de parenté des êtres vivants. De plus, si nous parvenons, par l'examen des fossiles et le développement, à déterminer comment les individus descendent les uns des autres, malgré les *variations* qu'ils ont subies sous l'influence du milieu et de l'habitude, nous voyons le but qu'il s'agit d'atteindre en classification : grouper ensemble ceux qui se ressemblent le plus et disposer ces groupes en séries telles qu'elles se sont succédé à travers les âges.

Division des Invertébrés en embranchements. — Les *animaux sans vertèbre* ou *Invertébrés* diffèrent autant entre eux qu'ils diffèrent des vertébrés ; ils constituent plusieurs grandes divisions. Si nous commençons par les animaux les plus simples, qui vivent dans l'eau, nous trouvons d'abord des êtres de petite

taille dont chacun n'est constitué que par une masse correspondant à une seule cellule; ils forment la division (*embranchement ou type*) des **Protozoaires** (*protos*, premier).

Tous les autres animaux ont le corps formé par la réunion d'un grand nombre de cellules ou dérivés de cellules; ils constituent les **Métazoaires** (*méta*, après, à la suite des protozoaires; *zoon*, animal).

Parmi les *Métazoaires* on trouve des êtres chez lesquels les organes du mouvement et des sens sont placés comme les rayons autour d'un centre. Tels sont les étoiles de mer, les polypes, les anémones ou orties de mer que Cuvier a réunis dans l'embranchement ou type des **Rayonnés**.

Chez d'autres invertébrés, les organes du mouvement et des sens sont disposés plus ou moins symétriquement aux deux côtés d'un axe; leur corps présente, en un mot, une symétrie bilatérale. Ils se divisent en **Annelés** et en **Mollusques**.

Le ver de terre, le hanneton, l'écrevisse, etc., ont une enveloppe le plus souvent dure et subdivisée en anneaux. Ils forment l'embranchement des **Annelés**. Parmi ceux-ci, les uns ont des appendices composés d'une série d'articles; de là le nom d'*Articulés*, qui constituent le sous-embranchement des **Articulés**. Les autres présentent des anneaux dépourvus d'appendices articulés et forment le sous-embranchement des **Vers**.

L'escargot, la limace, etc., ont le corps mou ou protégé par une coquille; leur système nerveux se compose de plusieurs masses éparses. La mollesse de leur corps a fait donner à ces animaux le nom de Mollusques (*mollusca*, de *mollis*, mou), formant l'*embranchement ou type* des **Mollusques**.

Nous admettrons donc, parmi les invertébrés, quatre grandes formes animales, constituant des groupes correspondant chacun à l'embranchement des vertébrés: ce sont les **Protozoaires**, les **Rayonnés**, les **Annelés** et les **Mollusques**.

CHAPITRE II

PROTOZOAIRES

Les Protozoaires sont les animaux les plus simples; leur corps a la valeur d'une cellule (voir p. 59). Les plus grands de ces animalcules sont gros comme un petit point et à peine perceptibles à l'œil nu; mais la plupart ne peuvent être vus qu'à l'aide du microscope. Aussi n'ont-ils été découverts qu'en 1675 par le Hollandais Antoine de Leeuwenhoek. On les a appelés **Protozoaires**,

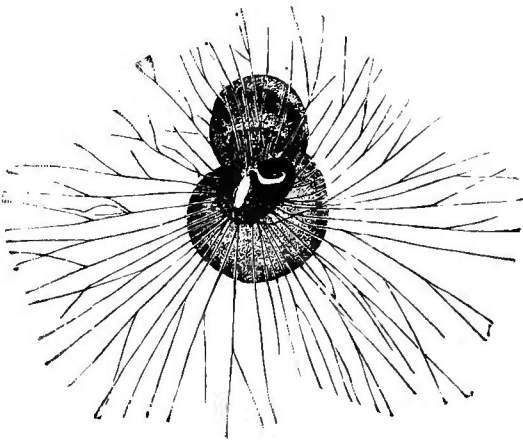


Fig. 516. — Foraminifère appelé *globigérine*, pourvu d'une coquille hyaline. Celle-ci présente de gros pores à travers lesquels passent les pseudopodes.



Fig. 517. — Rhizopode, appelé *diffugia*, dont le corps est en grande partie recouvert d'une coquille incrustée de particules étrangères; l'extrémité supérieure du corps présente quelques pseudopodes larges.

parce que tout porte à penser que c'est la forme sous laquelle les animaux ont apparu sur la terre (*protos*, premier; *zoon*, animal).

On peut diviser les *Protozoaires* en plusieurs *classes*, selon que la forme du corps est *variable* ou *définie*.

I. **Rhizopodes**. — Les protozoaires dont la forme du corps est variable ont la faculté d'émettre des saillies protoplasmiques sur un ou plusieurs points de leur surface et de les rentrer plus tard dans la masse du corps. Leur forme variable est due à ces pseudopodes qui leur ont fait donner le nom de *Rhizopodes* (*rhiza*, saillie ou racine; *pous*, *podos*, pied, voir p. 59 et 77).

Les rhizopodes comprennent des êtres divers parmi lesquels on peut distinguer ceux qui ont des pseudopodes épais (*Amibes*) et ceux dont les pseudopodes sont des filaments très fins (fig. 516, *Foraminifères* et *Radiolaires*).

Les *amibes* sont des animalcules nus, ou recouverts d'un test (fig. 517), émettant de larges pseudopodes et possédant les propriétés d'un globule blanc du sang (fig. 47, p. 59).

Les *foraminifères* sont pourvus d'une carapace ou test calcaire, percé d'orifices pour laisser passer les prolongements protoplasmiques (fig. 516).

Les *radiolaires* ont un squelette formé d'aiguilles siliceuses disposées sous forme de piquants,

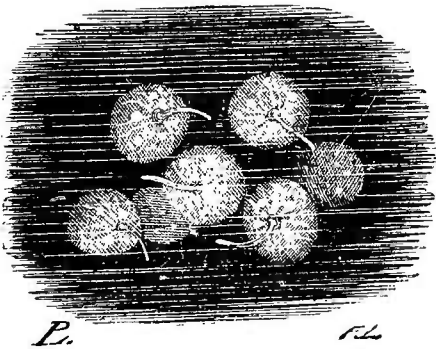


Fig. 518. — *iNoctluques*.

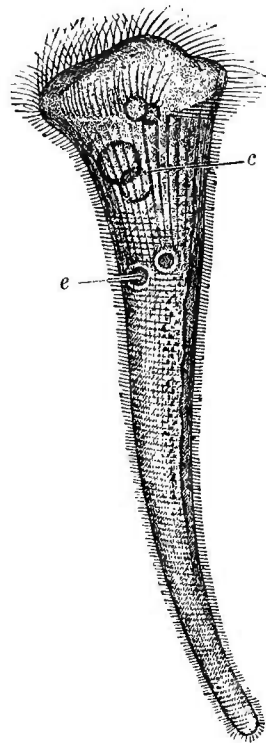


Fig 519. — Stentor (Infusoire)
c, valvules; e, noyau.

qui rayonnent à partir du centre et constituent une charpente des plus élégantes (fig. 520).

Les *Protozoaires* dont le corps a une forme définie sont les *flagellates*, les *infusoires* et les *sporozaires*. La forme définie de ces animalcules est due à une cuticule anhiste qui les entoure.

II. **Flagellates.** — Les *Flagellates* (fig. 48, p. 59) sont des protozoaires dont le corps est muni d'un ou de plusieurs prolongements persistants. On a comparé ce prolongement à un fouet ou *flagellum* dont les ondulations servent essentiellement à faire progresser le corps. Citons, parmi les flagellates, des animalcules

marins, les *noctiluques* (*nox*, nuit ; *lucere*, luire (fig. 518), ainsi appelés parce qu'ils ont la propriété, par les temps chauds et les nuits sombres, de paraître phosphorescents. Les noctiluques atteignent la taille d'un millimètre environ ; leur corps possède un protoplasma gélatineux et présente deux prolongements : 1° un flagellum et 2° un tentacule ; ce dernier, visible sur la figure, sert seul à la locomotion. Il est probable que la phosphorescence est due à l'oxydation du protoplasma ; cependant elle dure encore

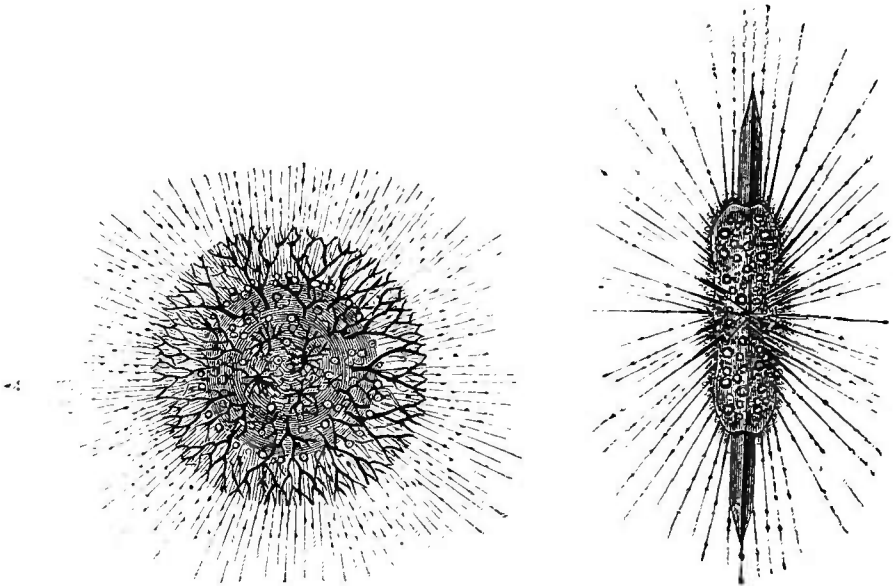


Fig. 520. — Deux formes différentes de Radiolaire.

quelque temps, lorsqu'on place les noctiluques dans une atmosphère privée d'oxygène.

III. **Infusoires.** — Les *infusoires* sont des protozoaires revêtus de cils, dont les mouvements continus servent à la locomotion et à la préhension des aliments (fig. 519).

Les cils ne sont pas animés d'ondulations isolées ; un grand nombre de cils exécutent des mouvements d'ensemble, comme nous l'avons vu pour ceux des *Vertébrés* (voir p. 125). De même que chez les *Flagellates*, la présence de la cuticule nécessite, pour l'entrée des aliments, l'existence d'un orifice buccal (fig. 48, b), suivi par un court œsophage, dont le fond est ouvert. Lorsque les cils ont amené au fond de ce canal une parcelle alimentaire, on voit le protoplasma produire ou exsuder, à son contact, une

gouttelette liquide, appelée *vacuole digestive* (fig. 319, c), qui englobe le corps étranger. Peu à peu la vacuole est entraînée par les courants protoplasmiques, en même temps qu'elle digère et absorbe les portions nutritives de la parcelle alimentaire. Les résidus, au contraire, sont rejetés à l'extérieur du corps.

Selon la répartition des cils à toute la surface du corps ou sur des régions limitées ou selon la longueur différente des cils, on divise les infusoires en plusieurs *ordres*. Le stentor, par exemple (fig. 319), présente des cils courts et fins qui recouvrent le corps et une couronne de cils longs et rigides qui entourent la bouche.

IV. Sporozoaires. — Beaucoup de protozoaires vivent en parasites dans les tissus et le sang d'autres animaux. Ils présentent sous ce rapport un grand intérêt. Ces animalcules partagent la plupart des caractères des amibes ; mais ils ont, dans certaines conditions, la faculté de s'entourer d'une membrane réfringente et de diviser leur protoplasma en une infinité de corpuscules ou *spores* (*spora*, graine). Ces spores, plus tard, deviennent libres et reproduisent chacune un être semblable à l'organisme originel. Cette évolution a fait donner à ces animalcules le nom de *Sporozoaires*. C'est à un sporozoaire qu'est due la maladie des vers à soie appelée *pébrine* et qui produit des ravages considérables dans les magnaneries.

D'autres sporozoaires, désignés sous le nom d'*Hématozoaires*, vivent dans le sang des Vertébrés. Signalons l'hématozoaire découvert par M. Laveran dans le sang des personnes atteintes de fièvres intermittentes ou malaria. Dans son évolution, l'hématozoaire affecte diverses formes : tantôt c'est un corpuscule arrondi, de 0^{mm},001 à 0^{mm},007, animé de mouvements amiboïdes ; tantôt c'est un corps en croissant ; tantôt il a la configuration d'une rosace dont chacun des segments donne naissance à une spore. Les hématozoaires circulent librement dans le sang ou se trouvent inclus dans les globules rouges qu'ils détruisent.

Les principaux groupes (*classes* et *ordres*) de protozoaires sont, en résumé, les suivants :

Forme du corps variable et pseudopodes.	} I. RHIZOPODES.	} Pseudopodes larges. <i>Amibes</i> . Pseudopodes fins { <i>Foraminifères</i> . <i>Radiolaires</i>
Forme du corps défini.		

CHAPITRE III

RAYONNÉS

Il y a près d'un siècle que Cuvier a réuni un grand nombre d'animaux inférieurs en un groupe unique auquel il a donné le nom de **Rayonnés**. Une étude plus approfondie a montré que les infusoires et les vers intestinaux, par exemple, doivent en être éloignés. Les éponges, les polypes, les étoiles de mer et les oursins, au contraire, sont des animaux *multicellulaires*, dont le corps a une forme ramifiée et dont les organes sont disposés en rayons autour d'un centre. Tel est le caractère morphologique commun à ces divers êtres, qui méritent à ce titre le nom de **Rayonnés**.

En tenant compte, d'autre part, des différences d'organisation, on peut subdiviser les Rayonnés en trois sous-embranchements, qui sont les **Spongiaires**, les **Cœlentérés** et les **Échinodermes**.

§ 1. — Spongiaires.

Ce sont des masses gélatineuses, spongieuses ou encroûtées de

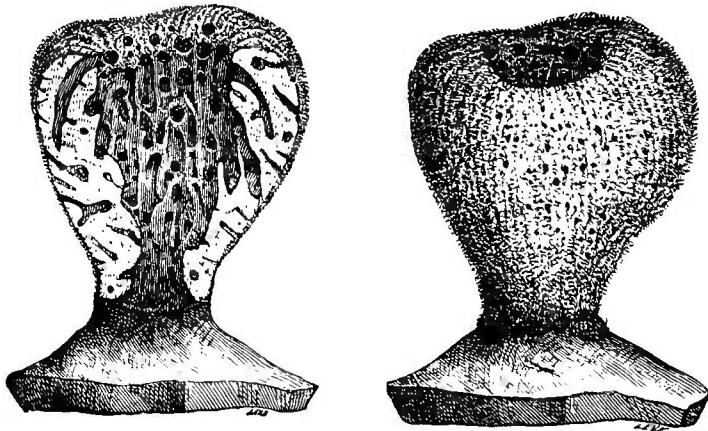


Fig. 521. — Éponge usuelle.

silice ou de sels calcaires; leur corps est formé d'une réunion de cellules. De ces cellules, les unes revêtent la surface extérieure

d'autres tapissent la lumière d'un système de canaux dont tout le corps est traversé. Enfin dans l'intervalle de ces deux assises se trouve une masse gélatineuse renfermant quelques cellules de formes diverses (arrondies, étoilées ou fusiformes). (Voir p. 60, fig. 49.)

Les Spongiaires se divisent en trois classes, qui sont celles des *Éponges* : 1° *cornées*, 2° *calcaires*, 5° *silicieuses*. (Voir p. 187.)

§ 2. — Cœlentérés.

Ce sont des animaux ayant la forme d'un tube ou d'une cloche, dont l'un des bouts ou *pôles* est imperforé, tandis que l'autre présente une ouverture (*bouche*), entourée d'une couronne de filaments ou *tentacules* au nombre de 4, 6 ou d'un multiple de ces nombres. Les tentacules disposés en rayons autour de l'une des extrémités du corps ont été comparés à des pieds ; de là le nom de *polypes* donné à ces animaux (*polys*, beaucoup ; *pous*, pied) (fig. 50, p. 60).

Le corps de ces êtres n'est constitué que par ce seul tube à paroi simple, c'est-à-dire que sa surface extérieure fait office de peau et, sa surface intérieure, de cavité digestive. A raison de cette conformation si simple, on a appelé ces animaux *cœlentérés* (*coïlos*, creux ; *enteron*, intestin) (fig. 51, p. 61).

D'autre part, la surface du corps des Cœlentérés renferme des capsules dont le contact produit une sensation de piqûre, analogue à celle que déterminent les orties. Aussi désigne-t-on encore tous les Cœlentérés sous le nom de **Cnidaires** (*cnidé*, ortie).

Les Cœlentérés peuvent revêtir deux aspects différents. Lorsque l'animal est adhérent par son *pôle* imperforé, il figure un sac allongé, dont les nombreux tentacules forment une couronne autour de la bouche et de l'axe central du corps. On se sert spécialement du terme *polype* pour désigner les Cœlentérés, lorsqu'ils sont fixés par l'un des pôles. L'hydre d'eau douce est un *polype*. D'autres fois, le polype se détache de son support ; le pôle, qui est adhérent, se renfle et s'entoure d'un bourrelet circulaire en forme de cloche ou d'*ombrelle*, L'extrémité qui supporte la bouche, fait saillie à la face concave de l'ombrelle sous la forme d'un *manche* ou d'un battant de cloche. L'ensemble ressemble à une figure de gorgone : d'où le nom de *méduse* qu'on a donné à cette forme libre (fig. 522). En même temps, on voit s'accumuler entre le

revêtement extérieur et la cavité digestive une masse gélatineuse et transparente, qui sert d'appareil hydrostatique (Voir p. 61).

Lorsque, chez le polype et la méduse, l'orifice buccal conduit dans un sac digestif à paroi simple comme un doigt de gant, on les appelle *hydroméduses* ou *hydrozoaires*.

1° **Hydrozoaires.** — Le corps de l'hydre figure un sac tubulaire ouvert à l'extrémité libre. La surface inférieure du sac représente

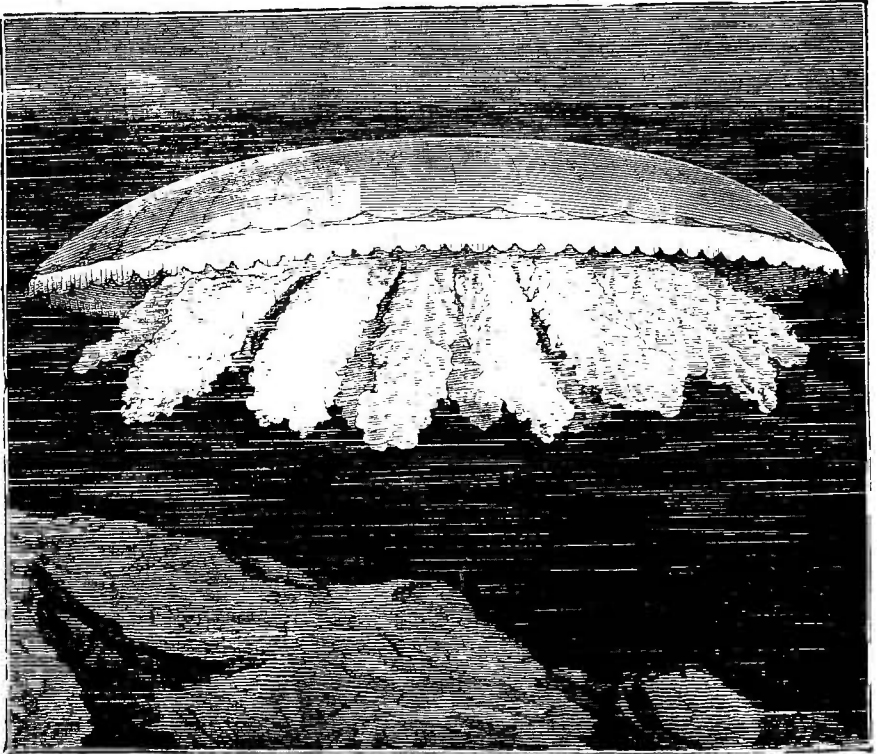


Fig. 322. — Méduse adulte.

la cavité digestive (p. 61, fig. 51, *g*). Le bout fermé du tube est fixé; l'autre bout, creusé de l'orifice buccal (*b*), est ouvert. Sur le pourtour de l'orifice buccal, on voit des prolongements creux (*t*) des parois du corps; ce sont les *tentacules*, creusés chacun d'un diverticule de la cavité digestive.

Parmi les cellules qui forment la membrane extérieure ou *ectoderme*, les unes sont munies d'un long cil en forme de fouet, d'autres ont des attributs glandulaires, d'autres sont transformées

en capsules urticantes ou nématocystes (*néma*, fil; *cystis*, vessie).

Cet individu à existence sédentaire porte le nom de *polype*. Chez nombre de polypes, on voit apparaître, sur divers points de la surface du corps, des excroissances ou bourgeons qui, en se développant donnent naissance à un grand nombre de polypes réunis sur une tige commune et formant une *colonie* (fig. 157, p. 188). C'est là un des modes de multiplication des hydrozoaires.

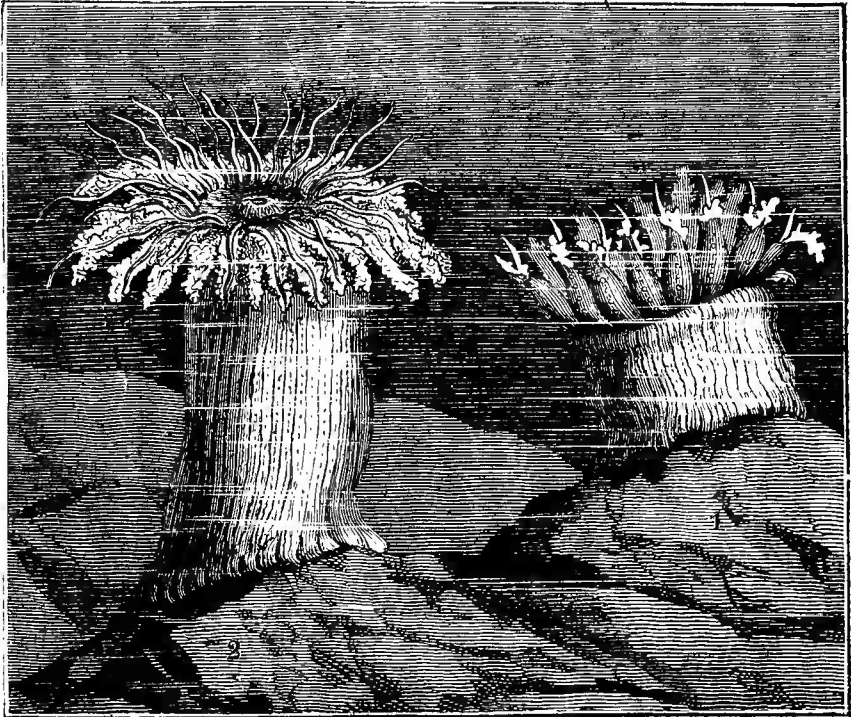


Fig. 525. — Anémones de mer.

Les polypes fixés peuvent se détacher et se transformer en *méduses* libres, comme je l'ai indiqué p. 417. Or, les méduses produisent des *œufs*, qui se détachent de la mère, nagent pendant quelque temps, puis se fixent pour donner naissance à un polype, et ainsi de suite. On donne à cette succession de formes différentes le nom de *génération alternante*. La méduse représente l'être adulte se reproduisant par des œufs; le polype, au contraire, est l'animal jeune, qui dérive de l'œuf et se transforme plus tard en méduse.

2° **Anthozoaires.** — Les Actinies (fig. 323 et 324) ont une structure un peu plus compliquée que les Hydrozoaires. A la bouche fait suite un tube œsophagien ou stomacal, dont le fond présente des replis verticaux, qu'on a improprement comparés à des replis mésentériques (*c*). Ces replis divisent la cavité

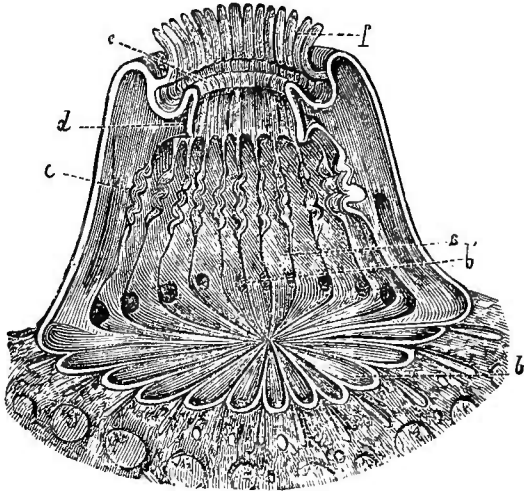


Fig. 524. — Polype du Corail (coupe verticale).

f, tentacules: *e*, orifice buccal: *d*, sac stomacal
c, cloisons ou replis séparant les loges (*a* et *b*)
b', orifices qui font communiquer le tube digestif
proprement dit avec le système vasculaire.

digestive en une série de loges (*a* et *b*). Des canaux (*b'*) partent de ces dernières et conduisent le liquide nourricier dans tout le corps.

On le voit, la division du travail est plus accentuée chez les actinies que chez l'hydre : le corps est composé d'une enveloppe extérieure et d'un tube qui y est appendu, quoique relié à la couche extérieure par des replis (Voir p. 61). De même que les *Hydrozoaires*,

la plupart des animaux conformés comme l'actinie peuvent se multiplier par bourgeonnement et se grouper en colonies supportées par une tige cornée ou calcaire. Tel est le *corail* (Voir p. 188). Chaque individu a la forme d'une fleur lorsque les tentacules sont étalés et épanouis; d'où le nom d'*Anthozoaires* donné au groupe (*anthos*, fleur: *zoon*, animal) (fig. 525).

Le sous-embanchement des *Cœlentiérés* comprend donc deux classes : 1° les *Hydrozoaires*; 2° les *Anthozoaires*.

§ 5. — Échinodermes

L'étoile de mer (fig. 525), le lis de mer, l'oursin (fig. 159, p. 189) sont des animaux marins dont le corps affecte une disposition également radiée; mais les rayons sont ici habituellement au nombre de 5. Leur peau dure, pourvue de pièces calcaires et

souvent de piquants, leur a fait donner le nom d'**Échinodermes** (*échinós*, hérisson; *derma*, peau).

Le caractère essentiel qui distingue les Échinodermes des autres Rayonnés, c'est qu'ils possèdent un tube digestif (Voir p. 62) dont la paroi est distincte de celle du corps : un espace ou cavité générale sépare le canal intestinal de la peau.

Chez l'*étoile de mer* (fig. 525, p. 62), le tube digestif se divise en

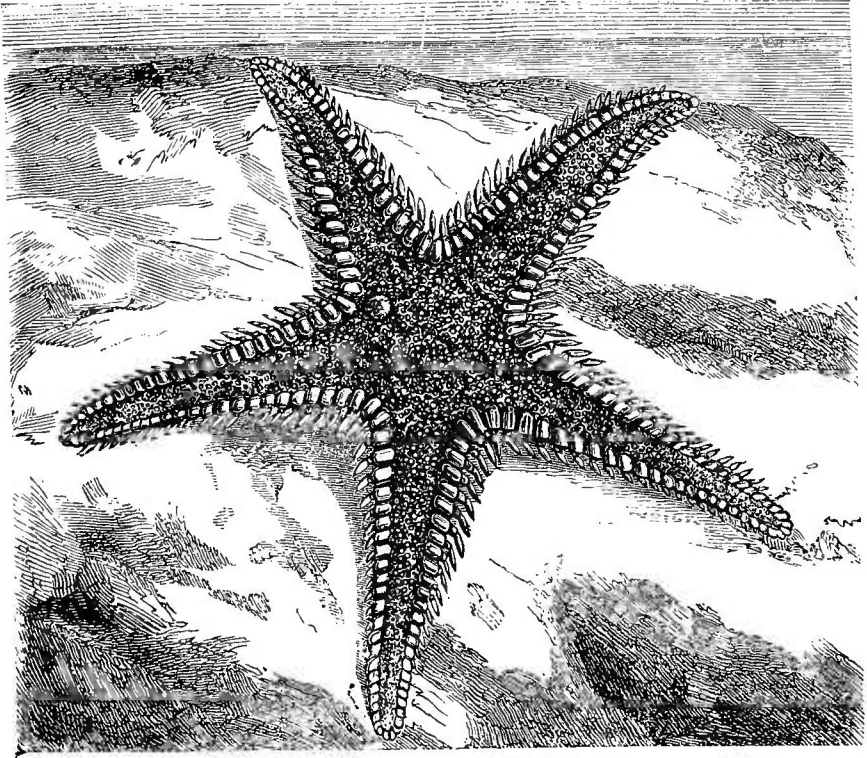


Fig. 525. — Échinoderme (Étoile de mer).

cinq prolongements dont chacun s'étend dans l'une des cinq branches ou *bras* du corps; chez l'*ophiure*, les bras restent dépourvus de viscères; chez l'*oursin* enfin, le tube digestif est un canal continu, rattaché par un repli en guise de mésentère à la face interne du test.

Les plaques calcaires (voir p. 187) qui forment le squelette des *Échinodermes* sont élaborées par le tissu conjonctif de la peau : elles sont disposées en rangées régulières et solidement unies

entre elles chez l'oursin; elles sont articulées, d'une façon mobile, chez l'étoile de mer, qui exécute les mouvements les plus variés à l'aide de ses bras et fait subir à son corps des changements de forme de toutes sortes. La peau de l'holothurie, qui semble en être dépourvue au premier abord, est également incrustée de spicules en forme d'ancres ou d'hameçons.

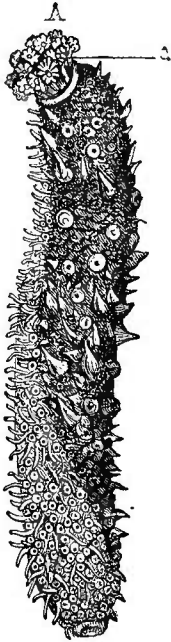


Fig. 526. — Holothurie.

Holothurie vue de profil et montrant à gauche (face ventrale) les pieds ambulacraires : *a*, tentacules entourant la bouche.

Certaines de ces plaques sont percées d'orifices pour laisser passer les *pieds ambulacraires*, qui font partie du système ambulacraire si caractéristique des Échinodermes (Voir p. 109, fig. 100).

Bien que l'holothurie ressemble à un gros ver, ses appendices cutanés sont disposés sur cinq rangées longitudinales : ceux qui correspondent aux *trois* rayons de la face *ventrale* font office de pieds ambulacraires (fig. 526), tandis que ceux des deux rayons *dorsaux* ne sont plus que des espèces de tentacules.

Les piquants des oursins (fig. 159, p. 189) sont des dépendances du squelette cutané et sont articulés sur des saillies du test. Des muscles particuliers les mettent en mouvement. Notons, enfin, à la surface des étoiles de mer et des oursins, la présence d'appendices particuliers souvent calcaires, qu'on a appelés *pédicellaires* (*pedicellus*, petit pied). Ce sont des piquants terminés par deux ou trois branches mobiles pouvant jouer le rôle de pinces.

En tenant compte de la forme du corps et des différences d'organisation on peut donc ranger les **Échinodermes** dans les *classes* suivantes :

			Classes.	
Corps de forme étoilée.	Bouche ventrale.	{	Rayons prolongeant le disque.	<i>Astérides.</i>
			Rayons articulés au disque.	<i>Ophiures.</i>
Corps sphérique.	Bouche dorsale.	{	Animaux fixés pendant quelque temps.	<i>Crinoïdes.</i>
				<i>Oursins.</i>
Corps cylindrique.				<i>Holothuries.</i>

CHAPITRE IV

ANNELES

Animaux dont le corps est le plus souvent composé d'une succession d'anneaux. Chez les uns, le corps annelé ou non annelé est formé de deux moitiés symétriques ; il est muni habituellement d'appendices non articulés : ces êtres constituent le *sous-embranchement* des **Vers** ; chez les autres, les anneaux du corps sont pourvus d'appendices constitués par des articles mis bout à bout : ils comprennent le *sous-embranchement* des **Articulés**.

§ 1. — **Vers.**

1° **Vers.** — On donne le nom de *Vers* à un grand nombre d'animaux qui offrent une conformation plus ou moins semblable à celle du *ver de terre*. Ils présentent des formes et une organisation des plus variées. Aussi convient-il de les grouper en deux grandes divisions ou *classes* :

A. — **Vers plats ou Plathelminthes.**

B. — **Vers le plus souvent cylindriques.**

A. — **Vers plats ou Plathelminthes.** — Vers à corps aplati et souvent armés de ventouses. Ils comprennent 5 *ordres* :

1° **Turbellariés.** — Ce sont des vers plats, qui vivent en liberté dans l'eau douce ou salée ; ils manquent de ventouse et leur corps, qui est très rarement annelé, est recouvert partout de cils vibratiles. Ceux-ci, s'agitant dans l'eau, produisent un mouvement continu, qui pousse l'animal en avant : de là le nom de **Turbellariés** (*turba*, trouble) qui leur a été donné.

Parmi les espèces d'eau douce, je cite les planaires (*planus*, aplati), dont le corps ovale et allongé atteint la taille de 1 à 2 centimètres.

2° **Trématodes.** — Ils comprennent des vers plats, parasites, à

corps non annelé et sans cils vibratiles sur l'enveloppe cutanée ; ils se fixent à l'aide de ventouses. On les a appelés **Trématodes** (*tréma*, pertuis), parce que les ventouses ressemblent à des orifices dont le corps serait percé.

Je cite, comme exemple de trématodes, la *douve du foie* (fig. 551).

3° **Cestodes**. — Vers plats, très allongés, formés par une succession d'anneaux qui leur donne l'aspect d'un ruban festonné ;

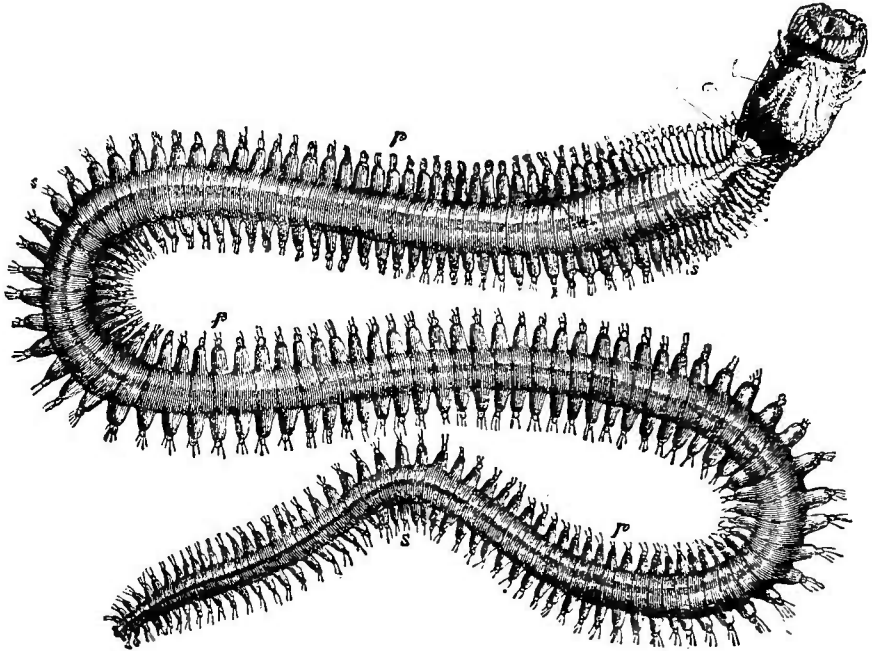


Fig. 527. — Annélide polychète (*Nephtys*) adulte.

t, trompe; *a*, tête; *c*, antennes; *p*, rames dorsales; *s*, soies garnissant les rames.

d'où leur nom *Cestodes* (*cestos*, feston). Ils sont parasites, sans revêtement cilié, sans tube digestif et pourvus d'organes servant à les fixer, Exemple : *ténias* ou *vers solitaires* (fig. 54, p. 65).

B. Vers cylindriques. — 1° **Annélides.** — Ces animaux, dont deux individus sont figurés en 527 et 528, sont composés, comme les articulés, d'une succession d'anneaux. Ils possèdent un corps soit cylindrique, soit plus ou moins aplati, et sont formés par une suite de segments analogues. Aussi ces vers méritent-ils le nom d'*annélides* (*annulus*, petit anneau).

En tenant compte de la présence de soies implantées sur le corps ou de leur absence, on peut diviser les annélides en **chétopodes** (*chaité*, crinière; *pous*, *podos*, pied), et en *Hirudinées*. Ces dernières se meuvent au moyen de ventouses placées aux deux extrémités de leur corps.

a. **Chétopodes.** — Les **chétopodes**, qui ont de nombreuses soies,

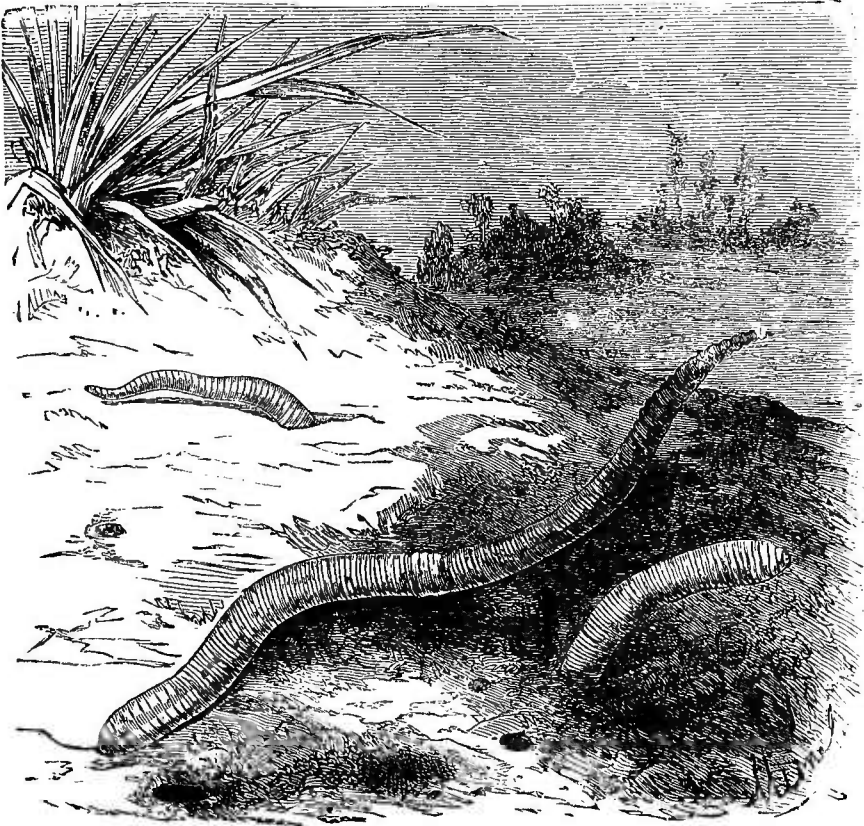


Fig. 528. — Ver de terre ou Lombric.

forment la subdivision des **polychètes** (*polys*, beaucoup). Les soies sont implantées dans des dépressions de la peau (fig. 57, p. 65), ou bien sur les mamelons dits *pieds* (fig. 527). Les uns vivent dans des tubes de consistance parcheminée (fig. 57, D) ou calcaire; les autres nagent librement dans l'eau.

Les vers de terre, ou lombrics, se rapprochent beaucoup, par leur organisation, des vers marins que nous venons de décrire; mais ils n'ont que peu de soies sur le corps et manquent de pieds,

de cirres et de tentacules. De là le nom d'**Oligochètes**, donné à ce groupe (*oligos*, peu). Ils vivent dans la terre ou dans la vase (fig. 528).

b. Hirudinées. — Les sangsues (fig. 529) ou *hirudinées* (*hirudo*, sangsue) sont des vers à corps aplati et annelé, manquant de soies. Elles possèdent, à l'extrémité du corps opposée à la bouche, une grosse ventouse qui sert à faire le vide et à les fixer ; chez la

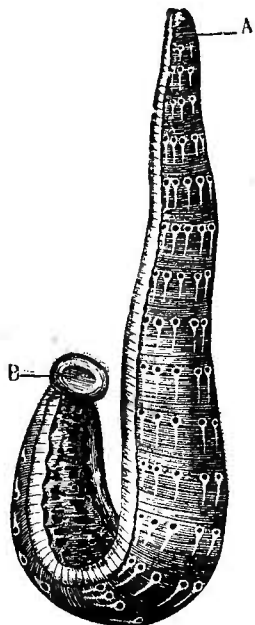


Fig. 529. — Sangsue.

A, extrémité antérieure ;
B, extrémité postérieure
avec sa ventouse.



Fig. 530.
Rotifère.

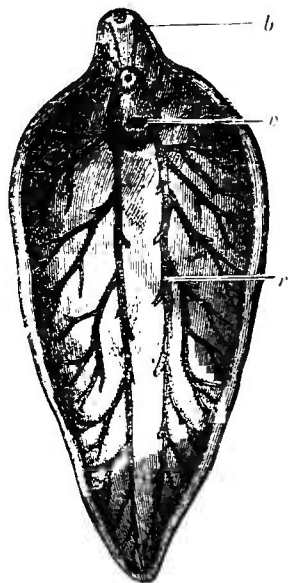


Fig. 531. — Douve du Mouton
(grossie).

b, bouche ; v, ventouse ; r,
branches du tube digestif.

sangsue employée en médecine les lèvres qui entourent la bouche forment une seconde ventouse présentant des plis longitudinaux. Trois mâchoires sont disposées dans la bouche ; leur bord libre est dentelé en forme de scie. A l'aide des mouvements des mâchoires et des dents, la sangsue entame la peau des animaux pour en sucer le sang.

2° **Rotifères.** — On rencontre dans les mousses humides des vers microscopiques (fig. 530), dont la partie postérieure du corps ou queue est annelée et dont la partie antérieure porte un ou

deux cercles de cils. Le mouvement de ces cils rappelant celui d'une roue tournante, leur a fait donner le nom de *Rotifères* (*rota*, roue; *fero*, je porte).

3° **Nématodes.** — Ce sont des vers ronds, non annelés, ressemblant à un fil; d'où leur nom (*néma*, fils; *éidos*, forme).

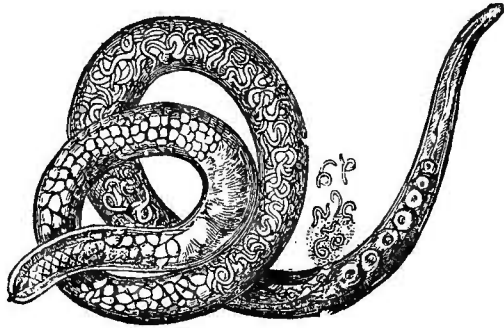


Fig. 552. — Trichine (très grossie, remplie de jeunes et en état de ponte).

Exemples : Trichine (fig. 552) et *ascaris lombricoïde* qui sont parasites; anguillules du vinaigre ou du blé.

4° **Bryozoaires.** — Ce sont des animaux dont l'aspect rappelle

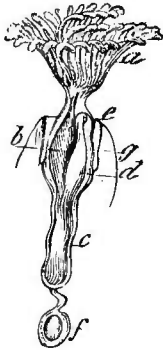


Fig. 553. — Bryozoaire (Plumatelle).

a, panache branchial; *b*, œsophage; *c*, estomac; *d*, intestin; *e*, anus; *f*, œuf.

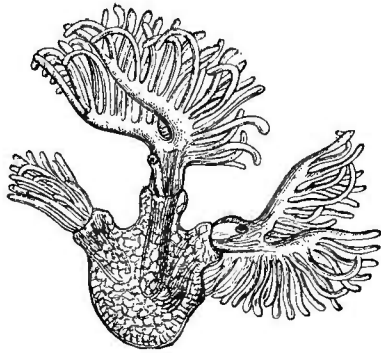


Fig. 554. — Colonie de bryozoaires (Cristatelles), avec leurs branchies étalées en forme de panache.

celui des algues et des mousses; de là leur nom de *Bryozoaires* (*bryon*, mousses; *zoon*, animal). Ils ressemblent à des colonies de Cœlentérés; la partie buccale de leur corps est entourée d'une couronne de tentacules formant panache; mais ce ne sont pas des Cœlentérés, puisque l'orifice buccal est suivi d'un tube digestif

à parois distinctes de celles du corps et terminé par un anus. L'animal est enfermé dans une coque cornée ou parcheminée (fig. 333 et 334).

5° **Brachiopodes.** — Animaux enveloppés d'un manteau, formé de deux replis, l'un ventral, l'autre dorsal et sécrétant chacun une coquille. La bouche est munie de deux prolongements ou bras enroulés en spirale; on les a comparés à un pied, ce qui leur a valu le nom de *brachiopodes* (*brachion*, bras; *pous*, *podos*, pied).

Le tableau suivant résume les principaux *ordres*, que comprennent les deux *classes* de Vers :

		Ordres.	
A. VERS PLATS	{	non annelés } revêtement cutané cilié.	<i>Turbellariés.</i>
		} revêtement cutané non cilié; ven-	<i>Trématodes.</i>
		annelés et rubanés.	<i>Cestodes.</i>
B. Vers le plus souvent cylindriques.	{	Vers annelés } Pourvus de soies.	<i>Chétopodes.</i>
		ou Annélides } Pourvus de ventouses.	<i>Hirudinées.</i>
		Vers annelés en partie.	<i>Rotifères.</i>
		Vers non annelés. } filiformes	<i>Nématodes.</i>
		} avec tentacules.	<i>Bryozoaires.</i>
		} avec bras spiralés et coquille	<i>Brachiopodes.</i>

§ 2. — Articulés.

Si l'on examine un mille-pieds (fig. 359), une libellule (fig. 545), un scorpion (fig. 337) et une écrevisse (fig. 555), on remarque que leur corps est composé d'une suite d'anneaux *articulés*. Ceux-ci sont tous semblables entre eux sur le mille-pieds, et chacun porte une paire d'appendices, formés d'une série d'articles mis bout à bout. La libellule, le scorpion et l'écrevisse ont encore des appendices articulés, mais dont la forme diffère à la partie antérieure, moyenne et postérieure du corps. On donne le nom d'*Articulés* à ces animaux formés d'anneaux, munis d'appendices à jointures (*articulus*, jointure, articulation); ceux-ci, servant d'organes de locomotion, les ont fait aussi appeler **Arthropodes** (*arthron*, articulation; *pous*, *podos*, pied, pied articulé).

Parmi les articulés, il en est qui respirent dans l'eau ou dans une atmosphère humide; tels sont l'écrevisse, le homard, le cloporte; ils forment la classe des *Crustacés*.

La plupart des Articulés respirent dans l'air: les uns ont un grand nombre de paires de pattes et constituent les *Myriopodes*;

les autres ont quatre paires de pattes, ce sont les *Arachnides* (araignées); d'autres, enfin, ont trois paires de pattes, comme le papillon et le hanneton; ces derniers forment la classe des *Insectes*.

Le *sous-embranchement* des Articulés se divise ainsi en 4 classes : a) crustacés; b) arachnides; c) myriopodes; d) insectes.

a. **Crustacés.** — Les Articulés qui, comme l'écrevisse, vivent dans l'eau et respirent par des branchies comme les poissons,

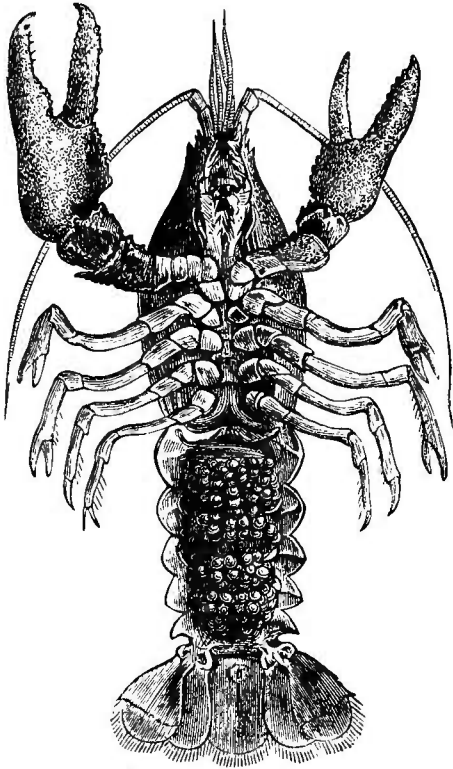


Fig. 555. — Écrevisse femelle vue en dessous.

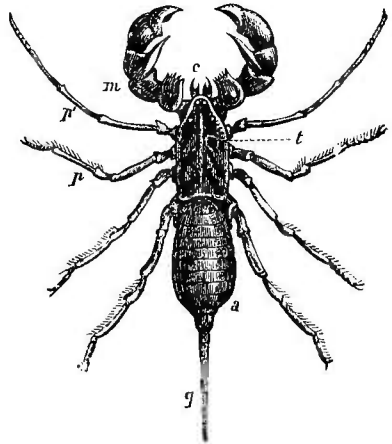


Fig. 556. — Télyphone.

c, chélicères; *m*, pattes-mâchoires
p', paire de pattes tactiles; *p*, patte
ambulatoires; *t*, céphalo-thorax; *a*
abdomen; *g*, queue ou post-abdo-
men.

constituent la classe des **Crustacés**. Ce nom a été attribué à ce groupe d'animaux à cause de l'enveloppe souvent rigide qui recouvre leur corps (*crusta*, croûte).

Le type des crustacés est représenté par l'écrevisse, le homard et la langouste. La tête et le thorax sont protégés par une sorte de cuirasse appelée *carapace*; la tête porte, outre les yeux supportés par des pédoncules, deux paires d'appendices articulés, les *antennes*; la bouche est garnie de tous côtés par une série d'appendices constituant les lèvres, les mâchoires et les pattes-

mâchoires. Le thorax supporte cinq paires de pattes servant à la progression ; ces divers animaux ont reçu, pour ce motif, le

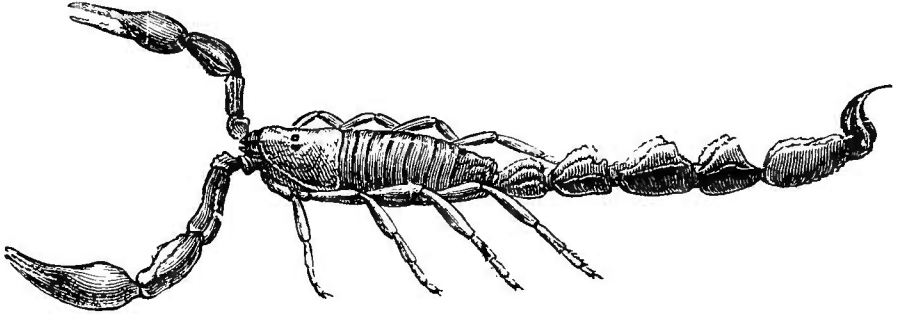


Fig. 557. — Scorpion tunisien.

nom de **décapodes** (*déca*, dix). L'abdomen lui-même est pourvu

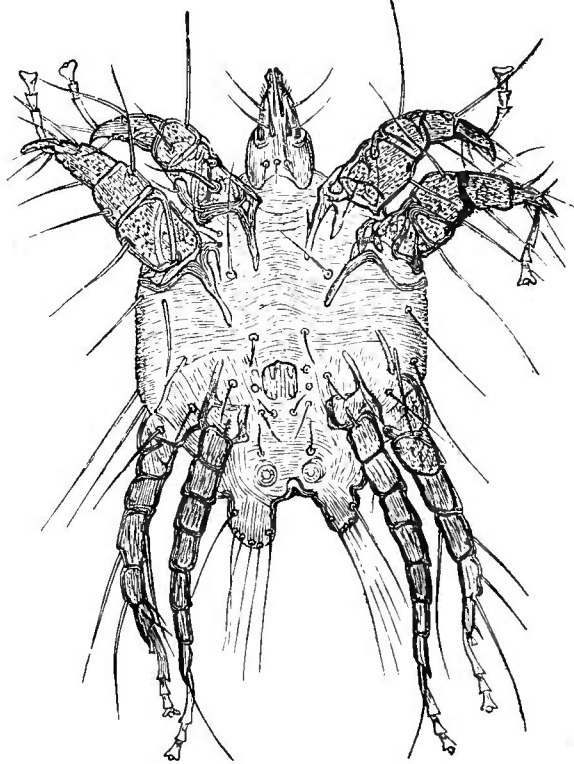


Fig. 558. — Acarien voisin du Sarcopite de la gale.

d'appendices servant chez la femelle, par exemple, à porter les œufs.

Outre les décapodes, il existe de nombreux crustacés dont la forme varie beaucoup suivant les espèces et qui mènent une existence libre soit dans les eaux, soit dans les endroits humides. D'autres, enfin, tels que les balanes et les anatifes, ne sont libres que dans le jeune âge, tandis qu'à l'état adulte, ils se fixent sur un rocher ou sur le corps d'un animal marin en s'enveloppant d'une coquille qui les protège. D'autres encore sont parasites.

Les Crustacés se subdivisent en nombreux *ordres*, dont l'organisation est très différente, mais tous présentent les caractères suivants : *ils respirent par la peau ou aux moyens de branchies, et sauf les antennes antérieures, qui sont simples, les autres appendices du corps affectent la forme de pattes bifurquées.*

b. Arachnides. — Ce sont des articulés, comme le scorpion, dont la tête et le thorax sont réunis en un céphalo-thorax et portent quatre paires d'appendices locomoteurs : ces animaux forment la classe des **Arachnides** (*arachné*, araignée). Autour de la bouche des Arachnides on trouve deux paires d'appendices chélicères (fig. 556, *c*) et pattes-mâchoires (*m*).

Les Arachnides présentent des formes variées.

Chez les araignées le céphalothorax est séparé de l'abdomen par un étranglement. Elles forment l'ordre des *Aranéides* (*aranéa*, araignée).

On trouve dans les régions tropicales des animaux voisins (*Phryné* de l'Amérique du Sud et *Télyphone* de Java), chez lesquels l'abdomen se continue par un prolongement appelé queue ou *post-abdomen* (*post*, après) (fig. 556).

Ensuite, les scorpions ont non seulement un abdomen allongé, mais encore un post-abdomen formé de six anneaux (fig. 257).

Enfin, les mites du fromage, le sarcopte de la gale (fig. 558), ont un corps ramassé où les articles sont soudés et peu distincts ; ils forment l'ordre des *Acariens* (*acari*, sorte de petits insectes).

En résumé, nous distinguons 4 *ordres* dans la classe des Arachnides ; ce sont : 1° les *Aranéides* ; 2° les *Phrynoïdes* ; 3° les *Scorpionides* ; 4° les *Acariens*.

c. Myriopodes. — Ce sont des *Articulés* qui ont une tête suivie de nombreux anneaux semblables, chacun pourvu d'une ou de deux paires de pattes ; ils constituent la classe des **Myriopodes** (*myrioi*, dix mille)

La face dorsale de la tête des *myriopodes*, ainsi que celle des

insectes porte une paire d'appendices articulés servant au toucher ou à l'odorat : on les appelle *antennes* (fig. 559).

Les Myriopodes comprennent deux *ordres* : celui des *Iules* (deux paires de pattes sur chaque anneau du corps) et celui des *Scolopendres* (une seule paire de pattes sur chaque anneau, fig. 559).

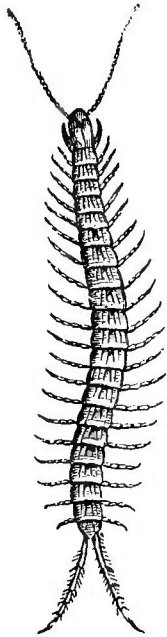


Fig. 559. — Mille-pieds (scolopendre).

d. Insectes. — Les Insectes ont le corps divisé en trois régions : la région postérieure ou *abdomen* présente de nombreux anneaux distincts ; la seconde, région moyenne ou *thorax*, est pourvue de trois anneaux et de trois paires de pattes, et la troisième, région antérieure ou *tête*, est composée de plusieurs anneaux fusionnés. Ils forment la classe des **Insectes** ou **Hexapodes**, c'est-à-dire à six pieds (de *hex*, six).

Comme les autres animaux, les Insectes descendent d'un œuf ; on donne le nom de *larve* (*larva*, masque) au jeune insecte qui sort de l'œuf. A ce stade larvaire, sa forme diffère en général de celle de l'insecte parfait ou adulte. Il subit alors des changements de forme ou *métamorphoses* notables. La larve du hanneton, par exemple (fig. 540, C, D), qu'on désigne sous le nom de *Ver blanc*, ressemble à un ver dont les anneaux thoraciques sont pourvus de trois paires de pattes. Le ver blanc vit, pendant trois ans, sous terre où, à l'aide de ses robustes mâchoires, il se nourrit en rongant les racines des plantes. Dans la quatrième année, il devient immobile, bien que ses antennes, ses pattes et ses rudiments d'ailes existent (A et B) et soient des appendices libres : on lui donne alors le nom de *nymphé* ; la nymphé dorée du ver à soie est dite *chrysalide* (*chrysos*, or). Vers la fin du quatrième été, la nymphé change de peau et l'insecte qui sort de son étui chitineux présente des ailes bien développées. Au printemps suivant il s'envole sur les arbres à l'état d'*insecte parfait*.

La plupart des insectes sont sujets à des métamorphoses semblables à celles du hanneton. Certaines chenilles (larves de papillon), avant de devenir nymphes ou chrysalides, s'enveloppent d'une

substance soyeuse qu'elles sécrètent au moyen d'une glande et qui, durcissant à l'air, constitue une sorte de coque, dite *cocon* (*ver à soie*).

Tous les insectes ne présentent pas des formes identiques à ces divers stades. La larve des mouches (*asticot*) manque de pattes.

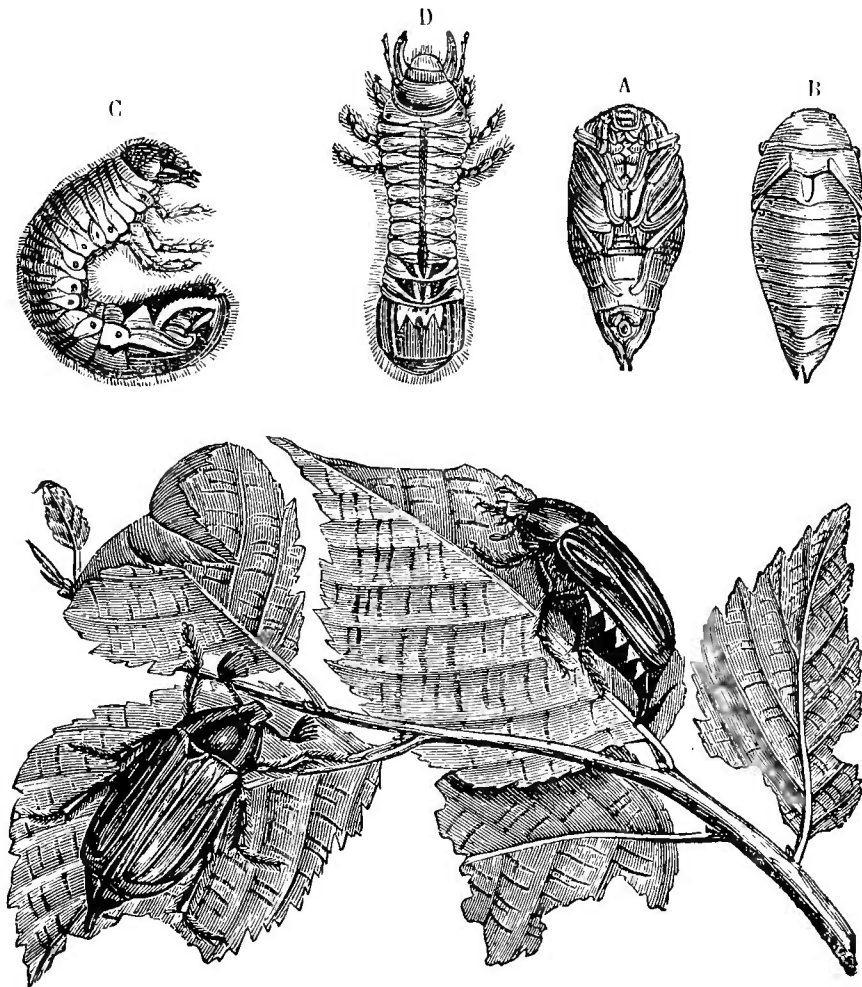


Fig. 540. — C et D, larve de Hanneton vue de profil et en dessus; A et B, nymphes; E, Hanneton adulte.

Lorsque le jeune insecte passe par l'état d'une *larve* dont la forme et les mœurs diffèrent de celles de l'insecte parfait, puis par celui de *nymphes* immobile, on dit qu'il y a *métamorphose complète* (hanneton, abeille, mouche). D'autres enfin, tels que les larves de sauterelles, ne diffèrent des insectes parfaits que par l'absence

d'ailes. Leur développement est le même que celui des autres insectes, mais ils subissent la plupart de leurs transformations pendant qu'ils continuent à se mouvoir librement et à se nourrir : on dit alors qu'il y a *métamorphose incomplète*.

Formes variables et division du travail chez les Insectes. — Beaucoup d'insectes vivent en sociétés nombreuses, dont les membres présentent des formes différentes.

Les abeilles, par exemple, forment des associations qui comprennent 10 000 à 20 000 insectes. On y trouve trois sortes d'individus qui diffèrent par la taille, la conformation des organes et le rôle social. Une *seule* abeille pond des œufs ; c'est la *femelle* ou *reine* (fig. 541, B). Quelques centaines d'autres abeilles sont aptes à féconder les œufs ; on les appelle *mâles* ou *faux-bourdon* (C).

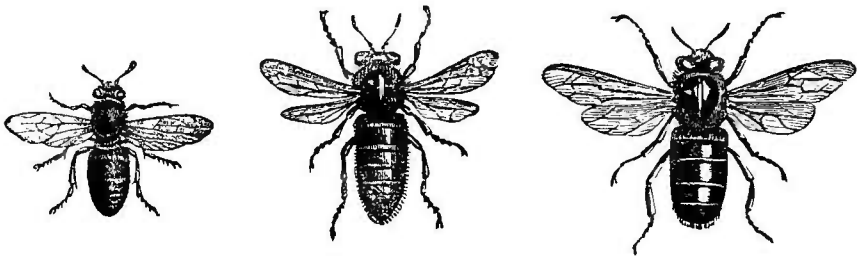


Fig. 541. — Abeille.

A. Ouvrière.

B. Femelle ou reine.

C. Mâle ou faux-bourdon.

L'immense majorité des abeilles est chargée de construire la demeure commune, de la défendre et de pourvoir à l'alimentation et à l'éducation des larves ; on donne à cette dernière catégorie le nom d'*ouvrières* (A).

Voici à quelles influences sont dues ces formes différentes et la division du travail qui en résulte. Lorsque les œufs ont été *fécondés*, ils donnent naissance à des *femelles*. Si ces jeunes femelles sont abondamment nourries, elles subissent un développement complet et deviennent des *reines* ; mais lorsqu'elles sont moins nourries, elles produisent des *ouvrières*, qui représentent des femelles à organes génitaux rudimentaires. Enfin, quand les œufs de la même reine n'ont pas été fécondés, ils ne donnent naissance qu'à des mâles ou *faux-bourdon*s.

Classification des insectes. — Le nombre des espèces d'insectes s'élève à plus de quatre cent mille. Ces animaux diffèrent entre

eux par les métamorphoses plus ou moins complètes qu'ils subissent au sortir de l'œuf, leur armature buccale, par leur régime et par la structure de leurs ailes.

1° *Lépidoptères*. Les papillons sont munis de mâchoires allongées disposées chacune en un demi-canal, qui, en se juxtaposant, forment une *trompe*, recourbée à l'état de repos, mais susceptible d'extension (voir p. 66). De cette façon, ils peuvent aller pomper le nectar dans la corolle des fleurs. Leurs ailes sont recouvertes d'une poussière composée d'écaillés; de là le nom de **Lépidoptères** (*lépis*, écaillés; *ptéron*, aile), donné à cet ordre d'Insectes. Ils présentent des métamorphoses complètes.

2° *Diptères*. Chez les mouches, comme la mouche domestique, le cousin, etc., les appendices buccaux sont disposés en une trompe munie d'un stylet aigu capable de perforer les tissus (voir p. 66); leurs ailes antérieures sont des lames membraneuses servant au vol, tandis que les ailes postérieures ne sont que des tigelles boutonnées, appelées *balanciers*; elles forment le groupe des **Diptères** (*dis*, deux). Les diptères passent par des métamorphoses complètes.

3° *Rhynchotes*. Les punaises et les pucerons sont des insectes présentant encore une trompe avec des pièces propres à perforer les téguments des animaux ou des végétaux dont ils sucent les humeurs. Leurs ailes antérieures sont dures, demi-cornées à leur base, tandis que le restant est membraneux. On leur donne le nom d'**Hémiptères** (*hémi*, demi). Le *phylloxera*, gros à peine d'un millimètre, est une espèce de puceron : soutirant par milliers les sucs à la vigne, il finit par épuiser et faire périr la plante.

C'est à côté des hémiptères, parasites des végétaux, qu'il faut placer les insectes qui sont dépourvus d'ailes, et qui forment les différentes espèces de *poux* vivant en parasites sur les mammifères et les oiseaux. Ils ont une trompe formée par les pièces buccales et disposée pour piquer et sucer. Ils forment le groupe des insectes *aptères* (*a*, privatif).

Les cigales sont pourvues d'ailes coriaces et membraneuses et ressemblent à cet égard aux sauterelles: mais elles possèdent un rostre très allongé, caractère qui permet de les réunir aux hémiptères et aux aptères et d'en faire le groupe des **Rhynchotes** (*rhynx*, bec). Les uns et les autres passent par des métamorphoses incomplètes.

4° *Hyménoptères*. Les abeilles, les guêpes, les bourdons, les fourmis ont des mandibules disposées pour broyer. Quant aux

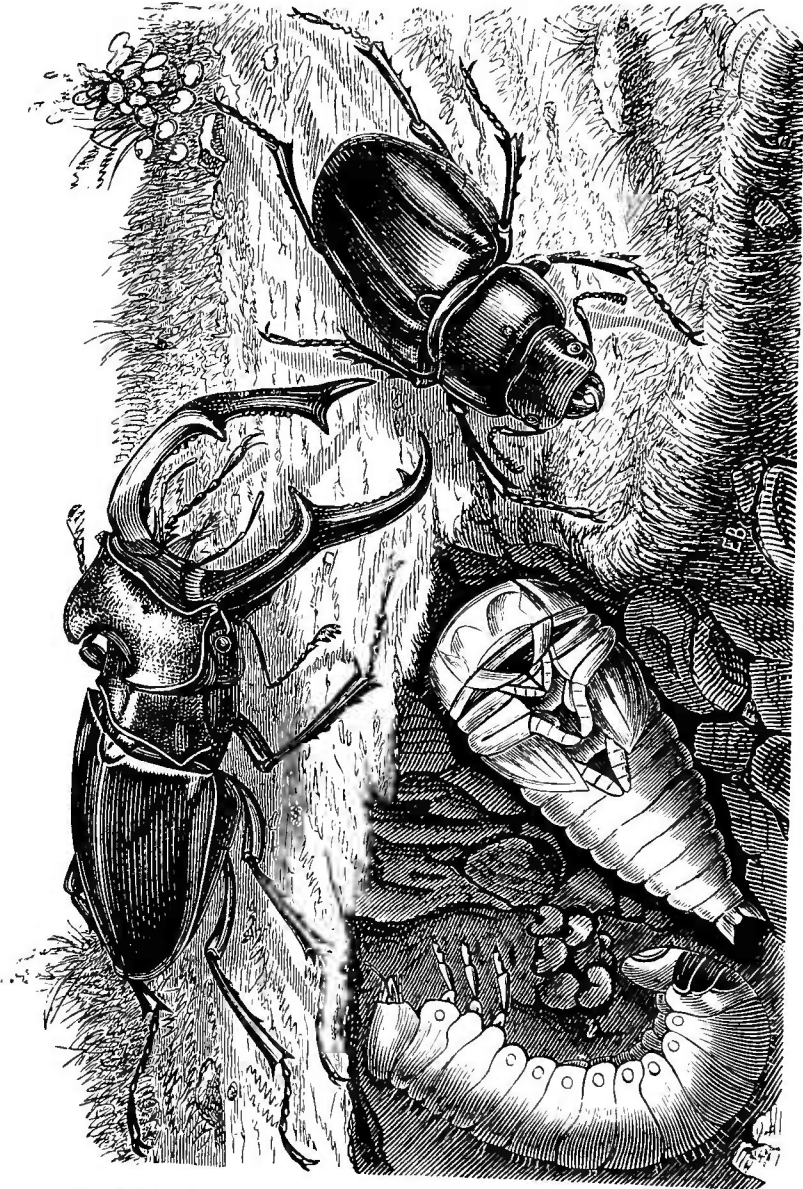


Fig. 542. — Cerfs-volants mâle et femelle; nymphe et larve.

mâchoires, elles ont pris, chez les abeilles, par exemple, la forme de grandes lamelles membranenses; la lèvre inférieure s'est allon-

gée en une languette tubuleuse dont le bout est renflé. Elle est recouverte de plus par les palpes des mâchoires et constitue une sorte de trompe servant à puiser les sucs. Ces insectes présentent la plupart quatre ailes membraneuses transparentes et parcourues par des nervures largement espacées. Ils constituent l'ordre des **Hyménoptères** (*hymen*, membrane) et subissent des métamorphoses complètes.

5° *Coléoptères*. Les cerfs-volants ou lucanes, les hannetons, les cétoines, les dytiques, les carabes, ont des ailes antérieures affectées

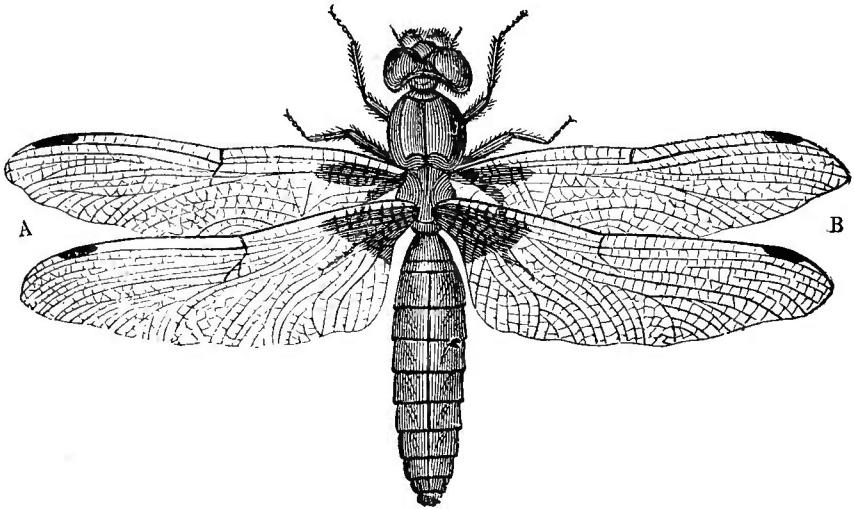


Fig. 545. — Libellule.

tant la forme de lames dures, épaisses et opaques, appelées *élytres* (*élytron*, enveloppe en forme d'étui). Ceux-ci recouvrent les ailes postérieures, membraneuses, pliées en dessous des premières et seules propres au vol. A raison de cette conformation, ces insectes forment l'ordre des **Coléoptères** (*coléos*, étui). Ces insectes ont les pièces buccales disposées pour broyer (fig. 60); ils subissent des métamorphoses complètes (fig. 542).

6° *Orthoptères*. Les grillons, les courtilières, les sauterelles, les criquets, les mantes, les blattes, les perce-oreilles, ont des ailes antérieures étroites et dures, les ailes postérieures larges et membraneuses, et pouvant se replier en éventail. Ce dernier caractère a fait donner au groupe le nom d'**Orthoptères** (*orthos*, droit).

7° *Névroptères*. Les termites ou fourmis blanches des pays

chauds, les libellules (fig. 543), les éphémères ont quatre ailes membraneuses et parcourues de nervures formant par leurs ramifications un réseau serré. On les appelle pour ce motif des **Névroptères** (*neuron*, corde, nervure). Les phryganes, les fourmiliions, les panorpes s'en rapprochent par la conformation de leurs ailes, mais au lieu de métamorphoses incomplètes comme les premiers, ils passent par des métamorphoses complètes.

Le tableau suivant résume le groupement de la *classe* des Insectes en *ordres* :

INSECTES dont les pièces buccales servent à la suction.	}	Trompe, 4 ailes écailleuses.	<i>Lépidoptères.</i>	
		Trompe avec stylets servant à perforer.	} 2 ailes membraneuses	<i>Diptères.</i>
				Bec allongé
INSECTES dont les pièces buccales sont disposées pour broyer.	}	4 ailes membraneuses.	<i>Hyménoptères.</i>	
		Élytres.	} 2 ailes membraneuses	<i>Coléoptères.</i>
				2 ailes membraneuses, pliées en long
		4 ailes membraneuses avec nervures ramifi	<i>Névroptères.</i>	

CHAPITRE V

MOLLUSQUES

Si nous considérons l'escargot des vignes (fig. 346), la limace, l'huitre (fig. 544), et la seiche (fig. 545), nous voyons que ces animaux sont pourvus d'un corps mou, recouvert d'une peau visqueuse; d'où le nom de *Mollusques* donné au groupe (*mollis*, *mollusca*, mou). Souvent leurs téguments sécrètent une coquille

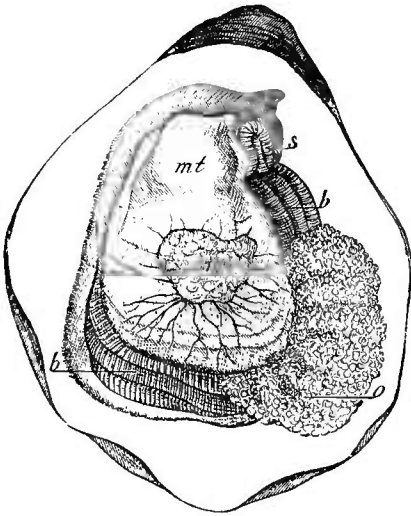


Fig. 544. — Huitre (dont l'une des valves de la coquille a été enlevée).

mt, manteau; *m*, muscle reliant les deux valves, servant à les fermer et coupé ici; *b*, branchies; *s*, voiles ou palpes entourant la bouche; *o*, œufs.

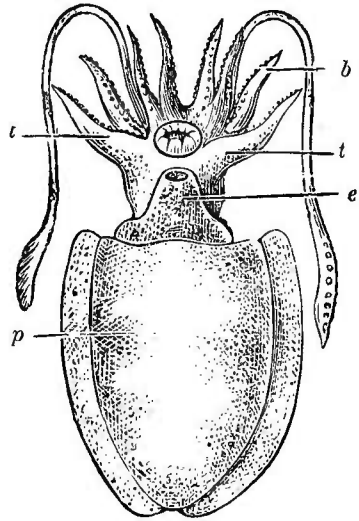


Fig. 545. — Seiche (vue en dessous).

t, tête; *b*, bras; *p*, poche renfermant les viscères; *e*, entonnoir.

formée d'une ou de deux valves, qui constituent leur squelette cutané.

Le corps ovoïde de la seiche (fig. 545) laisse distinguer deux régions, l'une antérieure formée par la tête et par des appendices, tentacules ou bras, et l'autre postérieure, en forme de poche, qui enveloppe le manteau et qui renferme les viscères. Les bras

sont les organes de préhension ou de fixation formés aux dépens de la portion ventrale de l'animal ou *piéd*; d'où le nom de **Céphalopodes** qu'ils ont reçu (*céphalé*, tête; *pous*, *podos*, piéd).

L'escargot et les animaux voisins ont un corps qui laisse reconnaître quatre parties (fig. 546) : 1° une *tête*, pourvue de deux ou quatre tentacules; 2° une masse ventrale musculieuse ou *piéd* (*p*) aplati, et 3° un *manteau* impair et une *coquille*, contournés fort souvent en spirale et 4° la masse viscérale. Ils forment l'ordre des **Gastéropodes** (*gaster*, ventre).

L'huître et la moule, au contraire, ont un corps aplati latéralement : de sa face dorsale part de chaque côté un repli cutané, le

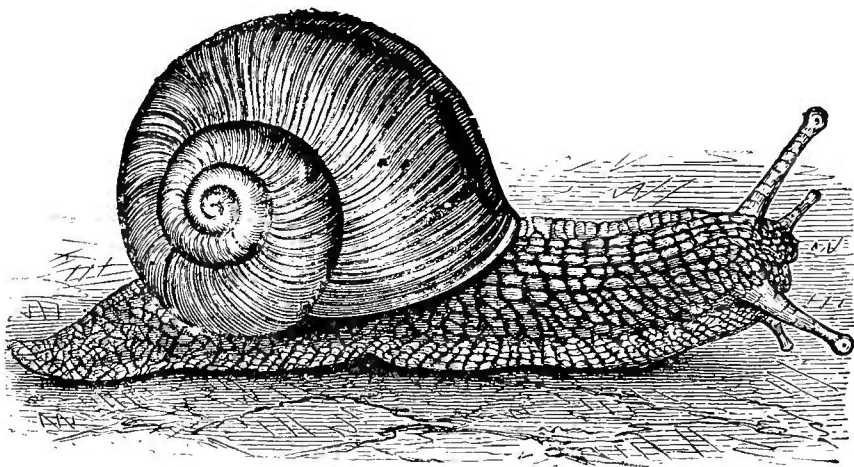


Fig. 546. — Escargot des vignes.

manteau, et sa partie ventrale se termine par un épaississement, le *piéd*. Les deux lobes du manteau qui sont pairs sécrètent ordinairement chacun une valve formant la coquille.

La bouche se trouve sur une région qui n'est pas distincte du corps; d'où absence de tête, ce qui leur a fait donné le nom d'**Acéphales** (*a*, privatif). Grâce à leurs branchies lamelleuses, les acéphales méritent encore le nom de *Lamellibranches* (Voir p. 157).

Chez certains *Acéphales* (huître, moule), les bords du manteau qui entourent l'animal comme la couverture d'un livre, restent fibres du côté ventral; chez d'autres (bucardes, solen, taret) ils se soudent sur une étendue plus ou moins grande et ne laissent que trois ouvertures : l'une antérieure pour le passage du piéd et deux postérieures plus ou moins allongées en siphons. Le siphon

ventral donne entrée à l'eau et aux aliments, tandis que le siphon dorsal sert au rejet des matières fécales et de l'eau qui a passé sur les branchies.

Il est des mollusques marins voisins des *Gastéropodes*, dont la coquille aplatie est formée de huit plaques transversales allongées. On les appelle *Chitons*. Le corps est composé de deux moitiés symétriques; les reins (fig. 155, p. 155) sont pairs et le système nerveux est composé de deux cordons également pairs et munis de renflements ganglionnaires.

Les *Gastéropodes* comprennent des mollusques de forme variée, mais ils possèdent une tête munie de deux yeux, un pied servant à la locomotion, un manteau et une coquille simples. Nous citons la patelle, l'haliotide, la paludine, etc. Quand l'un des poumons, ou l'une des branchies, s'est atrophié, il n'existe plus qu'une unique oreillette dans le cœur (Voir p. 113).

Quant aux *Céphalopodes*, tels que le poulpe et la seiche, ils présentent une organisation supérieure à celle des autres Mollusques. Notons l'existence d'un tube ou *entonnoir* (fig. 345 e) qui communique avec la cavité du manteau et sert à rejeter : 1° l'eau qui a servi à la respiration; 2° les matières fécales; 3° le produit noir comme de l'encre (*sépie*), qui est sécrété par une glande spéciale (*poche du noir, poche à encre*). Insistons encore une fois sur les faits suivants : 1° le système vasculaire des Céphalopodes est *clos* presque partout, c'est-à-dire que les veines sont réunies aux artères par des capillaires à parois propres et 2° des poches contractiles ou cœurs se sont développées, comme dans le système vasculaire des Vertébrés, aussi bien sur les vaisseaux à hémolymphe oxygénée que sur ceux à hémolymphe non oxygénée (Voir p. 114). Les Céphalopodes ont *deux* branchies, sauf le nautilé qui en possède *quatre*.

En résumé, nous distinguons trois classes de Mollusques :

- | | | |
|---|---|---|
| A. Mollusques à région buccale confondue avec le corps. | { | Acéphales ou Lamel-
libranches
(huitre, moule, solen). |
| B. Mollusques à tête | { | Coquille spirale, pied en disque. { <i>Gastéropodes</i>
(colimaçon, limace). |
| | { | Bras autour de la bouche. { <i>Céphalopodes</i>
(poulpe, seiche). |

CHAPITRE VI

VERTÉBRÉS

Nous avons vu (p. 410) comment Lamarck a établi que la *vertèbre* caractérise les animaux *vertébrés*. Mais cette caractéristique fait défaut dans les deux cas suivants : 1° chez *tous* les vertébrés, à leurs premiers stades de développement, alors que le squelette se réduit à une tige médiane, qui s'étend dans l'axe du corps, au-dessous de la moelle épinière, et qui s'appelle *corde dorsale* (fig. 182, *cd*, p. 219) ; 2° chez un poisson inférieur, qui porte le nom d'*amphioxus* et chez lequel la corde dorsale persiste toute la vie. L'*amphioxus*, au même titre que les embryons de vertébrés, rentre dans la catégorie des Vertébrés, parce que les autres traits de son organisation le rapprochent de cet embranchement.

Parmi les Vertébrés, on distingue un premier groupe formé par les *Poissons*, qui ont une respiration aquatique et la peau nue ou couverte d'écailles.

Un second groupe de Vertébrés comprend des animaux, tels que la grenouille, le triton, possédant une respiration aquatique dans le jeune âge ou toute la vie, et pourvus d'une peau nue, lisse et visqueuse. On les nomme **Batraciens** (*batrachos*, grenouille) ou encore **Amphibiens** (*amphi*, de part et d'autre ; *bios*, vie), parce qu'ils peuvent vivre à terre et dans l'eau.

D'autres Vertébrés, tels que la tortue, le lézard, le serpent, ont la peau recouverte d'écailles, et, comme les mammifères et les oiseaux, respirent toute la vie au moyen de poumons : on les appelle **Reptiles** (*reptare*, ramper), parce que, dans leur mode de progression, ils traînent le corps à terre.

D'autres Vertébrés encore ont des plumes ; ce sont les *Oiseaux*.

D'autres enfin, dont fait partie l'homme, possèdent des glandes spéciales, ou *mamelles*, sécrétant le lait dont ils nourrissent les jeunes : ce sont les **Mammifères** (*mamma*, mamelle ; *fero*, je porte). Leur peau est munie de poils : d'où le nom de **Pilifères**

(*pilus*, poil) que leur a donné le grand zoologiste français de Blainville, vers 1820.

Les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les batraciens et les poissons constituent ensemble une grande division du règne animal, à laquelle on donne le nom d'*embranchement* ou de *type*. L'embranchement des Vertébrés comprend, en effet, des animaux munis, comme l'homme, d'un squelette interne. Ce squelette constitue une colonne de sustentation à tout le corps. Ses prolongements circonscrivent deux tubes : l'un dorsal, renfermant les principaux centres nerveux, l'autre ventral, logeant le canal alimentaire et les organes principaux de la vie de nutrition.

En résumé, les Vertébrés peuvent être divisés en cinq *classes* :

1° **Poissons** ; exemples : carpe, raie, etc.

2° **Batraciens** ; exemples : grenouille, triton, etc.

3° **Reptiles** ; exemples : lézard, serpent, tortue, etc.

4° **Oiseaux** ; exemples : coq, dindon, moineau, etc.

5° **Mammifères** ; exemples : homme, cheval, lapin, lion, etc.

§ 1. — Poissons.

Les Poissons sont des Vertébrés dont la forme du corps rappelle toute la vie celle du têtard de grenouille. La plupart vivent dans l'eau toute la vie, respirent au moyen de branchies et ont le corps revêtu d'écaillés (fig. 162, p. 191).

En tenant compte de la nature du squelette, on peut répartir les poissons dans les *sous-classes* suivantes :

Squelette conjonctif (pas de vertèbres).	1. <i>Amphioxus</i> .
Squelette en grande partie cartilagineux.	2. <i>Poissons cartilagineux</i> (lamproie, requin, esturgeon, raie).
Squelette osseux.	3. <i>Poissons osseux</i> (brochet, carpe, hareng, sardine).

§ 2. — Batraciens ou Amphibiens.

Les Batraciens (salamandre, grenouille) ont un revêtement cutané qui ressemble à celui des muqueuses ; c'est une peau qui est en général lisse et visqueuse. Un grand nombre de ces animaux respirent toute la vie au moyen de branchies et conservent une forme allongée comme les poissons (triton). D'autres, tels que la grenouille et le crapaud, ont dans leur jeune âge des bran-

chies et une queue, mais ils les perdent plus tard, et respirent à l'aide de poumons. Certains batraciens passent ainsi par une série d'états successifs, analogues à ceux que nous ont présentés les insectes, à partir de leur sortie de l'œuf jusqu'à l'époque adulte. Ils subissent des métamorphoses comme ces derniers (fig. 127, p. 159).

Ces faits permettent de grouper les Batraciens de la façon suivante :

		Ordres.
BATRACIENS CONSERVANT LEURS BRANCHIES.		<i>Pèrennibranches</i> (protée).
BATRACIENS } Manquant de membres.	{	<i>Apodes</i> (écélie).
perdant leurs } Munis toujours d'une queue.		<i>Urodèles</i> (salamandre).
branchies. } Privés de queue à l'état adulte		<i>Anoures</i> (grenouille).

§ 5. — Reptiles.

Les Reptiles (tortues, crocodiles, lézards, serpents) ont la peau recouverte d'écailles cornées et respirent toute la vie au moyen de poumons.

Le derme des Reptiles présente, en effet, une série de saillies en forme de lamelles, qui sont recouvertes d'un épiderme corné : ce sont là les *écailles cornées*. Mais chez beaucoup d'entre eux, le corps même des lamelles dermiques s'ossifie, de sorte qu'il se produit des *plaques* ou *scutelles osseuses*, recouvertes d'écailles cornées (tortues, crocodiles) (fig. 165, p. 192).

En tenant compte des caractères offerts par les membres, les dents et les écailles, on divise les reptiles en 4 ordres.

Dents soudées aux mâchoires.	4 membres.	<i>Lézards.</i>
Bec corné (carapace et plastron)	absence des membres.	<i>Serpents.</i>
Dents implantées dans des alvéoles.	carapace osseuse.	<i>Tortues.</i>
		<i>Crocodiles.</i>

§ 4. — Oiseaux.

Les oiseaux sont des vertébrés qui ont des plumes et un bec corné.

Les plumes sont des productions de l'épiderme comme les poils des mammifères ; le développement de la plume rappelle celui des poils : il se fait aux dépens d'un bourgeon épithélial, qui s'enfonce dans le derme, se couvre de bourgeons secondaires et édifie la tige cornée sur une papille vasculaire plus compliquée,

La base de la plume est creuse et forme le *tuyau*; celui-ci est prolongé par une tige qui porte sur ses côtés des *branches* (*barbes*).

Ces barbes sont garnies de rameaux secondaires (*barbules*). Les barbules sont elles-mêmes barbelées, et les derniers prolongements s'engrènent avec les crochets des barbules voisines, de sorte que l'ensemble de la plume présente une surface continue et résistante qui s'oppose au passage de l'air (fig. 547). Chez les autruches, les barbes

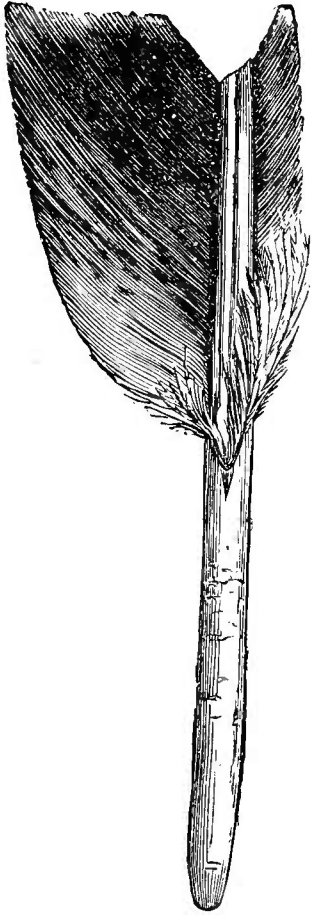


Fig. 547. — Plume à barbes adhérentes.

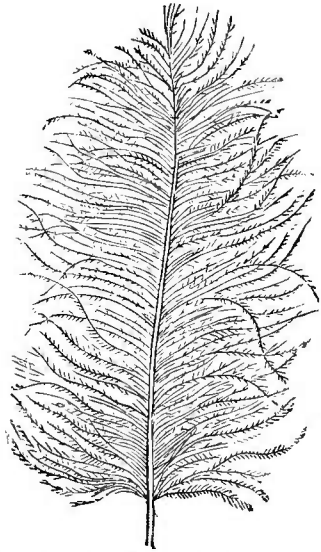


Fig. 548. — Plume à barbules séparées.

sont souples et libres (fig. 548); chez les casoars, les plumes manquent de barbes et ressemblent à des poils rigides ou à des piquants.

On donne le nom de *pennes* (*penne*, plume) aux longues plumes qui garnissent les ailes et la queue des oiseaux. Comme les plumes de l'aile font office de rames, on les distingue par la dénomination de *rémigés* (*remigare*, ramer) de celles de la queue, appelées *rectrices* (*regere*, diriger, gouverner), parce que ces dernières servent de *gouvernail* à l'oiseau pour modifier la direction du vol.

Les petites plumes à tige grêle, à barbules longues et fines, manquant de crochet, portent le nom de *duvet*. Celui-ci est très

abondant chez l'*eider*, oiseau des régions froides ; il est recueilli par les habitants et constitue l'*édredon*.

Les plumes remplissent chez les oiseaux le même rôle protec-

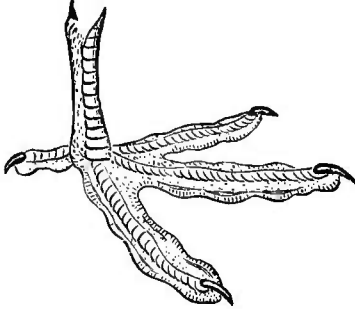


Fig. 549. — Pied de Foulque, échassier dont les orteils sont bordés d'une membrane frangée.

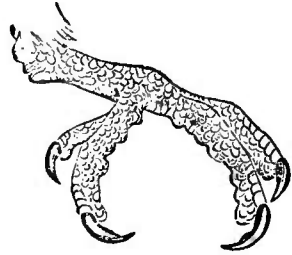


Fig. 550. — Pied d'Oiseau grimpeur.

teur que la robe des mammifères, elles empêchent la déperdition de la chaleur. De plus, elles constituent les organes du vol.

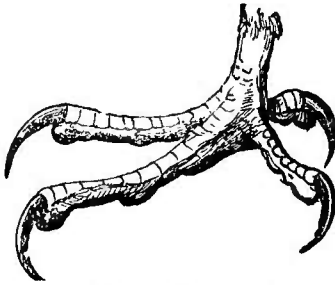


Fig. 551. — Pied d'Oiseau rapace.

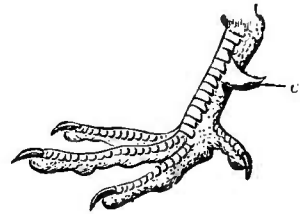


Fig. 552. — Pied de Coq (Gallinacé). c, ergot.

En tenant compte de la conformation du sternum, du bec, des pattes et de la forme des ailes, on divise les Oiseaux en ordres :

<p>Ailes impropres au vol ; absence de <i>brechet</i> (Voir p. 192).</p>	<p><i>Ratites</i> ou <i>Coueurs</i>. <i>Palmipèdes</i>.</p>	
<p>Ailes servant au vol ou à la natation ; <i>brechet</i>. (Voir p. 192.)</p>	<p><i>Grimpeurs</i>.</p>	
<p>Carinatae.</p>	<p>Les deux doigts extrêmes peuvent être dirigés en arrière, <i>serres</i>, bec <i>crochu</i> (aigle). Vol lourd, vivent en troupe (coq). Vol plus puissant (pigeon). Tarse allongé (cigogne) Ongles et bec faibles, oiseaux chanteurs (moineau)</p>	<p><i>Rapaces</i> <i>Gallinacés</i>. <i>Colombidés</i>. <i>Échassiers</i>. <i>Passereaux</i>.</p>

§ 5. — Mammifères.

Les Mammifères (*mamma*, mamelles; *fero*, je porte) sont des vertébrés couverts de poils et pourvus de mamelles. On donne le nom de *mamelles* ou de glandes *mammaires* aux organes qui sécrètent le *lait*.

a) *Glandes mammaires*. — Les mammifères qui viennent de naître ont besoin, pendant un laps de temps dont la durée varie suivant les espèces, d'un aliment particulier, appelé *lait* que l'organisme de la mère fournit au jeune être.

Le nombre de mamelles varie selon le nombre de petits que porte la mère dans chaque groupe; dans l'espèce humaine, les singes, le cheval, etc. il n'existe d'habitude qu'une paire de ces organes.

Les espèces (lapin, chien) qui doivent allaiter plusieurs petits possèdent une double rangée de glandes mammaires situées sur la face ventrale du corps de chaque côté de la ligne médiane.

Quels que soient leur position et leur nombre, la structure des mamelles est identique et c'est d'après un mécanisme analogue qu'elles préparent le lait, qui constitue un aliment complet pour le jeune mammifère. En effet, les albuminoïdes, le sucre, la graisse et les sels se trouvent associés dans ce liquide dans des proportions favorables à la nutrition et au développement du jeune être. Le lait est même l'aliment indispensable des nouveau-nés de tous les mammifères. Aucun autre aliment ne peut remplacer le lait à cet âge. Faute de lait, le jeune mammifère devient maladif et rachitique. Le lait de femme renferme pour 1000 parties, outre le liquide aqueux ou sérum semblable à celui du sang : 1° 25 grammes de graisse; 2° 40 grammes de substance albuminoïde (celle-ci se distingue de la plupart des albuminoïdes en ce qu'elle n'est pas coagulable par la chaleur; c'est la *caséine*); 3° 40 grammes de sucre, le *sucre de lait* ou *lactose*; et 4° 20 grammes de sels minéraux, représentés par des chlorures, des phosphates et des carbonates. Il est à remarquer que les sels de potasse sont plus abondants que ceux de soude et que les phosphates de chaux y sont en grande quantité, ce qui explique l'influence si favorable du lait sur le développement de l'os et du squelette.

Le lait des quadrupèdes domestiques continue à jouer un rôle

important dans l'alimentation de l'adulte. Le lait, examiné à un grossissement convenable, se montre formé d'un liquide au milieu duquel nagent une quantité infinie de petits globules brillants, de nature graisseuse : ce sont les *corpuscules graisseux* ; leur volume varie de $0^{\text{mm}}001$ à $0^{\text{mm}}010$. Si le lait paraît blanc, c'est que ces corpuscules réfringents sont répartis d'une façon égale dans tout le liquide ; on donne le nom d'*émulsion* à toute solution qui renferme de fines granulations de graisse répandues dans toute la masse. Le lait est une *émulsion naturelle*. En laissant reposer le lait, les globules graisseux montent à la surface du liquide où

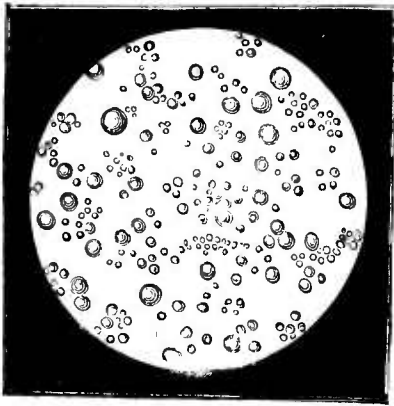


Fig. 555. — Lait vu au microscope et rempli de corpuscules graisseux.

ils forment une couche plus dense, la *crème* ; il suffit d'agglutiner, par le battage, les corpuscules qui se fusionnent, pour avoir le *beurre*. Dans le lait ainsi *écrémé*, il reste la caséine, le sucre de lait, l'eau et les sels. Quand on laisse reposer du lait dans un endroit frais, le liquide se prend en caillot ; cette coagulation est due à l'action d'organismes inférieurs, dits *microbes*, qui décomposent le sucre de lait ; le lait s'aigrit par la production

de l'acide lactique. La caséine, en se coagulant, englobe les globules graisseux et ces deux principes forment le *fromage* (*caseus* en latin). Ce qui reste est le *sérum* du lait ou *petit-lait*, qui contient des sels et le sucre du lait.

Au point de vue des actes intimes qui se passent dans le corps, la formation du lait est un exemple remarquable de la manière dont les cellules glandulaires élaborent les produits de sécrétion. Le lait est en effet un produit de sécrétion des mamelles. Celles-ci sont des glandes en grappe, construites à peu près sur le même type que les glandes salivaires (voy. p. 51). Sur une glande en lactation, on voit les culs-de-sacs glandulaires, dont la figure 554, 1 montre une section, présenter un revêtement épithélial très haut. Les cellules épithéliales ont toutes un noyau qui se divise. La plupart des cellules sont alors formées d'une masse de proto-

plasma à 2 ou 3 noyaux. Les choses étant en cet état, la partie libre ou interne de la cellule (1 et 2) s'allonge de plus en plus et s'étrangle à l'endroit où elle se continue avec la partie adhérente ou externe. En même temps, on voit le protoplasma de la partie libre se remplir de globules graisseux; peu à peu cette partie interne s'étire de plus en plus et se sépare de la portion adhérente. Le protoplasma de la partie séparée (1) subit une fonte (p) qui le transforme en un liquide au sein duquel nagent les globules graisseux. Tel est le mode de formation du lait, résultat du travail de la cellule, car ni la caséine, ni le sucre de lait, ni la graisse ni les sels n'existent dans le sang, sous la forme et dans les proportions où nous les trouvons dans le lait.

b) *Poils*. — Un autre caractère distinctif des Mammifères, ce sont les *poils* qui se développent sur leurs téguments. Si les poils sont rares chez certains quadrupèdes qui habitent sous les tropiques (éléphant) ou qui vivent dans l'eau (baleine), ils ne leur font pas complètement défaut. Les baleines et les marsouins portent des soies courtes sur les lèvres et les jeunes éléphants ont une robe bien fournie.

Chez la plupart des Mammifères, les poils sont plus développés que chez l'homme. Parmi ces poils, les uns sont soyeux, raides et longs : ils portent le nom de *jarre*; les autres sont fins, courts, doux au toucher et cachés dans les précédents : on les appelle *duvet* ou *bourre*. Le duvet est surtout abondant chez les animaux qui habitent les régions glaciales ou les hautes montagnes; aussi leur fourrure est-elle souple et chaude : elle constitue une sorte de milieu ou de zone intermédiaire entre la peau et l'atmosphère extérieure, qui est froide. Dans nos climats mêmes, nous voyons en hiver le poil des mammifères devenir plus abondant et le duvet surtout prendre un développement plus considérable. L'homme qui

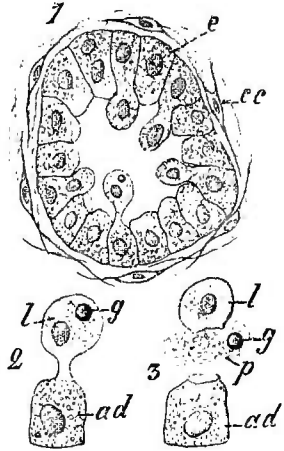


Fig. 534. — Mode de formation du lait.

1, section d'un cul-de-sac de la glande mammaire; *ec*, enveloppe conjonctive; *e*, cellules épithéliales. — 2, cellule épithéliale s'étriquant en une portion adhérente (*ad*) et une portion libre (*l*) qui renferme un corpuscule graisseux (*g*). — 3, *ad*, portion adhérente; *l*, portion libre subissant la fonte (*p*).

habite les climats rigoureux a tiré parti de ces fourrures dès les temps les plus reculés; il les utilise pour se garantir du froid.



Fig. 555. — Hérisson (Mammifère à piquants).

Les poils longs et rigides forment les *soies*; chez le porc-épic



Fig. 556. — Porc-épic (Mammifère à piquants).

et le hérisson, ils deviennent plus gros et plus rigides encore, et se transforment en *piquants* (fig. 555 et 556). Ils sont pour l'animal

un moyen de défense. Il est intéressant de remarquer qu'il existe des mammifères à peau cuirassée : les *pangolins* de l'Afrique et des Indes Orientales (fig. 557) ont le corps couvert d'écaillés

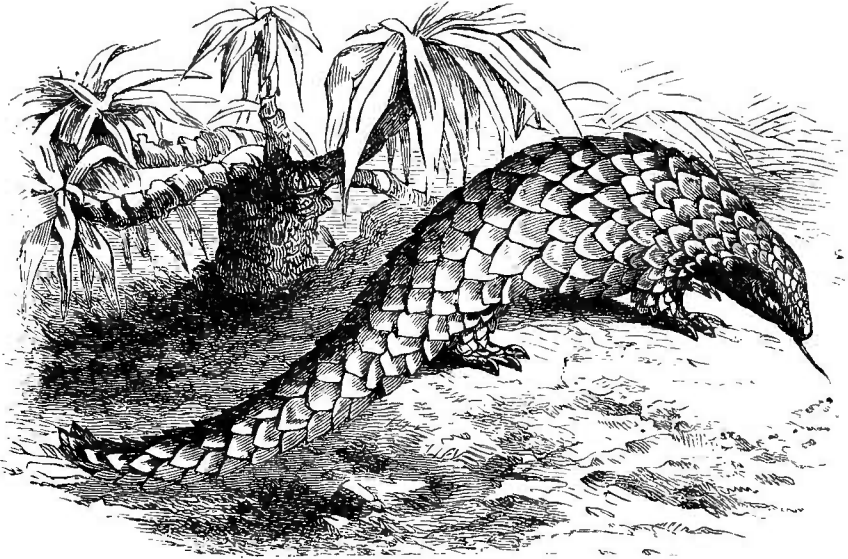


Fig. 557. — Pangolin (Mammifère à écailles cornées).

imbriquées et de nature cornée. Les *latous* (fig. 558) de l'Amérique du Sud ont, outre le squelette osseux interne des autres mammifères, un squelette cutané : celui-ci est formé de plaques osseuses,

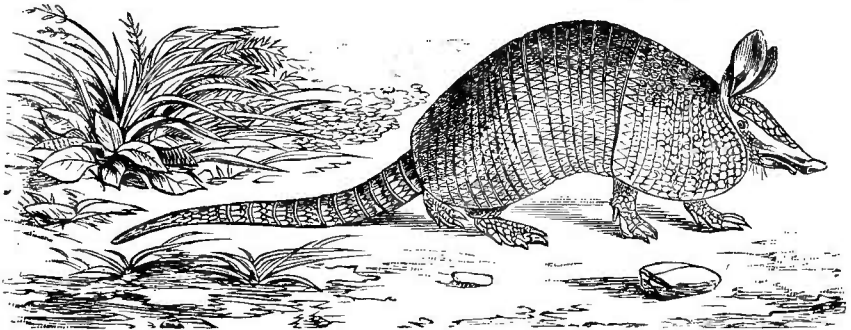


Fig. 558. — Tatou (Mammifère à plaques osseuses).

minces et flexibles, recouvertes d'un épiderme corné. La carapace constitue à ces animaux une cuirasse protectrice, dans laquelle ils se retirent au moindre danger et s'enroulent en boule.

La classe des Mammifères laisse reconnaître trois sous-classes, qui sont : 1° les *Monotrèmes* ; 2° les *Marsupiaux* ; 3° les *Mammifères ordinaires*.

Classification des Mammifères.

I. **Monotrèmes.** — Nous avons vu (p. 74) que les *Monotrèmes* ont un cloaque persistant. Ce sont des mammifères de l'Australie et de la Nouvelle-Guinée : l'*Ornithorhynque* (fig. 560) est pourvu d'un bec de canard et de poils, et l'*Échidné* (fig. 361) a un bec allongé et des piquants. Ils pondent des œufs longs d'un centimètre environ et protégés par une coque molle. L'*Ornithorhynque* couve ces œufs dans un nid, tandis que l'*Échidné* les place dans une poche qu'il possède sous le ventre et dans laquelle ils subissent l'incubation. L'un et l'autre présentent des os marsupiaux, comme les mammifères suivants.

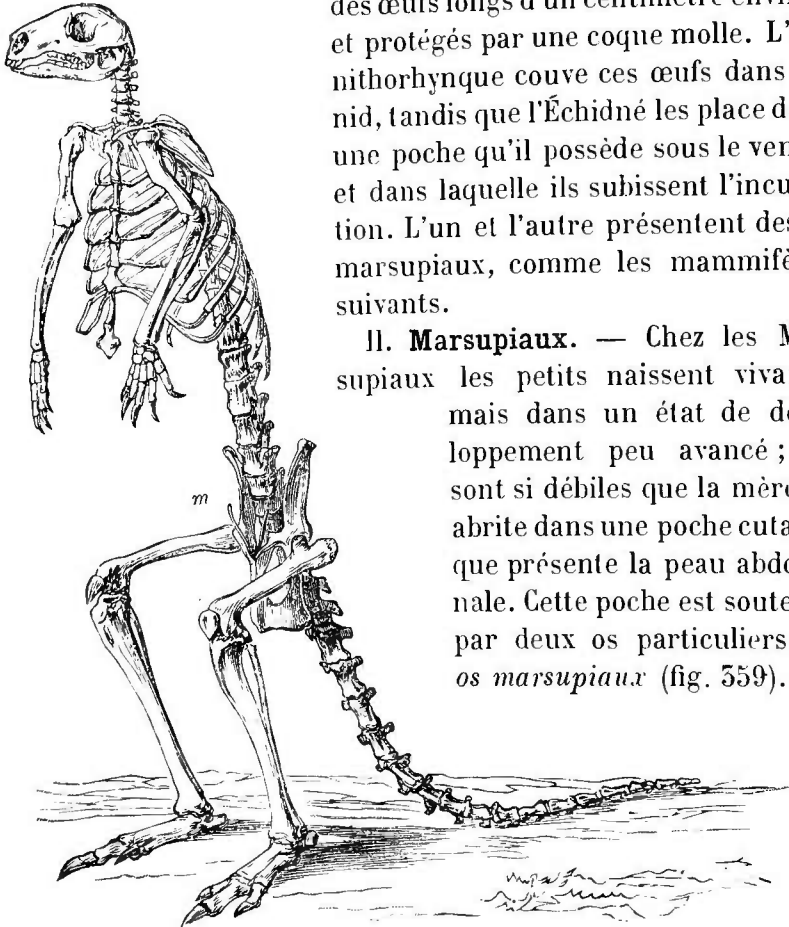


Fig. 559. — Squelette de Kangourou, montrant les os marsupiaux en *m*.

II. **Marsupiaux.** — Chez les Marsupiaux les petits naissent vivants, mais dans un état de développement peu avancé ; ils sont si débiles que la mère les abrite dans une poche cutanée que présente la peau abdominale. Cette poche est soutenue par deux os particuliers, les *os marsupiaux* (fig. 559). Elle

constitue une sorte de nid vivant où les petits trouvent un refuge et non seulement une température constante, mais encore leur nourriture ; les glandes mammaires sont en effet situées dans cette poche, dite *marsupium* (poche, bourse) : d'où le nom de *marsupiaux* donné à ces mammifères.

Nous avons déjà vu (p. 74) qu'il persiste, chez ces animaux, un rudiment de cloaque.

Les Marsupiaux constituent la faune spéciale des mammifères de l'Australie. Un seul, la sarigue, est propre à l'Amérique. Les uns sont carnivores, par exemple le phascogale, la thylacine ou loup à bourse, etc.; d'autres ont une nourriture végétale et se subdivisent en *rongeurs* proprement dits, le phalanger, par exemple, et en *herbivores* (kangouroo).

Avant l'apparition des mammifères ordinaires, les marsupiaux étaient répandus sur tout le globe; aux époques secondaires et tertiaires, l'Ancien Continent était peuplé de marsupiaux, dont on retrouve les restes fossiles avec les deux os caractéristiques.

III. Mammifères ordinaires. — Comme chez les marsupiaux, les petits naissent vivants. Ils constituent la faune des mammifères actuels de l'Ancien Continent et de l'Amérique.

Si l'on tient compte des différences que présentent leurs membres



Fig. 560. — Ornithorhynque.

et leurs dents, on peut les diviser dans les groupes suivants :

1° *Lémuriens*. — A Madagascar, en Afrique et en Asie vivent des mammifères nocturnes, qu'on a comparés à des spectres : d'où le nom de *Lémuriens* (*lemures*, spectre). Leur extérieur rappelle celui des singes, mais leur encéphale et par suite leurs facultés intellectuelles sont restés à un stade de développement inférieur.

2° *Édentés*. — L'Amérique du Sud nourrit des mammifères particuliers, qui n'ont qu'une seule espèce de dents ou qui en manquent totalement; d'où leur nom d'*Édentés*. Parmi eux on trouve les *fourmiliers*, qui se nourrissent de fourmis; pour

attraper leur proie, ils introduisent leur langue couverte d'une salive visqueuse dans la fourmilière et engluent les fourmis pour les avaler ensuite.

5° *Cétacés*. — Chez les baleines, les marsouins, les dauphins les membres thoraciques sont conformés en forme de rames ou *ailerons*; leurs membres abdominaux sont rudimentaires et cachés sous les chairs. Ils constituent l'ordre des *Cétacés*.

4° *Ongulés*. — D'autres mammifères ont leurs doigts coiffés de

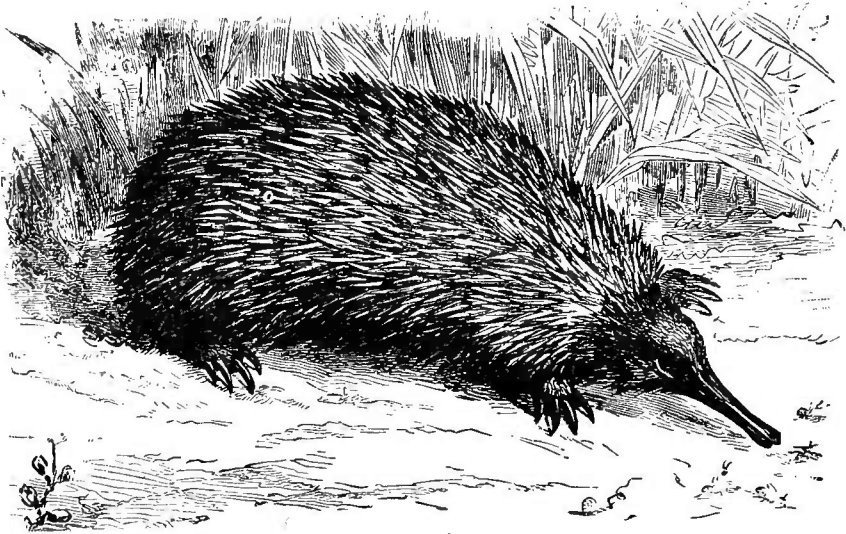


Fig. 561. — Échidné.

sabots; les uns (éléphants) en possèdent cinq; les autres quatre (hippopotames, porcs, sangliers); d'autres encore n'ont que trois doigts, le rhinocéros par exemple. Le bœuf et le mouton ont deux doigts complets et deux doigts latéraux rudimentaires (fig. 165 et 166, p. 194).

On donne le nom de *périssodactyles* (*périssos*, impair; *dactylos*, doigt) aux mammifères qui ont cinq, trois ou un doigt et on appelle *artiodactyles* (*artios*, pair), ceux qui en ont quatre ou deux.

5° *Onguiculés*. — Les mammifères qui ont les doigts armés de griffes ou d'ongles se groupent de la façon suivante.

Le lapin, le lièvre, la souris, etc., manquent de canines et leur mâchoire inférieure se meut d'avant en arrière et d'arrière en avant; ce mouvement leur permet de couper avec les incisives. De là le nom de *Rongeurs* donné à ces animaux.

Le phoque, l'otarie et le morse, mènent une vie aquatique, possèdent une membrane qui réunit les doigts de façon à transformer les extrémités de leurs membres en nageoires. Ils constituent le groupe des *Carnivores* marins ou *Pinnipèdes* (*pinna*, aile). On les appelle encore *Amphibies*, parce qu'ils vivent également à terre, ou *Empêtrés*, parce qu'ils se meuvent avec difficulté sur le sol.

Le chien, le chat, le lion, etc., ont leurs doigts terminés par des griffes et les dents tranchantes pour déchirer la chair des autres animaux dont ils se nourrissent. Ce sont les *Carnivores*.

Le hérisson, la taupe, etc., ont également les doigts armés de griffes servant à fouir ou à creuser la terre pour y chercher les insectes; ils constituent l'ordre des *Insectivores*.

Chez les chauve-souris, les doigts des membres thoraciques sont allongés et écartés, mais reliés par une membrane qui s'étend jusque sur les parties latérales du corps. Ils forment l'ordre des *Chéiroptères* (*cheir*, main; *ptéron*, aile).

Les singes et l'homme, enfin, possèdent huit incisives et quatre canines; leurs membres sont terminés par des doigts couverts d'ongles ovalaires, aplatis. Le pouce est opposable aux autres doigts; parfois le gros orteil jouit de la même faculté.

Linné, frappé de la ressemblance des singes et de l'homme, les a réunis en un ordre unique, et les a appelés **Primates** (*primates*, premiers citoyens).

On a l'habitude de diviser cet ordre en deux sous-ordres, celui des *Bimanés* (*bis*, deux; *manus*, main), comprenant l'homme, qui a le pouce opposable aux autres doigts, et celui des *Quadrumanes*, renfermant les singes, qui ont non seulement le pouce, mais encore le gros orteil opposable. Il convient toutefois de remarquer que le pied du singe est composé des mêmes os que le pied humain; à raison de sa conformation, ce n'est qu'un pied, bien qu'il puisse remplir des fonctions préhensiles.

Le tableau suivant résume les caractères des principaux ordres des Mammifères.

TABEAU DES MAMMIFÈRES.

<p>MAMMIFÈRES <i>manis d'os</i> <i>marsupiaux.</i></p>	<p>Cloaque. — Mâchoire cornée avec poils ou piquants. Faune spéciale à l'Australie et à l'Amérique.</p>	<p>MONOTRÈMES. MAMMIFÈRES formant plusieurs ordres. Ordres. <i>Edentés</i> (fourmilier). <i>Léporiens.</i> <i>Cétacés</i> (baleine, dauphin). <i>Éléphants.</i> { <i>Hippopotames.</i> { <i>Porcins.</i> <i>Rhinocéros.</i> <i>Ruminants</i> (bœuf, mouton). <i>Solipèdes</i> (cheval). <i>Rongeurs</i> (lapin, cobaye). <i>Carnivores marins</i> (phoque). <i>Carnivores</i> (chien, chat). <i>Insectivores</i> (hérisson). <i>Chéiroptères</i> (chauve-souris). <i>Quadrumanes</i> (singes). <i>Homme.</i></p>
<p>MAMMIFÈRES <i>ordinaires.</i></p>	<p>Faune spéciale à l'Amérique du Sud et à l'Afrique Faune spéciale à Madagascar et aux régions voisines. Membres thoraciques transformés en ailerons. Cinq doigts complets. Quatre doigts complets. Trois doigts Deux doigts complets et ramification. Un doigt complet. Point de canines. Quatre pattes palmées. { Canines saillantes, molaires tranchantes, griffes puissantes. Carnassiers { Molaires pointues, griffes pour creuser ou fouir. { Membres thoraciques transformés en ailes et servant au vol. Pouce opposable aux quatre membres. Pouce opposable aux membres thoraciques.</p>	<p>Doigts pourvus de sabots (<i>ongulés</i>). Doigts pourvus d'ongles et de griffes (<i>onguiculés</i>).</p>

Division des Animaux en embranchements et en classes.

Embranchements.

I. PROTOZOAIRES.

II. RAYONNÉS (comprenant 5 sous-embranchements)

III. ANNELÉS (renfermant 2 sous-embranchements)

IV. MOLLUSQUES

V. VERTÉBRÉS.

Classes.

	{	<i>Rhizopodes.</i>
	{	<i>Fitagellates.</i>
	{	<i>Infusoires.</i>
	{	<i>Sporozoaires.</i>
	{	<i>Éponges cornuées.</i>
		— <i>calcaires.</i>
		— <i>siliceuses.</i>
	{	<i>Hydrozoaires.</i>
	{	<i>Anthozoaires.</i>
	{	<i>Astérides.</i>
	{	<i>Ophiures.</i>
	{	<i>Crinoïdes.</i>
	{	<i>Oursins.</i>
	{	<i>Holothuriés.</i>
	{	<i>Vers plats.</i>
	{	<i>Vers cylindriques.</i>
	{	<i>Crustacés.</i>
	{	<i>Arachnides.</i>
	{	<i>Myriopodes.</i>
	{	<i>Insectes.</i>
	{	<i>Lamellibranchés.</i>
	{	<i>Gastéropodes.</i>
	{	<i>Céphalopodes.</i>
	{	<i>Poissons.</i>
	{	<i>Batraciens.</i>
	{	<i>Reptiles.</i>
	{	<i>Oiseaux.</i>
	{	<i>Mammifères.</i>

A. SPONGIAIRES.

B. CELENTÉRÉS.

C. ÉCHINODERMES.

A. VERS.

B. ARTICULÉS.

TABLE ALPHABÉTIQUE¹

A			
Absorption.	57	Aristote , philosophe et natura-	
Acariens	431	liste grec du iv ^e siècle avant	
Accommodation	447	notre ère	312 et 405
Acéphales	341	Arrière-bouche.	35
Acinus (salivaire).	32	Artères	81
— (hépatique)	53	Arthropodes	428
Acte (glomérulaire)	149	Articulations.	182
— (tubulaire)	149	Articulés	428
Agraphie.	276	Aryténoïdes	389
Air (de la respiration)	129	Aselli (Gaspard), médecin italien	
Albuminoïdes	15	de la première moitié du	
Aliments	15	xvii ^e siècle ¹	98
Alvéoles (des mâchoires).	20	Asphyxie.	131
— (pulmonaires).	120	Assimilation	161
Ambulacre.	109	Astérie.	421
Amibe.	413	Ataxie	277
Amiboïde	77	Atlas (os)	169
Amphibies	435	Atmosphérique (pression).	127
Amphibiens	445	Auditive (cellule)	577
Amphioxus	442	— (crête)	574
Anoures (batraciens)	444	— (nerf).	245 et 575
Animaux à sang chaud et à sang		— (tache)	374
froid	155	Avant-bras.	170
— (hibernants)	156		
Annelés	423	B	
Annélides	424	Baer (Charles-Ernest de), méde-	
Anse de Henle	147	cin et embryologiste russe, a	
Anthozoaires.	420	découvert, en 1827, l'ovule des	
Aorte	82	mammifères (1792-1876)..	9
Aphasie	274	Base (du cerveau)	259
Apophyse.	165	Basilaire (membrane).	375
Appareil	15	Bassin.	172
Appendice vermiculaire	47	Bassinets	145
Aqueduc de Sylvius.	248	Bâtonnet.	359
Arachnides.	451	Batraciens	445
Arachnoïde.	224	Bauhin , professeur de médecine	
Arbre de vie.	268	à Bâle, fin du xvi ^e et commen-	
Arc neural.	165	cement du xvii ^e siècle.	576
		Bauhin (valvule de).	40

1. Au point de vue du développement de nos connaissances, il est plus intéressant de considérer la période d'activité scientifique que la date de la naissance ou de la mort des auteurs.

Beaumont , médecin américain de la première moitié du XIX ^e siècle.	41	Broca (circónvolution de).	275
Belchier , médecin anglais de la première moitié du XVIII ^e siècle	180	Bronches	120
Bell (Charles), chirurgien écossais de la première moitié du XIX ^e siècle.	255	Bruits (du cœur).	95
Bellini , médecin florentin de la deuxième moitié du XVIII ^e siècle	115	Brunner , médecin suisse de la fin du XVII ^e et du commencement du XVIII ^e siècle.	46
Bellini (tubes de).	145 et	Brunner (glandes de).	46
Bert (Paul), médecin physiologiste français, homme politique de la seconde moitié du XIX ^e siècle.	158	Bryozoaires.	427
Bernard (Claude), médecin français du milieu du XIX ^e siècle; la physiologie lui doit nombre de grandes découvertes. 56, 77, 282, 285 et	595	Buffon , illustre naturaliste français du XVIII ^e siècle.	410
Bertin , médecin français du milieu du XVIII ^e siècle.	185	Bulbe (olfactif)	259 et 520
— (ligament de).	198	— (rachidien)	259
Biceps (brachial).	479	— (du poit)	501
Bichat , médecin français; créa la science des tissus semblables (anatomie générale), fin du XVIII ^e et début du XIX ^e s. 90 et	279	C	
Bile.	55	Cage (thoracique).	124
Biliaires (canaux).	55	Caillot.	76
— (canalicules).	55	Caisse du tympan	572
Biologie.	2	Calamus scriptorius	246
Bimanes.	455	Calcanéum.	175
Bipolaire (cellule).	559	Calicicole.	524
Blainville , médecin et zoologiste français de la première moitié du XIX ^e siècle.	445	Callex (corps).	254
Blondlot , médecin chimiste et physiologiste français du milieu du XIX ^e siècle.	49	Calorimètre	157
Boll , médecin allemand du milieu du XIX ^e siècle	345	Capillaires.	86
Bouche	11	Capsule (articulaire).	182
Bourgeons du goût.	525	— (interne)	265
Brachial (plexus).	221	Carbonique (acide).	128
Brachiopodes	428	Cardia.	40
Branchies (batraciens)	138	Carmin d'indigo	149
— (poissons).	157	Carnivores.	455
— (mollusques)	156	Caroncule (lacrymale)	558
— (vers).	155	Carpe	170
Bras.	170	Cartilage	177
Broca (Paul), professeur de chirurgie à la Faculté de médecine de Paris, anthropologiste de la fin du milieu du XIX ^e siècle.	275	Caséine	448
		Caryokinèse	6
		Caudé (noyau)	265
		Caves (veines)	85
		Cellule	2
		— (endothéliale).	86
		— (épithéliale).	11
		— (gustative)	526
		— (hépatique).	52
		— (nerveuse)	228
		— (multipolaire).	528 et 540
		— (pulmonaire)	120
		— (de Purkinje)	268
		— (pyramidale).	266
		— (visuelle).	559
		Céphalo-rachidien (liquide).	224
		Cément	25
		Centre de mémoires	274
		— moteurs (psycho-).	275
		— ovale.	265
		Centrifuge.	255

Centripète.	253	Cordes vocales .	388
Centrosome.	3	Cordons médullaires .	232
Céphalopodes	441	Cornée.	332
Cerveau	236	— (couche)	300
Cervelet .	267	Cornets	318
Cérumen.	371	Corps muqueux	300
Césalpin (André) , médecin ita- lien de la seconde moitié du xv ^e siècle	89	— pituitaire .	162
Cestodes.	424	— strié .	263
Cétacés	454	Corpuscule de Krause	310
Chaleur animale.	134	— de Meissner ou du tact.	308
— (Origine de la)	137	— de Malpighi.	144
Chauveau (M) .	205	— de Vater	307
Cheiroptères.	453	Corti (Alphonse) , médecin ita- lien du milieu du xix ^e siècle	
Chétopodes	425	— (Organe de Corti).	375
Choc (du cœur).	95	Côtes	123
Cholédoque (canal).	51	Cotyloïde (cavité)	183
Choroïde.	533	Couches optiques.	263
Chromatique.	3	Couronne rayonnante(Voy. <i>Soleil</i> <i>de Vieussens</i>)	
Chylifère	57 et 100	Coureurs.	446
Chyme.	43	Course.	213
Ciliaires (artères, nerfs, muscles, procès)	330 et 533	Coxal (os)	167
Cils	357	Coxo-fémorale (articulation)	183
— (vibratiles)	123	Crâne (os du)	167
Circonvolutions (cérébrales).	257	Crâniens (nerfs)	243
— (intestinales)	45	Cricoïde	389
Circulation du sang (découverte).	89	Crinoïdes	422
— (de la lymphe)	98	Cristallin	344
Circulation (Invertébrés);	108	Crocodiles.	444
Circulation (Vertébrés) :	115	Cruor	76
Classe	410	Crustacés	429
Clavicule.	170	Cubitus	170
Clignement	358	Cuboïde (os).	174
Cloaque	72 et 74	Cunéiforme	174
Coagulation	76	Curare.	203
Coccyx	167	Cuvier (Georges) , professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris, étudia l'organisation des animaux au point de vue com- paratif. Il a laissé une <i>Anato-</i> <i>mie comparée</i> , sans égale jus- qu'à ce jour. Il créa égale- ment la science des fossiles (<i>paléontologie</i>) (fin du xviii ^e et commencement du xix ^e siè- cle)	162, 410 et 417
Cochléaire (canal)	377	Cylindre-axe.	229
Cæcum	47	Cystique (canal)	52
Cœliaque (tronc).	83		
Cœlentérés	417		
Cœur	78		
— (innervation du)	285		
Coléoptères	437		
Colombidés	446		
Côlon	48		
Colonnes charnues.	81		
Colonne vertébrale.	165		
Cônes	339		
Confiné (air)	131		
Conjonctif (tissu)	11		
Conjonctive	337		
Consonne	397		
Contraction	201		

D

Dalton, physicien et chimiste
anglais de la fin du xviii^e et du
commencement du xix^e siècle. 332

Daltonisme	352	Édentés . . .	453
Dastre (M.)	56 et 284	Élasticité (artérielle).	95
Décapodes.	430	— (pulmonaire)	127
Décussation	241	Élastique (fibre)	11
Dégénération.	254	Émail . . .	25
Déglutition.	56	Embranchement.	410
Deiters , médecin allemand du milieu du xix ^e siècle.		Embryon	8
— (prolongement de)	228	Éminence de Doyère.	203
Demi-circulaires (canaux)	574	Emmétrape	548
Dentine	25	ÉMulsion.	448
Dents . . .	22	Encéphale . . .	247
— (de lait)	26	— Batraciens	249
— permanentes	26	— homme.	255
Derme . . .	500	— Mammifères	252
Désassimilation.	161	— Oiseaux.	251
Descartes , philosophe français qui, ayant compris l'importance de l'étude du corps, cultiva beaucoup l'anatomie (1 ^{re} moitié du xvii ^e s.).	566	— Poissons	249
Diaphyse.	174	— Reptiles	250
Diaphragme	125	Enclume.	572
Diarthrose.	185	Endoderme ou entoderme	8
Diastole . . .	95	Endolymphbe.	569
Digestion (appareil de la) :		Endolymphatique (canal).	569
— homme . . .	15	Endothélium.	86
— Invertébrés	58	Enjambée . . .	211
— Vertébrés.	70	Entre-croisement (Voir décussation)	
Diptères.	435	Épiderme	299
Directs (faisceaux pyramidaux)	241	Épiglotte . . .	57 et 589
Division cellulaire	5	Épine dorsale	165
Doyère , naturaliste français de la première moitié du xix ^e siècle . . .	205	Épiphyse.	174
— (éminences de) . . .	205	Épithélium.	10
Duhamel du Monceau , ingénieur et agronome français du milieu du xviii ^e siècle	180	Éponges . . .	416
Dumas (J.-B.), médecin, physiologiste et chimiste français, milieu du xix ^e siècle	7	Erasistrate , médecin grec (iii ^e siècle avant notre ère).	98
Duodénum.	49	Éruption (des dents)	26
Dure-mère.	224	Espèce.	405 et 408
Duval (M. Mathias). 78, 124, 309, 310, 384 et . . .	405	Esprits animaux	269
Duvet	445	Estomac . . .	58
		Ethmoïde (os).	169
		Étranglements de Ranvier.	250
		Étrier	565
		Eustachi , médecin italien du xvi ^e siècle . . .	572
		Excitation latente	201
		Expiration . . .	128
		F	
		Face (os de la).	167
		Facial (nerf) . . .	244
		Faisceau (fronto-protubérantiel).	271
		— (pyramidal ou moteur)	271
		— (sensitif)	271
		Fallope , médecin italien du milieu du xvi ^e siècle	573
		Famille	409
E			
Écaïlles . . .	191		
Échassiers.	446		
Échinodermes . . .	420		
Ectoderme.	8		

Fémur.	173
Fenêtre ovale	372
— ronde.	372
Ferrein , médecin français du milieu du xviii ^e siècle	147
— (pyramides de)	144
Fessiers (muscles)	210
Fibre musculaire.	196
Fibrine .	76
Fil terminal.	224
Fistule (biliaire).	53
— (gastrique)	42
Flagellates.	415
Flagellum . .	415
Fléchisseurs (muscles) des doigts.	214
Flourens , physiologiste français de la première moitié du xix ^e siècle	181, 247 et 277
Foie.	51
Foie lavé .	56
Follicule (dentaire).	25
— (lymphatique).	105
— (pileux).	501
Foraminifère.	415
Fosses nasales .	316
Fossette centrale. .	341
Franklin , grand observateur et penseur américain du milieu du xviii ^e siècle.	305
Fritsch , médecin allemand de la 2 ^e moitié du xix ^e siècle. .	271
Frontal (os)	168

G

Gaine de Schwann	230
Galeati , médecin italien de la 1 ^{re} moitié du xviii ^e siècle.	
— (glandes de)	46
Galien , médecin grec, vécut à Rome au ii ^e siècle de notre ère ; laissa des livres de médecine qui eurent force de loi jusqu'après la Renaissance.	214 et 246
Gall , médecin allemand (fin du xviii ^e et début du xix ^e siècle	269
Gallinacés.	446
Ganglions (lymphatiques).	104
— (spinaux)	226 et 251
— (du sympathique).	278
Gastéropodes.	440
Gastriques (glandes)	40
Genre .	409
Germe.	9

Gésier (oiseaux)	72
Glandes.	17 et 30
— cérumineuses.	371
— lacrymale.	358
— de Mcibonius .	337
— pinéal .	366
— pituitaire .	162
— salivaires.	30
— sébacée.	302
— sudoripare	303
Globe oculaire.	350
Globules (blancs).	77
— (rouges)	76
Glomérule (du rein)	144
— (sudoripare).	303
Glotte	389
Glycogène.	54 et 56
Glycose	56
Gosier (isthme du).	33
Goût.	322
Graisse.	302
Grand dorsal (muscle) .	207
Grand oblique (muscle)	207
Grand pectoral (muscle)	207
Grandry , médecin belge de la 2 ^e moitié du xix ^e siècle.	508
Gratiolet , médecin français du milieu du xix ^e siècle.	260
Grefte (osseuse)	181
Gréhant (M.).	148
Griffe .	314
Grimpeurs.	446
Gros intestin.	47

H

Haller , médecin suisse, grand anatomiste et physiologiste du xviii ^e siècle	126
Harvey , médecin anglais de la 1 ^{re} moitié du xvii ^e siècle.	39
Havers (Clopton), médecin anglais (fin du xvii ^e et début du xviii ^e siècle	178
— (canaux de Havers)	178
Heidenhain (M.).	149
Helvétius , philosophe français du xvii ^e siècle.	215
Hématies	77
Hémiptères.	435
Hémisphères (cérébraux).	256
— cérébelleux)	267
Hémocyanine.	113
Hémoglobine	86 et 131

Henle , médecin anatomiste allemand du milieu du XIX ^e siècle	146
— (anse de Henle).	
Hensen , médecin allemand du milieu du XIX ^e siècle.	574
Hépatique (canal)	52
— (cellule)	15
— (lobule).	54
Herbst , médecin allemand du XIX ^e siècle.	508
Hérédité.	9
Hérophile , médecin grec, III ^e s. avant notre ère.	98
Hippocrate , le plus célèbre médecin grec de l'antiquité; vécut vers la fin du V ^e et au commencement du I ^{er} siècle avant notre ère.	41 et 157
Hirudiniées.	426
Hitzig , médecin allemand du XIX ^e siècle	271
Holothuries	422
Humérus	170
Humeur (aqueuse)	345
— (vitrée).	344
Hyaloïde.	344
Hydrocarboné	15
Hydroméduse	437
Ilyoïde (os).	34
Ilyménoptères.	437
Ilypermétrope.	349
Ilypoglosse (nerf).	244
I	
Iléo-cæcale (valvule).	49
Illusions (tactiles)	512
Images (réliniennes)	547
— (de Purkinje).	548
Incisives (dents)	20
Individu.	410
Infusoires.	414
Insectes.	452
Insectivores.	455
Inspiration.	127 et 140
Intercostaux (muscles).	124
Interhémisphérique (scissure).	237
Intermédiaire (nerf) de Wrisberg	214
Interpariétal (sillon)	261
Intestin (grêle).	44
Invertébrés.	410
Iris.	534
Irradiation rétinienne	532
Ivoire.	23

J

Jacobson (Louis-Levin), médecin danois de la 1 ^{re} moitié du XIX ^e siècle, a découvert en 1809 l'organe qui porte son nom.	522
Julien (M. Alexis).	297 et 524
Jumeaux (muscles).	203

K

Krause (W.), médecin allemand de la 2 ^e moitié du XIX ^e siècle	510
Kühn , médecin allemand de la 2 ^e moitié du XIX ^e siècle.	545
Küss , médecin physiologiste français (de Strasbourg) : 2 ^e moitié du XIX ^e siècle.	151

L

Labyrinthe.	569
Lacrymal (canal).	558
— (lac).	558
— (point)	558
— (sac)	558
— (tubercule).	558
Lait.	447
Lame criblée	516
Lame des contours.	574
Lamellibranches.	441
Langage vocale	402
— origine.	405
Lanterne d'Aristote	62
Laryngoscope	592
Larynx	579
Laveran (M).	415
Lavoisier , chimiste et physiologiste français que son titre de <i>fermier général</i> conduisit à l'échafaud en 1794.	129 et 157
Lémuriens.	455
Lenticulaire (apophyse).	572
Lenticulo-caudé (segment)	265
— -optique (segment)	265
Lépidoptères.	455
Leeuwenhoek (Antoine), Hollandais (2 ^e moitié du XVII ^e et début du XVIII ^e siècle), découvrit les infusoires et les	

microbes en se servant du microscope	412
Leucocytes (Voy. globules blancs)	
Leuret, médecin français du milieu du xix ^e siècle	260
Lézards	444
Lieberkühn, médecin allemand du milieu du xviii ^e siècle.	46
Ligaments (articulaires)	182
Limace artificielle	124
Limaçon.	374
Limitantes (membranes)	341
Lingual (nerf)	328
Linné, médecin suédois, un des plus grands naturalistes du xviii ^e siècle	404
Lobe (hépatique).	51
— (frontal)	261
— (limbique)	262
— (occipital)	261
— (olfactif)	320
— (optique)	249
— (pariétal)	261
— (sphénoïdal ou temporal).	261
Lobule (salivaire)	50
— (hépatique).	53
— (pulmonaire)	120
— (paracentral)	261
Localisations cérébrales	271
Lovén, médecin suédois de la 2 ^e moitié du xix ^e siècle.	525
Luciani (M.)	277
Lymphatique (cellule)	104
— (ganglion).	105
— (vaisseau).	100
Lymphé.	102
— (origine)	105

M

Mâchoire.	28
Magendie, médecin physiologiste français (1 ^{re} moitié du xix ^e siècle)	43, 235 et 346
Main	171 et 215
Mal des aéronautes.	152
— de montagne	152
Malpighi, médecin anatomiste italien (milieu et 2 ^e moitié du xviii ^e siècle).	97, 143 et 500
Mammaires (glandes).	447
Mammifères.	447
Marche	211
Marey (M.)	200

Mariotte, physicien, prieur de Saint-Martin-sous-Beaune, près de Dijon (milieu du xvii ^e siècle).	353
Marsupiaux.	452
Marteau.	372
Masséter.	28
Masticateurs (muscles)	28
Mastication	36
Mastoïde (apophyse)	372
Maxillaire (os).	165
Méats	318
Médullaire (canal)	224
Meibomius, médecin hollandais de la 2 ^e moitié du xviii ^e siècle)	
— (glandes de).	357
Meissner, médecin allemand (milieu du xix ^e siècle).	508
Membrane basilaire	575
Membrane recouvrante.	578
— du tympan	371
Membre (thoracique).	170
— (abdominal).	172
Ménière, médecin français du xix ^e siècle	584
Méninges.	223
Ménisques tactiles	509
Mésoderme.	8
Métacarpe	171
Métamorphoses. (batraciens)	444
— (insectes).	432
Métatarse.	175
Métazoaire.	411
Michel Servet, théologien d'origine espagnole, vécut en France et fut brûlé vif à Genève en 1553, par les ordres de Calvin	89
Milne Edwards (H.), illustre naturaliste français du xix ^e siècle.	398, 405 et 404
Mistichelli, médecin de Rome (début du xviii ^e siècle)	241
Mixte (nerf)	254
Moelle (allongée). Voy. Bulbe.	
Moelle (épineière).	224
Moelle des os.	178
Molaire.	20
Mollusques.	459
Monotèmes.	452
Morand, chirurgien français du xviii ^e siècle.	261
Morat (M.).	284
Morgagni, médecin anatomiste italien du début du xviii ^e s.	523

Paracentral (lobule)	261	naturaliste italien (fin du xviii ^e	
Parole	396, 397 et 403	et début du xix ^e siècle).	109 et 110
Parotide (glande).	29	Polychètes	425
Pariétal (os)	169	Polypes	417
Passereaux.	446	Polypiers.	187
Pathétique (nerf).	244	Pont de Varole (voir Protubé-	
Paupières	357	rance).	
Pavillon (de l'oreille).	371	Pouce	171
Pequet (Jean), médecin fran-		Pouls	96
çais (milieu du xvii ^e siècle)	99	Poumon	118
— (citerne de).	99	Pourfour du Petit , médecin	
Peau.	299	français de la première moitié	
Peauciers	217	du xviii ^e siècle.	279 et 345
Pédicellaires.	122	Pourpre rétinien.	345
Pédoncules cérébelleux.	240	Pneumaticité	193
Pédoncule cérébral.	241	Présure	42
Pepsine	42	Presbytie	349
Peptones.	42	Prévost , physiologiste de Ge-	
Pérennibranche	444	neve (première moitié du xix ^e	
Péricarde	78	siècle).	7 et 148
Périoste	180	Priestley , chimiste anglais (fin	
Péroné.	175	du xviii ^e siècle).	129
Perroquets.	116	Protoplasma	2
Peyer , médecin suisse (fin du		Protozoaires	412
xviii ^e et commencement du		Protubérance (annulaire).	259
xviii ^e siècle)	46	Prunelle (voir Pupille)	
Pharynx	55	Pseudopodes	77 et 402
Phénakistiscope	550	Ptyaline	52
Phlogistique.	542	Pubis	172
Phrénologie	269	Pulmonaire (tissu)	120
Pflüger , médecin allemand du		— (vaisseaux)	121
milieu du xix ^e siècle	283	— (vésicules) voir Alvéole	
Pied.	175 et 174	Pulpe dentaire.	25
Pie-mère.	224	Pupille	550
Pigment (rétinien).	542	Purkinje , médecin, physio-	
Pigmentaire (cellule).	556	giste et anatomiste tchèque	
Piliers (de l'organe de Corti)	579	(première moitié du xix ^e siè-	
— (du voile du palais).	54	cle)	267 et 518
Pinéal (œil)	366	Pylore	40
Pituitaire	518	Pyramides (du bulbe).	241
Plancher (de la bouche)	20	— (de Malpighi)	145
— (du 4 ^e ventricule)	241	— de Ferrein	144
Plaque de Peyer	46		
— motrice (voir Éminence).		Q	
Plasma	76	Quadriceps (crural).	210
Platon , philosophe grec du		Quadrumanes	455
iv ^e siècle avant notre ère.	125	Queue de cheval.	224
Plèvre.	126		
Plexus nerveux	221	R	
Plumes	445	Rachidien (canal).	163
Pneumo-gastrique	244	— (nerfs)	221
Poils.	501		
Poissons	445		
Poitrine (voir Thorax)			
Polí (Guisepe-Saverio), médecin			

Rachidien (ganglion)	226	Ruminants.	73 et 454
Rachis.	165	Rudbeck (Olaus), médecin sué-	
Rachitiques	182	dois (seconde moitié du xvii ^e	
Radiolaires.	415	siècle).	99
Radius.	170	Ruysch , médecin et anatomiste	
Ramon y Cajal , anatomiste		hollandais (fin xvii ^e et début	
espagnol contemporain.	286	xviii ^e siècle).	353
Rampe (vestibulaire).	575		
— (tympanique).	575	S	
Ranvier (M.)	204 et 250	Sabot	514
Rapace.	446	Saccule	574
Rate.	116	Sacrum	166
Rayonnés	416	Salivaires (glandes).	29
Réaumur , naturaliste et physi-		— (réflexe)	256
cien français (première moitié		Sang.	75
du xviii ^e siècle)	41	Santorini , médecin anatomiste	
Rectum	48	italien (de la première moitié	
Réflexe	255	du xviii ^e siècle)	50
Région (motrice).	271 et 275	Sarcolemme.	199
— (olfactive).	519	Saut.	214
— (respiratoire).	519	Savart , physicien français de	
— (sensitive)	272 et 275	la première moitié du xix ^e siè-	
Régulation (de la chaleur).	506	cle	581
Reil , médecin allemand de la		Saveurs.	522
première moitié du xix ^e siècle		Schwalbe (M.)	525
— (couronne rayonnante de).	266	Schwann , médecin allemand,	
Rein.	145	professeur de médecine à Lou-	
— des Vertébrés.	155	vain et à Liège (milieu du	
— des Invertébrés.	151	xix ^e siècle).	250
Reissner , médecin allemand		Schneider , médecin saxon	
du milieu du xix ^e siècle.		(milieu du xvii ^e siècle).	519
— (membrane de).	579	Sciatique (nerf)	225
Rénal (vaisseaux rénaux).	145	— (tubérosité).	209
Renflement (cervical).	221	Scissure (interhémisphérique).	257
— (lombaire)	221	— (perpendiculaire)	258
Reptiles	444	— (de Rolando)	254 et 258
Respiration	128	— (de Sylvius).	248 et 257
Respiratoire (appareil) :		Sclérotique	552
— de l'homme.	417	Secousse musculaire	201
— des Invertébrés	155	Sécrétion.	
— des Vertébrés.	157	— (biliaire)	55
Restiforme (corps) voir Pédon-		— (gastrique)	40
cule cérébelleux inférieur		— (glycogène)	56
Rétine.	556	— (rénale).	149
Rhizopodes	412	— (salivaire).	55
Rhynchotes	455	— (pancréatique)	50
Richet (M. Cb.).	155	Segmentation	7
Rocher (os).	575	Semi-lunaire (ganglion).	279
Rolando , médecin italien (pre-		Sénac , médecin français (pre-	
mière moitié du xix ^e siècle).		mière moitié du xviii ^e siècle).	155
— (scissure de)	254	Sens de l'espace.	584
Rongeurs	454	Sensation de contact.	510
Rotifères	426	— de poids	510
Rotule.	175	— de température.	510
Rouget (M.).	205		

V	
Valvules auriculo-ventriculaires.	80
— conniventes.	45
— des lymphatiques	102
— des veines	87
— (leur rôle)	98
— iléo-cæcale	49
— sigmoïdes.	82 et 95
Varoli , médecin italien du milieu du xvi ^e siècle.	259
— (pont de Varole).	259
Vaso-constricteurs (nerfs)	282
— dilatateurs .	285
— moteurs .	282
Vater , médecin allemand de la première moitié du xviii ^e siècle	
— (ampoule et corpuscule de Vater).	50 et 507
Veines (en général).	84
— (sus-hépatiques).	54
Veine porte	52
— (pulmonaire)	86
Ventricules (du cœur)	79
— (du larynx).	590
— (4 ^e ventricule).	241
— (de l'encéphale).	248
Vers.	425
Vertèbre.	165
Vertébrés	142
Vésale , médecin belge, le plus grand anatomiste de la Renaissance; fut plus tard médecin de Charles-Quint (première moitié du xvi ^e siècle).	575
Vésicule (auditive).	568
— (de l'encéphale).	248
— (biliaire).	52
Vessie (urinaire).	145
Vicq-d'Azyr , médecin français	

de la seconde moitié du xviii ^e siècle	254 et 260
Vieussens , médecin français de la seconde moitié du xvii ^e et du début du xviii ^e siècle .	265 et 265
Villosités	46
Vision des couleurs	550
Vitesse (de la circulation).	96
Voile du palais.	54
Voix.	595
Voyelles.	597
Vomissement	45
Vue (organe).	550
— Invertébrés.	559
— Vertébrés.	565

W

Waller , médecin anglais du milieu du xix ^e siècle	254
Weber (les frères), médecins allemands de la première moitié du xix ^e siècle .	186
Wharton , médecin anglais du milieu du xvii ^e siècle.	
— (canal de).	50
Wirsung , médecin bavarois du milieu du xvii ^e siècle.	
— (canal de).	49
Wolff (Gaspard-Frédéric), médecin allemand de la deuxième moitié du xviii ^e siècle, fondateur de la science du développement.	9
Wrisberg , médecin allemand de la fin du xviii ^e siècle.	244, 529

Z

Zinn , médecin bavarois (milieu du xviii ^e siècle).	
— (zone de Zinn).	545

PLANCHES EN COULEUR

PLANCHE I. Structure du foie.	52
PLANCHE II. Organes de la circulation	82
PLANCHE III et III <i>bis</i> . Structure du rein.	144
PLANCHE IV. Muscles superficiels du corps humain.	206
PLANCHE V. Encéphale de l'homme.	276

TABLE DES MATIÈRES

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES

INTRODUCTION

La matière vivante.	1
Les êtres vivants comparés aux corps bruts. — L'évolution caractérise les êtres vivants.	1
Développement et structure des êtres vivants.	2
Ovule.	2
Mode de formation des animaux aux dépens des cellules.	5
Structure de la cellule; sa division.	5
Embryon.	7
Hérédité.	9
Constitution du corps. — Éléments, épithéliums.	10
Éléments conjonctifs. — Tissus conjonctif et épithélial	10
Tissus musculaires lisse et strié	12
Organes et appareils.	15

PREMIÈRE PARTIE

FONCTIONS DE NUTRITION

CHAPITRE I

DIGESTION

§ 1. Appareil digestif de l'homme.	15
Composition du corps humain. — Substances alimentaires	15
Idée générale du canal alimentaire.	16
Idée de la structure du tube digestif.	17
§ 2. Bouche.	19

	20
5. Dents.	23
Constitution des dents.	25
Nature et origine des dents	26
Remplacement des dents; dents permanentes	28
4. Muscles de la mastication.	29
5. Glandes salivaires..	30
Structure des glandes salivaires.	51
Propriétés de la salive.	52
La sécrétion salivaire est un acte cellulaire.	55
6. Pharynx et œsophage.	56
7. Mastication.	56
8. Déglutition.	58
Tube digestif abdominal	58
9. Estomac..	41
Digestion stomacale	42
Le suc gastrique transforme les albuminoïdes en peptones.	45
Vomissement.	44
10. Intestin	45
Intestin grêle.	47
Gros intestin	49
11. Pancréas	51
12. Foie	55
Structure du foie.	55
Le foie fabrique la bile.	56
Le foie fabrique du sucre.	57
§ 15. Absorption alimentaire.	57
APPAREIL DIGESTIF DANS LA SÉRIE ANIMALE	
I. Protozoaires	59
II. Spongiaires.	59
III. Cœlentérés.	59
IV. Échinodermes	62
V. Vers.	63
VI. Articulés.	64
VII. Mollusques	68
VIII. Vertébrés.	70
Cloaque des Embryons de Mammifères et des Monotrèmes.	74

CHAPITRE II

APPAREIL CIRCULATOIRE DE L'HOMME

§ 1. Circulation	75
But de la circulation	75
Sang.	75
Éléments figurés du sang	76
Globules blancs .	77
Sang rouge, sang noir	78
§ 2. Cœur et Vaisseaux.	78
Cœur	78
Oreillettes et ventricules.	79
Valvules auriculo-ventriculaires.	80
Le cœur est une masse charnue	80
§ 3. Artères, veines et capillaires .	81
Artère pulmonaire. — Aorte.	81
Principales artères fournies par l'aorte.	82
Mode de division des artères. — Capillaires.	85
Veines	84
Artère et veines pulmonaires	86
Structure des capillaires.	86
Structure des artères	86
Valvules des veines	87
Structure des veines	88
§ 4. Circulation du sang	89
Le sang décrit un seul cercle	90
Circulation du sang rouge.	90
Circulation du sang noir.	90
Fonctionnement du cœur	91
Rôle des valvules sigmoïdes.	95
Bruits du cœur.	95
Choc du cœur	95
Circulation du sang dans les artères	94
Influence de l'élasticité artérielle sur la circulation	95
Vitesse.	96

	96
Pouls	97
Circulation capillaire	97
Circulation veineuse.	98
§ 5. Circulation lymphatique.	100
Lymphatiques.	102
Lymphes	102
Structure des lymphatiques	103
Ganglions lymphatiques.	105
Origine de la lymphe.	108
APPAREIL CIRCULATOIRE DANS LA SÉRIE ANIMALE.	108
A. Protozoaires.	108
B. Métazoaires .	109
I. Échinodermes .	110
II. Vers	111
III. Articulés..	115
IV. Mollusques.	115
V. Vertébrés	115

CHAPITRE III

APPAREIL RESPIRATOIRE DE L'HOMME

§ 1. Respiration.	118
Poumon	118
Tissu pulmonaire.	120
Artère et veines pulmonaires.	121
Structure des bronches et de leurs divisions.	122
Cils vibratiles.	125
Usage des cils vibratiles.	125
§ 2. Mécanisme de l'inspiration et de l'expiration.	124
Cage thoracique.	124
Diaphragme	125
Les poumons sont renfermés dans un double sac séreux formé par la plèvre	126
Mécanisme de l'inspiration .	127
Expiration.	128
Modifications subies par l'air inspiré	128
Expériences et découvertes de Lavoisier	129
Acte intime de la respiration.	130
L'oxygène se fixe sur les globules rouges.	131

TABLE DES MATIÈRES.

L'acide carbonique est fixé par le plasma sanguin.	477
Asphyxie.	151
Mal des montagnes	131
Asphyxie brusque.	132
APPAREIL RESPIRATOIRE DANS LA SÉRIE ANIMALE.	135
I. Types inférieurs.	133
II. Articulés .	134
III. Mollusques	136
IV. Vertébrés.	137

CHAPITRE IV

APPAREIL URINAIRE DE L'HOMME

§ 1. Reins	143
Tubes urinaires.	145
Composition de l'urine.	147
L'urée préexiste dans le sang.	148
Pression du sang dans les glomérules.	149
Expériences montrant que la sécrétion rénale se fait en deux actes : 1° dans les glomérules ; 2° dans le tube urinaire	149
Excrétion de l'urine.	150
ORGANES URINAIRES DANS LA SÉRIE ANIMALE.	151
I. Vers	151
II. Articulés	151
III. Mollusques	151
IV. Vertébrés..	153

CHAPITRE V

NUTRITION

§ 1. Chaleur animale	154
Animaux à température variable et à température constante.	155
Animaux hibernants.	156
Origine de la chaleur animale	157
Lieu de production de la chaleur animale	158
§ 2. Assimilation, désassimilation	161
Rôle des glandes closes dans la nutrition	161

DEUXIÈME PARTIE

FONCTIONS DE RELATION

CHAPITRE I

SQUELETTE DE L'HOMME

§	1. Os.	165
§	2. Colonne vertébrale et tête.	165
	La colonne vertébrale se compose de vertèbres cervicales, tho- raciques, lombaires, sacrées et coccygiennes.	165
	Le squelette de la tête est formé des os de la face et des os du crâne.	167
§	5. Membres.	169
	Os du membre thoracique.	169
	Os du membre abdominal.	172
	Os longs, os larges et os courts	174
	Composition des os.	174
§	4. Développement du squelette et articulations.	176
	Squelette cartilagineux	176
	Squelette osseux.	176
	Structure des os.	177
	Accroissement du segment squelettique en longueur	180
	Accroissement en épaisseur.	180
	Rôle du périoste.	180
	Influence de la nutrition.	181
	Articulations.	182
	Articulation coxo-fémorale	185
	Rôle de la pression atmosphérique dans les mouvements	186
	SQUELETTE DANS LA SÉRIE ANIMALE.	186
	I. Protozoaires.	186
	II. Spongiaires et Coelentérés	187
	III. Échinodermes.	187
	IV. Vers et Articulés	187
	V. Mollusques	187
	VI. Vertébrés.	189
		190

CHAPITRE II

MUSCLES DE L'HOMME

§	1. Organes actifs du mouvement.	196
	Muscle au repos et à l'état d'activité	197

Les muscles sont les agents actifs du mouvement	198
Structure du muscle	199
Myographes	200
Le changement de forme, qui caractérise la contraction, est dû à des modifications moléculaires de la fibre musculaire.	201
Relations des nerfs avec les muscles. Terminaison des nerfs dans les muscles	202
Action du curare	203
Les nerfs déterminent la nature volontaire ou involontaire du muscle.	204
Origine de l'énergie musculaire.	205
L'acte chimique est la cause de la chaleur et de l'énergie musculaire.	206
Rôle des muscles dans les mouvements particuliers	206
Muscles des gouttières vertébrales	208
§ 2. Rôle des muscles dans les attitudes et les mouvements des membres.	210
Muscles du membre abdominal.	210
Marche.	211
Course. Saut. Natation.	215 et 214
Muscles de l'avant-bras et de la main.	214
MUSCLES DANS LA SÉRIE ANIMALE	216

CHAPITRE III

SYSTÈME NERVEUX DE L'HOMME

§ 1. Généralités.	218
Origine du système nerveux.	218
Description du système nerveux	219
Distribution des nerfs rachidiens.	221
Membranes protectrices du système nerveux central.	225
§ 2. Moelle épinière.	224
Conformation et structure de la moelle épinière.	224
La moelle épinière est composée d'une substance grise centrale et d'une substance blanche périphérique.	226
Constitution de la moelle et des nerfs. La substance grise est essentiellement formée de cellules nerveuses.	227
La substance blanche se compose de cylindres-axes, entourés de myéline.	229
Les fibres des nerfs rachidiens sont formés de cylindres-axes, de myéline et d'une gaine de Schwann	230

Racines dorsales des nerfs rachidiens et ganglions spinaux	231
Valeur des diverses parties de la moelle	231
Fonction des nerfs rachidiens	232
Les racines dorsales renferment des fibres sensibles.	233
Les racines ventrales renferment des fibres motrices	234
Nerf mixte	234
La moelle est un centre nerveux	235
Acte réflexe.	235
Nature de l'acte réflexe..	236
Lois réflexes..	238

CHAPITRE IV

ENCÉPHALE

§ 1. Bulbe rachidien.	239
Structure du bulbe	241
Trajet des faisceaux blancs dans le bulbe	241
Disposition et valeur des amas gris du bulbe.	242
Nerfs crâniens..	245
Origine des nerfs crâniens.	245
Fonctions du bulbe	246
Nœud vital.	246
§ 2. Cerveau et cervelet.	
Développement de l'encéphale humain.	247
Encéphale des Poissons	249
Encéphale des Batraciens	249
Encéphale des Reptiles	250
Encéphale des Oiseaux	251
Encéphale des Mammifères	252
États jeunes de l'encéphale humain.	254
Encéphale de l'homme adulte.	255
Hémisphères cérébraux. Scissures.	256
Base du cerveau	259
Lobe frontal	261
Lobe pariétal.	261
Lobes occipital et temporal.	261
Conformation intérieure du cerveau	265
Connexion des diverses parties du cerveau	265
Structure du cerveau	266
Cervelet	267

CHAPITRE V

FONCTIONS DU CERVEAU ET DU CERVELET

Phrénologie.	269
§ 1. Fonctions du cerveau chez les Vertébrés.	269
Localisations cérébrales	271
§ 2. Localisations cérébrales chez l'homme	275
I. Centre de la mémoire des mouvements du langage parlé ou centre des images motrices vocales..	275
II. Centre de la mémoire du sens des mots entendus par l'oreille ou centre de la mémoire auditive des mots.	274
III. Centre de la mémoire du sens des mots écrits, lus par les yeux ou centre de la mémoire visuelle des lettres.	275
Fonctions de la substance blanche de l'encéphale.	276
Faisceaux pyramidaux ou moteurs	276
Faisceaux sensitifs	276
§ 3. Fonctions du Cervelet.	277
Influence du cervelet sur les mouvements.	277
§ 4. Sympathique.	278
Distribution des branches du sympathique.	278
Structure du sympathique.	279
Fonctions du sympathique.	282
Nerfs vaso-moteurs.	282
Nerfs vaso-constricteurs.	282
Nerfs vaso-dilatateurs	283
Innervation des viscères.	284
Intervention du cœur	285
§ 5. Résumé de la constitution et du fonctionnement du système nerveux.	286
Fonctionnement du système médullaire.	286
Fonctionnement du système cérébral	288
SYSTÈME NERVEUX DANS LA SÉRIE ANIMALE	289
I. Protozoaires et Spongiaires.	289
RETTERRER. — Anat. et physiol.	51

II. Cœlentérés	289
III. Échinodermes.	290
IV. Vers	290
V. Articulés.	291
VI. Mollusques	293
VII. Vertébrés.	296

CHAPITRE VI

ORGANES DES SENS ET DE LA VOIX

§ 1. Peau	299
Structure de la peau	299
Épiderme	299
Derme.	500
Poils.	500
Rôle des poils	502
Rôle de la graisse	502
Glandes sudoripares.	505
Sueur	504
Rôle de la sueur	505
Régulation de la chaleur.	506
§ 2. Terminaisons nerveuses dans la peau..	507
Sensibilité de la peau. — Toucher. — Terminaison des nerfs dans la peau et les muqueuses.	507
Corpuscules de Vater	507
Corpuscules du tact.	508
Terminaisons intra-épidermiques et dermiques.	508
Diverses espèces de sensations fournies par la peau et les muqueuses	510
Tact.	510
Température	510
Pression.	511
Douleur	511
Organes conducteurs pour chaque espèce de sensations.	511
Ongles.	515
Griffes.	514
Sabots.	514
Usages des ongles, griffes et sabots.	514

ORGANES DU TOUCHER DANS LA SÉRIE ANIMALE.	315
§ 3. Organe de l'Odorat.	316
Nez	316
Fosses nasales	316
Pituitaire	318
Région respiratoire.	319
Région olfactive	319
Nerfs des fosses nasales.	320
Usage du nerf olfactif.	320
Usages des nerfs sensitifs du nez	321
ORGANES DE L'ODORAT DANS LA SÉRIE ANIMALE	321
§ 4. Organe du Goût	322
Muqueuse linguale.	323
Papilles linguales.	323
Bourgeons du goût.	325
Structure des bourgeons du goût.	326
La langue est un organe contractile et sensible	327
Usage des nerfs de la langue.	329
ORGANES DU GOUT DANS LA SÉRIE ANIMALE .	329
§ 5. Organe de la Vue chez l'homme	330
Constitution du globe oculaire	330
Sclérotique et cornée. .	332
Choroïde.	333
Muscles et procès ciliaires	333
Iris	334
Rétine.	336
Origine de la rétine.	336
Structure de la rétine.	337
1° Couche des cellules visuelles.	339
2° Couche des cellules bipolaires	339
3° Couche des cellules multipolaires.	340
Éléments de soutien de la rétine.	340
Tache jaune et fossette centrale.	341
Rapports de la couche pigmentaire et de la rétine.	342
§ 6. Appareil réfringent et régulateur de l'œil	343
Milieux réfringents du globe oculaire	343
Humeur aqueuse	343
Cristallin.	344
Corps vitré.	344

Appareil suspenseur du cristallin.	544
Usages des milieux réfringents.	545
Accommodation.	547
Œil emmétrope.	548
Œil myope.	549
Œil hypermétrope	549
Presbytie.	549
Persistance des impressions de la rétine	549
Vision des couleurs.	550
Les cellules visuelles de cône servent à la vision colorée	551
Daltonisme .	552
Irradiation rétinienne	552
Point aveugle.	555
§ 7. Organes moteurs et protecteurs de l'appareil de la Vision.	554
Muscles du globe oculaire.	555
Paupières et conjonctive.	557
Sourcils et cils.	557
Glande lacrymale.	558
Usages des paupières.	558
ORGANES VISUELS DANS LA SÉRIE ANIMALE.	559
I. Protozoaires	559
II. Cœlentérés	559
III. Vers .	560
IV. Articulés	560
V. Mollusques	565
VI. Vertébrés.	565
§ 8. TROISIÈME ŒIL DES VERTÉBRÉS OU ŒIL PINÉAL..	566
§ 9. Organe de l'Ouïe chez l'homme.	568
Organe de l'ouïe chez les animaux inférieurs	568
Origine de l'organe de l'ouïe.	569
Perfectionnement de l'organe de l'ouïe chez les animaux supérieurs .	570
Oreille externe.	570
Pavillon de l'oreille.	571
Membrane du tympan.	571
Oreille moyenne	571
Oreille interne.	575

TABLE DES MATIÈRES.	485
Canaux demi-circulaires.	374
Vestibule.	374
Limaçon	374
Structure de l'oreille interne et nerf auditif.	375
Terminaisons du nerf auditif	376
Canal cochléaire des vertébrés inférieurs	377
Canal cochléaire des mammifères.	379
§ 10. Usages des diverses parties de l'oreille.	381
L'oreille externe reçoit et transmet les vibrations sonores à la membrane du tympan.	381
La caisse du tympan transmet les vibrations sonores à l'oreille interne.	381
L'oreille interne apprécie l'intensité, la hauteur et le timbre des sons.	382
A. Le vestibule et les canaux demi-circulaires recueillent les bruits..	382
B. Le limaçon juge de la hauteur et du timbre des sons et apprécie les impressions musicales.	383
Sens de l'espace	384
ORGANES DE L'OUÏE DANS LA SÉRIE ANIMALE	384
1° Invertébrés.	384
A. Invertébrés à vésicule auditive.	385
B. Invertébrés dont les organes auditifs sont constitués par une membrane ou des saillies rigides.	386
2° Vertébrés..	387
§ 11. Organe de la Voix chez l'homme	387
Constitution du larynx.	389
Replis de la cavité du larynx.	389
Muscles du larynx.	390
Cordes vocales	390
Laryngoscope.	392
Caractères de la Voix	393
Nerfs du larynx.	394
Le pneumogastrique est le nerf sensitif et respirateur du larynx..	394
Le nerf spinal est le nerf vocal.	395
Voix et langage.	395
Production des voyelles	397
Production des consonnes	397
Parole.	397

ORGANES PRODUCTEURS DE SONS DANS LA SÉRIE ANI- MALE	398
a) Insectes.	398
b) Poissons	400
c) Batraciens.	400
d) Reptiles.	400
Oiseaux,	400
Mammifères.	401
Rapports du langage vocal avec les sentiments et la pensée.	402
Origine du langage..	403

TROISIÈME PARTIE

CLASSIFICATION DES ANIMAUX

CHAPITRE I

PRINCIPES DE LA CLASSIFICATION

Groupement des individus selon leurs ressemblances et leur descendance.	405
1° Ressemblances extérieures.	405
2° Organisation.	405
3° Descendance.	406
Espèce.	408
Genre	409
Ordre	409
Classe.	410
Embranchement..	410
Division des Invertébrés en embranchements.	410

CHAPITRE II

PROTOZOAIRE

I. Rhizopodes.	412
I. Flagellates..	413

III. Infusoires.	414
IV. Sporozoaires ..	415

CHAPITRE III

RAYONNÉS

§ 1. Spongiaires.	416
§ 2. Cœlentérés.	417
1° Hydrozoaires	418
2° Anthozoaires.	420
§ 3. Échinodermes	420

CHAPITRE IV

ANNELÉS

§ 1. Vers.	423
A. Vers plats ou plathelminthes..	423
1° Turbellariés..	423
2° Trématodes.	423
3° Cestodes.	424
B. Vers cylindriques.	424
1° Annélides..	424
a) Chétopodes	425
b) Hirudinées.	426
2° Rotifères.	426
3° Nématodes.	427
4° Bryozoaires.	427
5° Brachiopodes.	428
§ 2. Articulés	429
a) Crustacés.	428
b) Arachnides.	431
c) Myriapodes.	431
d) Insectes	432
Formes variables et division du travail chez les Insectes.	434
Classification des Insectes..	434

CHAPITRE V

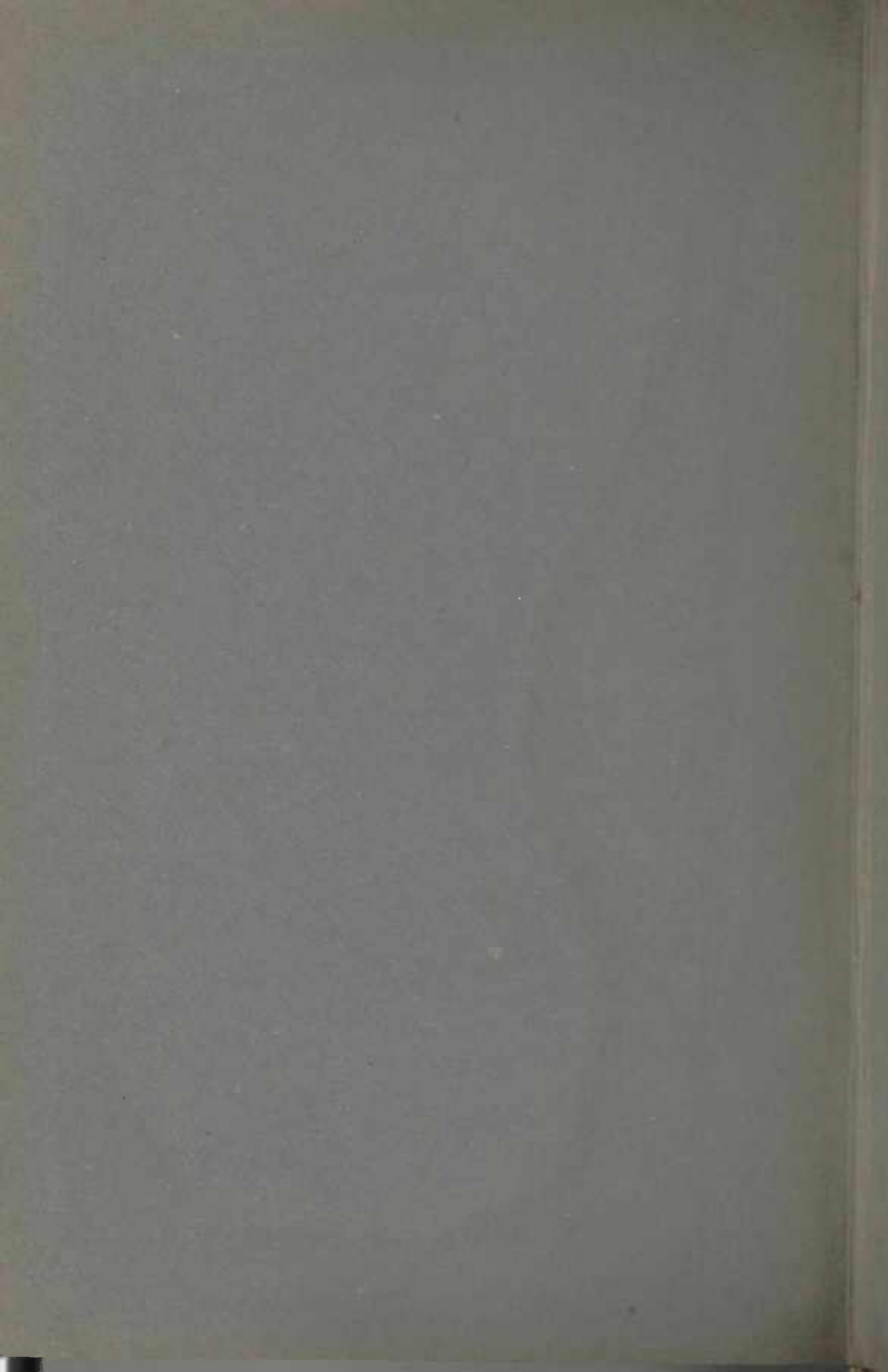
MOLLUSQUES

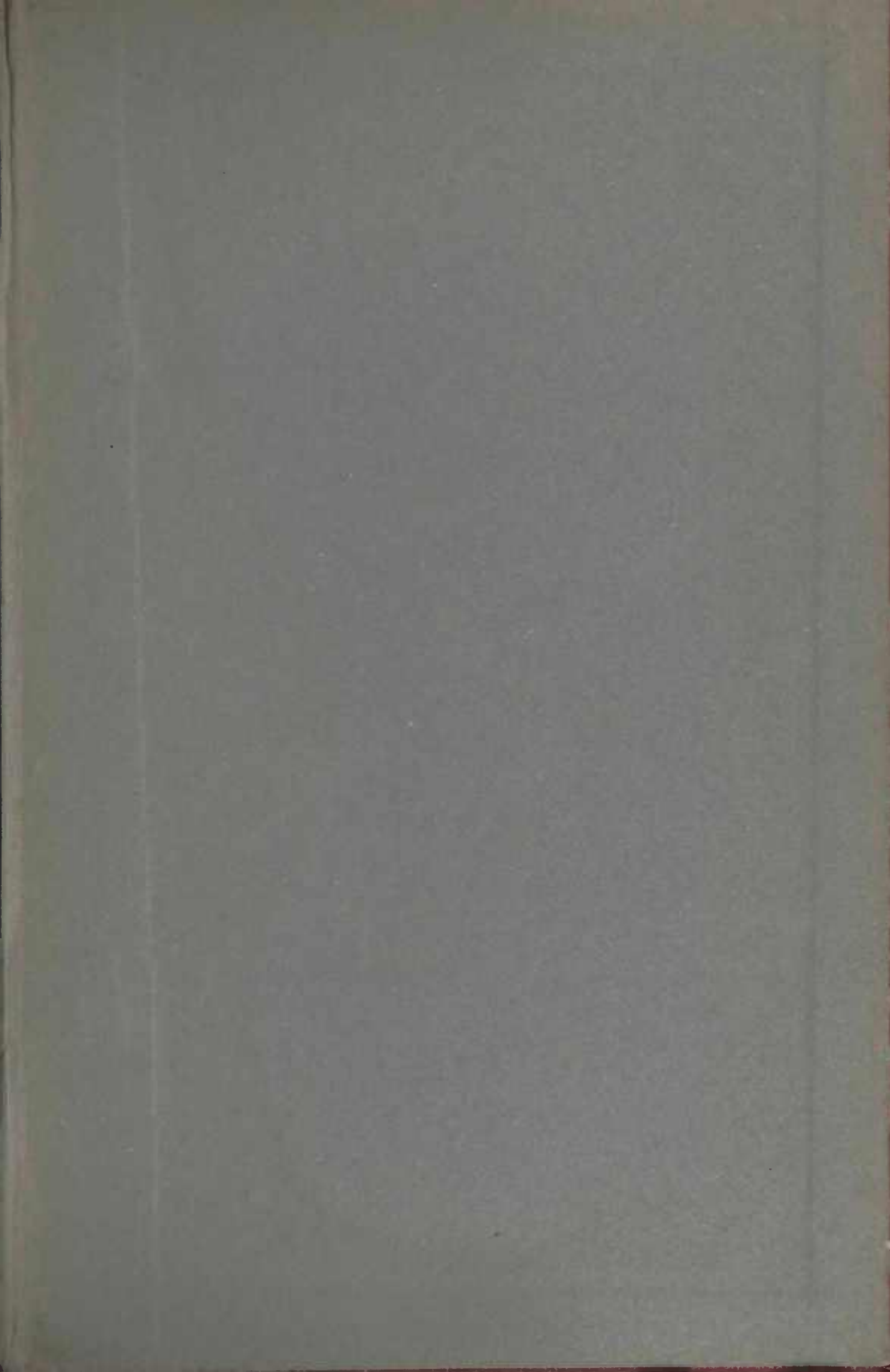
Lamellibranches.	439
Gastéropodes .	440
Céphalopodes .	441

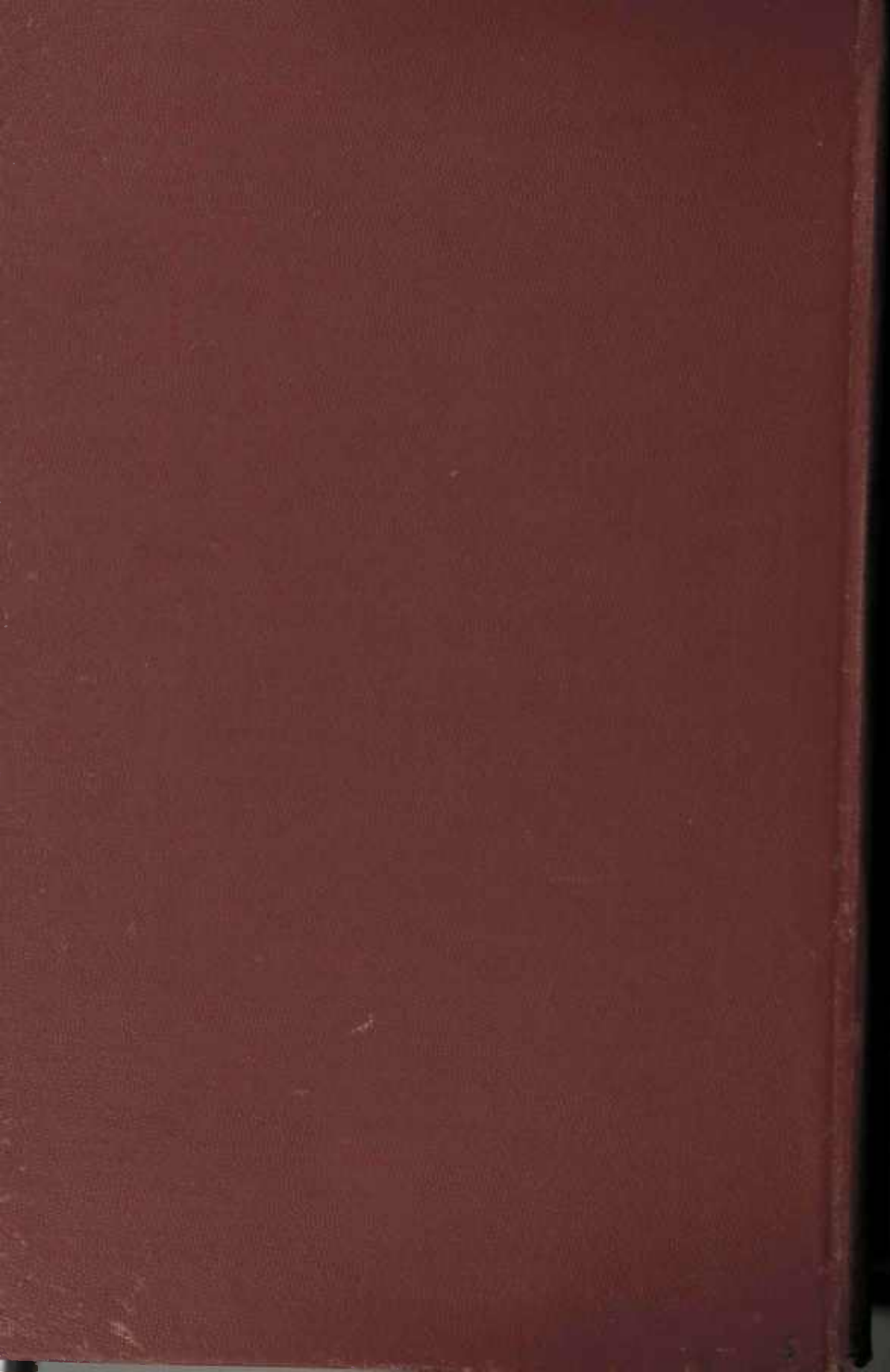
CHAPITRE VI

VERTÉBRÉS

§ 1. Poissons	443
§ 2. Batraciens	443
§ 3. Reptiles	444
§ 4. Oiseaux.	444
§ 5. Mammifères	447
Classification des Mammifères..	452







ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais. Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

2. Atribuição. Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

3. Direitos do autor. No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente (dtsibi@usp.br).