





• No 5280



ÉLÉMENTS D'HISTOIRE NATURELLE



ZOOLOGIE

AVIS DE L'ÉDITEUR

En consultant la table des matières, l'élève y trouvera facilement toutes les questions qui se rapportent au cours d'anatomie et de physiologie animales (classe de philosophie).

COURS D'ÉTUDES SCIENTIFIQUES

A L'USAGE

DES CANDIDATS AU BACCALAURÉAT ÈS LETTRES

| | |
|--|----------|
| Arithmétique (DUFAILY). 1 vol. in-12, broché..... | 2 fr. » |
| <i>Le même</i> , cart..... | 2 fr. 50 |
| Géométrie (DUFAILY), avec figures. 1 vol. in-12, br..... | 3 fr. » |
| <i>Le même</i> , cart..... | 3 fr. 50 |
| Algèbre (VACQUANT). 1 vol. in-12, br..... | 2 fr. 50 |
| <i>Le même</i> , cart..... | 3 fr. » |
| Cosmographie (DUFAILY). 1 vol. in-8, br..... | 4 fr. » |
| <i>Le même</i> , cart..... | 4 fr. 60 |
| Physique (POIRÉ). 4 ^e édit., 1 vol. in-12, br..... | 6 fr. » |
| <i>Le même</i> , cart..... | 6 fr. 50 |
| Chimie (POIRÉ). 4 ^e édit., 1 vol. in-12, br..... | 3 fr. » |
| <i>Le même</i> , cart..... | 3 fr. 50 |

COURS D'ÉTUDES SCIENTIFIQUES
A L'USAGE DES CANDIDATS
AU BACCALAURÉAT ÈS LETTRES ET AUX ÉCOLES DU GOUVERNEMENT

ÉLÉMENTS D'HISTOIRE NATURELLE

ZOOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE
ET LA CLASSIFICATION

Rédigés conformément aux programmes officiels du 22 janvier 1885
(Classe de philosophie)

A l'usage des candidats au baccalauréat ès lettres

PAR

V DESPLATS

DOCTEUR EN MÉDECINE
PROFESSEUR AGRÉGÉ A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS
ANCIEN PROFESSEUR AU LYCÉE CONDORCET ET AU COLLÈGE CHÂPTAL
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

Avec nombreuses figures intercalées dans le texte.

NOUVELLE ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE



PARIS
LIBRAIRIE CH. DELAGRAVE

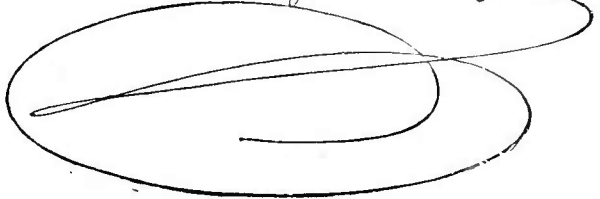
15, RUE SOUFFLOT, 15

1887

137

*Tout exemplaire de cet ouvrage non revêtu de ma
griffe sera réputé contrefait.*

Ch Delagrave



INTRODUCTION

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES ÊTRES VIVANTS

Corps inertes et corps vivants. — Les corps qui sont répandus dans la nature se divisent en deux groupes bien distincts : les corps *bruts*, *inertes* ou *inorganiques*, les corps *vivants* ou *organisés*. Au premier groupe, appartiennent les *pierres*, les *minéraux* ; au second, les *animaux* et les *végétaux*.

Les uns comme les autres sont formés d'éléments matériels identiques puisés aux mêmes sources, le sol et l'atmosphère. Mais, tandis que les corps inertes obéissent uniquement aux lois des forces physiques et chimiques (attraction, chaleur, lumière, électricité, affinité), les corps vivants, tout en étant soumis à ces mêmes lois, sont le siège d'*activités* spéciales les plus variées qui se traduisent par des actes ou fonctions dont l'ensemble s'appelle la *vie*. Pour accomplir ces actes, les animaux et les végétaux sont *organisés*, c'est-à-dire composés d'organes ou instruments vitaux dont les parties les plus ténues (*éléments anatomiques*), que l'on considère comme les derniers éléments des corps, jouissent de la propriété de renouveler d'une manière incessante leur propre substance, de croître, de se reproduire, le contenu de quelques-unes de se mouvoir et de sentir.

Ces divers modes d'activité étant l'unique attribut de la matière vivante ont reçu le nom de *propriétés vitales* et mieux de *facultés vitales*. Ces propriétés sont inhérentes à la substance organisée comme les propriétés physico-chimiques le sont à la substance inerte ; leur conservation et leurs manifestations ont besoin de certains *milieux*, les uns extérieurs, résidant en dehors de l'être vivant, comme l'air, l'eau, la chaleur, la lumière, les aliments ; les autres intérieurs, en contact avec les éléments anatomiques, comme le sang, la lymphe, etc.

Le trait dominant ou fondamental des êtres doués de la vie est donc de posséder une organisation et de puiser dans cette organisation des *activités* qui n'ont pas leurs analogues dans le monde inorganique. Aussi longtemps que ces activités persistent, on dit que le corps possède la vie ; leur cessation est ce que l'on appelle ordinairement la mort.

Les propriétés vitales plus ou moins développées, plus ou moins compliquées, se retrouvent chez tous les êtres vivants et chez eux seulement ; elles donnent à ces êtres des caractères particuliers qui les séparent net-

tement des corps bruts et que nous pouvons résumer de la manière suivante :

1^o *Caractères chimiques.* — Une composition chimique hétérogène et complexe des éléments organiques est un des caractères qui distinguent avant tout les corps vivants des corps bruts. Ces éléments qui représentent les degrés d'organisation les plus simples sont toujours formés par la dissolution et l'union réciproque des principes immédiats solides, liquides et gazeux dont la grande instabilité moléculaire explique la facilité d'échange de matériaux et de transformations chimiques qui se passent dans les organismes, sans laquelle la *nutrition*, le signe le plus général de la vie, serait absolument impossible ; les corps bruts, au contraire, sont le plus souvent homogènes, c'est-à-dire formés d'une substance simple ou composée, solide, liquide ou gazeuse, qui n'emprunte rien et ne cède rien au milieu qui l'entoure et dont la condition d'existence réside dans la grande stabilité et la grande fixité de ses propres molécules.

Un petit groupe d'éléments minéraux entrent dans la constitution de la substance organisée ; seulement, les composés qui forment l'organisme vivant avec ce petit nombre de corps simples se présentent dans des conditions particulières que l'on ne retrouve nulle part dans le monde inorganique. En effet, ce qui caractérise les combinaisons organiques, c'est surtout la complexité et la mobilité moléculaires : celles-ci se forment par l'action de forces spéciales ; elles se transforment et se détruisent sans cesse pour se reproduire de nouveau. C'est ainsi que la matière inorganique en devenant vivante acquiert des aptitudes spéciales, s'use et se répare jusqu'au moment où, ses transformations étant une fois accomplies, elle passe à l'état de matière brute pour recommencer de nouveau : c'est ce qu'on appelle la circulation de la matière.

2^o *Caractères morphologiques.* — Les corps vivants sont *organisés*, c'est-à-dire qu'ils sont constitués par des parties dissemblables, nommées *organes*, ayant chacune sa texture et son arrangement spécial. Toutes ces parties jouent un rôle particulier dans l'économie de la vie et concourent à un but commun, l'intégrité de tout le système organique. Quoique doué d'une action particulière, chacun des organes agit pour remplir cet objet, et de cette série d'actions concordantes et harmoniques résulte la vie générale ou la vie proprement dite. Au contraire, toute particule d'un corps brut a les mêmes propriétés que celle de la masse totale, et peut être considérée comme ayant une individualité séparée et indépendante des autres particules auxquelles elle n'est unie que par la force d'agrégation. L'hétérogénéité organique est donc, en réalité, une des différences qui distinguent les êtres organisés de la matière inorganique. Si l'on poursuit la comparaison sous le rapport de la forme et du volume, on observe que les corps bruts n'ont pas nécessairement une forme déterminée et un volume constant : résultat de l'agrégation de particules matérielles, ils peuvent prendre les figures les plus diverses qui n'ont rien de fixe et qui dépendent des circonstances accidentelles au milieu desquelles ils se sont produits.

Quelques-uns, il est vrai, les minéraux, sont susceptibles de *crystalliser* et prennent alors des formes géométriques : dans ce cas la réga-

larité de leurs formes résulte de surfaces planes limitées par des lignes et des angles.

Rien d'analogue ne se rencontre dans les êtres organisés. Depuis le plus bas jusqu'au plus élevé des êtres animés, la forme est déterminée pour chaque espèce ou pour chaque type, et cette forme est telle, qu'au lieu de présenter des surfaces planes, des lignes droites et des angles, elle est circonscrite par des surfaces courbes et des contours curvilignes.

3° *Caractères physiologiques, évolution vitale.* — Les corps organisés n'ont qu'une durée limitée. Ils naissent, vivent et meurent, trois phases d'évolution nécessaires, déterminées dans leur mode de succession, définies dans leurs effets, et qui reconnaissent pour agents immédiats un mouvement d'échange incessant des éléments matériels entre l'être vivant et le monde extérieur. Cette évolution que ne peut expliquer ni la physique ni la chimie, a fait admettre de tout temps l'idée d'une cause spéciale d'une force propre, la *vie*, combinant son action avec les forces physico chimiques dans la formation du monde animé : en effet, l'observation nous enseigne que tout être vivant provient d'un œuf ou d'un germe antérieur doué de la vie, qui porte avec lui l'aptitude à reproduire un être semblable, ayant une individualité propre et une existence isolée. L'être, une fois créé, croît et acquiert une forme déterminée d'après son origine et presque complètement indépendante du milieu dans lequel il se développe; il maintient son existence pendant une durée limitée, en renouvelant d'une manière continue sa substance organisable. La cessation de la vie, dernier terme de l'évolution organique, amène la destruction des éléments matériels du corps et leur retour à l'état de matière minérale.

4° *Caractères dynamiques.* — Au point de vue dynamique, les différences entre ces deux ordres de corps deviennent encore plus tranchées. Pendant toute son existence, l'être vivant produit des forces vives qu'il met en liberté sous forme de chaleur, d'électricité et surtout de mouvement. Ces forces sont des transformations de phénomènes qui se passent dans l'organisme, et, par suite, sont en rapport avec le grand principe de la *constance* et de l'*équivalence des forces* qui a été surtout étudié à propos de la chaleur et du mouvement : en effet, de même que la plante, en organisant la matière minérale, accumule dans ses tissus les forces vives de chaleur et de la lumière solaires, de même l'animal, en détruisant la matière organisée, prend une partie de ces forces qui s'y trouvent à l'état latent ou de tension et les transforme en forces vives de chaleur ou de travail mécanique : c'est ainsi que les végétaux et les animaux se complètent non seulement au point de vue de la circulation de la matière, mais encore au point de vue de la transformation des forces. La plante fournit à l'animal la matière organisée et la force; l'animal détruit la matière organisée et dégage la force.

En résumé, une hétérogénéité chimique complexe et instable, une organisation, l'usure et la réparation des éléments organiques, une évolution déterminée avec production de forces vives, tels sont les caractères essentiels des corps organisés. L'étude des propriétés vitales

que nous indiquons plus loin, servira à compléter et à mieux préciser encore la définition des êtres vivants.

ANIMAUX ET VÉGÉTAUX

III. La vie, dans la nature, revêt deux formes particulières, le végétal et l'animal.

Considérés dans leurs états les plus rudimentaires, ces deux sortes d'organismes ne présentent aucune ligne de démarcation bien tranchée ; bien plus, l'un passe à l'autre par des degrés tellement insensibles, qu'on peut considérer les règnes végétal et animal comme deux lignes partant d'un point commun à partir duquel les différences deviennent d'autant plus considérables qu'on s'éloigne davantage de ce sommet commun, c'est-à-dire des états les plus inférieurs.

Mais, à part ces formes intermédiaires (*Protistes de Hoëckel, Protozoaires*), dont la nature n'est pas encore bien définie et que les botanistes et les zoologistes se disputent depuis bien des siècles, des caractères distinctifs n'en existent pas moins entre les végétaux et les animaux ; c'est ce qui résulte d'une comparaison rapide des deux règnes.

1° *Caractères chimiques.* — Considérée au point de vue chimique, la substance organisée des végétaux est formée des mêmes éléments simples que celle des animaux, savoir : l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, l'azote, le phosphore, le chlore, le soufre, le silicium, le potassium, le sodium, le calcium, le fer, etc. ; seulement le carbone y domine d'une manière remarquable.

Parmi les principes immédiats qui entrent dans la constitution des végétaux, les plus répandus sont des corps non azotés qui leur sont propres (cellulose, amidon, fécule, gommés, résines, huiles essentielles, acides végétaux) ; d'autres, tels que le sucre, les graisses, se trouvent dans les animaux et dans les plantes ; mais, chez les animaux, ce sont les corps azotés qui forment la masse des tissus (albumine, fibrine, caséine, etc.) dont quelques-uns entrent aussi dans les végétaux.

L'eau est un des éléments constituants de la plante ; elle sert à dissoudre les substances solubles, imbibe les albuminoïdes des éléments végétaux et s'amasse dans leur intérieur pour former le liquide cellulaire. Chez les animaux, l'eau fait aussi partie intégrante des tissus et constitue la masse essentielle des liquides organiques (sang, chyle, lymphe, sécrétions diverses).

Les liquides des végétaux contiennent en dissolution de l'oxygène, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque ; les liquides animaux ne renferment que de l'oxygène et de l'acide carbonique ; seulement l'acide carbonique prédomine dans les plantes et l'oxygène dans les animaux. Enfin, la substance des deux règnes renferme des sels et principalement des chlorures et des phosphates alcalins et terreux.

2° *Caractères morphologiques.* — L'organisation générale des végétaux est beaucoup plus simple que celle des animaux, et c'est là sans contredit l'une des causes principales des différences qu'on remarque dans les deux règnes. Sans doute l'élément fondamental de tout organisme

végétal et animal est toujours la *cellule* qui, dans les premiers temps de son existence, présente la même composition chimique et la même constitution morphologique; ce n'est que par suite de métamorphoses ultérieures qu'apparaissent des différenciations entre ces deux sortes d'éléments.

En effet, la cellule végétale a toujours une membrane d'enveloppe distincte de son contenu et qui est essentiellement formée de cellulose; en outre, le protoplasma qu'elle renferme disparaît peu à peu et est remplacé par un liquide cellulaire ou par d'autres produits non azotés (amidon, sucre, acides végétaux, matières colorantes, etc.).

La cellule animale, composée d'albuminoïdes imbibées d'eau, n'éprouve que des modifications morphologiques insensibles et des changements chimiques presque nuls.

La cellule végétale jouit de la propriété de se mouvoir et de se reproduire: la cellule animale possède en outre la propriété de sentir et de se contracter.

Des différences non moins marquées se retrouvent dans les tissus et les organes: chez les végétaux, deux variétés de tissus se combinent pour former les organes, et l'on trouve même des plantes qui ne sont formées que d'un seul tissu. Toujours, chez les animaux, les organes sont formés par la réunion d'un certain nombre de tissus différents par leurs propriétés physiques et leurs fonctions physiologiques et ils sont, pour la plupart, concentrés et contenus dans des cavités internes. Chez les végétaux, les organes sont épanouis et différent si peu entre eux qu'on les voit quelquefois se transformer les uns dans les autres.

Caractères physiologiques. — L'organisation végétale étant moins compliquée, la division du travail physiologique n'est pas poussée aussi loin que chez l'animal. Cependant il n'y a là qu'une différence de degré, car dans les organismes animaux rudimentaires l'organisation aussi bien que le travail physiologique ne dépassent guère ce que l'on observe dans certains végétaux.

Pour se nourrir et croître, la plante emprunte au sol et à l'atmosphère des éléments minéraux qu'elle transforme en sa propre substance ou, en d'autres termes, qu'elle *s'assimile*: au sol, elle prend de l'eau, de l'ammoniaque et des sels; à l'atmosphère, elle prend de l'oxygène et de l'acide carbonique.

Sous l'influence de la radiation solaire et de la *matière colorante verte* ou *chlorophylle*, la plante décompose l'acide carbonique, fixe le carbone dans ses tissus à l'état de combinaison organique et exhale de l'oxygène: c'est ainsi qu'elle organise la matière minérale et produit des albuminoïdes, des graisses, de l'amidon, etc. D'autres parties, celles qui ne sont pas vertes, à la lumière comme à l'obscurité, absorbent de l'oxygène et éliminent de l'acide carbonique résultant d'une combustion lente des composés organiques.

Chez les animaux, les actes de la nutrition sont bien moins complexes, puisqu'ils fixent dans leurs tissus des matériaux organisés (albuminoïdes, graisses, amidon, etc.), déjà préparés et qui n'ont besoin pour être assimilés que de subir quelques transformations chimiques. Ces

matériaux, après être restés matière vivante pendant un certain temps, sont éliminés à l'état d'eau, d'acide carbonique et d'ammoniaque, en sorte que les éléments nutritifs nécessaires à la vie de la plante sont précisément ceux que l'animal rejette pendant le travail intime de la désassimilation. La vie végétative et la vie animale sont donc corrélatives l'une de l'autre : la plante organise la matière minérale ; l'animal la détruit et la fait revenir à son état primitif.

ZOOLOGIE. — ANATOMIE. — PHYSIOLOGIE.

L'étude du monde organisé comprend deux grandes divisions : la ZOOLOGIE ou la connaissance des animaux, la BOTANIQUE ou la connaissance des plantes. Ces deux branches de l'histoire naturelle fournissent les éléments nécessaires à l'explication des phénomènes de la vie, et sont d'autant plus étroitement liées entre elles, que les manifestations vitales des deux règnes sont régies par les mêmes lois fondamentales, et qu'au milieu des différences que l'on observe dans la disposition des organes, on y trouve des éléments communs et des rapports d'échange mutuels qui servent à maintenir l'harmonie de la nature. La zoologie qui doit, seule, nous occuper, présente à son tour deux subdivisions importantes : l'ANATOMIE et la PHYSIOLOGIE.

L'anatomie a pour objet la structure des corps organisés. Suivant le point de vue sous lequel on l'envisage, elle nous fait connaître la forme des organes, leurs parties constituantes et leur développement ; elle nous enseigne, suivant quelles règles, les appareils vitaux, considérés dans toute la série animale, se modifient ou se perfectionnent pour s'adapter aux divers milieux et maintenir l'harmonie nécessaire entre ces instruments et les actes qu'ils sont chargés d'accomplir.

La *physiologie* étudie les phénomènes qui se passent dans les organismes vivants. Ces phénomènes sont de deux ordres : les uns simples, *élémentaires* ; les autres, *complexes*. Les premiers résident dans les dernières parties de la matière organisée, autrement dit dans les *éléments anatomiques* ; ils sont toujours les mêmes, quelle que soit la forme de l'animal, qu'il soit mammifère, oiseau ou reptile, et constituent l'essence même de la vie. Les seconds ont pour siège les organes ou les appareils vitaux ; ils varient avec leur forme et le milieu qui les entoure. De plus, à mesure que l'on s'élève dans la série des êtres, on constate une complexité croissante dans la mise en jeu des fonctions de la vie.

La physiologie est donc la science de la vie ; on l'appelle aussi la *biologie*. Elle se divise : 1° en *physiologie générale* dont l'étude est la recherche des conditions élémentaires des phénomènes vitaux ; 2° en *physiologie spéciale* qui traite des fonctions de l'organisme vivant considérées d'une manière isolée.

ZOOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE GÉNÉRALES

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES ANIMAUX

COMPOSITION DES ORGANISMES.

1. Tout organisme vivant est formé de petites masses matérielles, à dimensions définies, visibles au microscope, auxquelles on donne le nom de *cellules, éléments cellulaires*. Ce nom de cellule leur vient de ce que, pour la plupart, primitivement du moins, ces masses ont la forme d'une vésicule ; on les nomme aussi *éléments anatomiques* ou *organiques, organismes élémentaires*, parce que c'est en eux que résident les phénomènes de la vie.

Les substances qui entrent dans la composition des organismes sont nombreuses et variées ; mais quelque compliquées qu'elles soient, l'analyse chimique nous enseigne qu'elles sont formées des corps simples de la chimie minérale dont le nombre, chez l'homme, s'élève à dix-huit. Les principaux sont :

| | | |
|---------------|--------------|---------------|
| l'oxygène. | le soufre. | le sodium. |
| l'hydrogène. | le chlore. | le potassium. |
| le carbone. | le fluor. | le calcium. |
| l'azote. | le silicium. | le magnésium. |
| le phosphore. | | le fer. |

Ces corps, dans les êtres vivants, sont les uns à l'état libre, comme l'oxygène, l'azote ; les autres à l'état de combinaisons

plus ou moins complexes que l'on peut rapporter aux quatre types suivants :

1° Des *corps albuminoïdes* ou *azotés*, albumine, fibrine, caséine, syntonine, myosine, globuline, etc. ;

2° Des *corps hydrocarbonés*, sucres, matière glycogène, inosite, acide lactique, etc. ;

3° Des *corps gras*, cholestérine, oléine, stéarine, palmitine, etc. ;

4° Des corps minéraux, eau, acide carbonique, silice, chlorure de sodium, carbonates et phosphates de soude, de chaux et de magnésie, etc.

Cet examen rapide de la composition des corps vivants nous montre que la condition fondamentale de l'organisation ne se trouve pas dans les éléments simples qui la constituent, mais bien dans le mode d'arrangement ou de groupement de ces éléments, ce qui amène la formation de composés très-instables que l'on ne trouve nulle part dans le monde inorganique. Ces composés donnent aux organismes qui en sont le résultat une structure spéciale et des propriétés d'un ordre très-élevé ; mais, en définitive, ces combinaisons sont toujours réductibles par l'analyse en oxygène, hydrogène, carbone, azote, etc., qui appartiennent au règne minéral et qui se rencontrent dans le milieu qui nous entoure, sorte de réservoir commun où tous les êtres puisent les matériaux de leur constitution et de leur développement.

CONSTITUTION DES ORGANISMES.

2. Sous sa forme la plus simple, l'organisme consiste en une



Fig. 1.

a et b, amœbes montrant les pseudopodes et les granulations.

substance amorphe de nature albumineuse, le *protoplasma*, sorte de gelée homogène, nommée *sarcode*, dans laquelle sont disséminées quelques fines granulations. Le type de cette substance nous est fourni par un infusoire, l'*amœbe*, que l'on trouve dans les eaux stagnantes.

Dans un degré un peu plus élevé, le protoplasma s'entoure d'une enveloppe distincte en même

temps qu'apparaît dans sa masse un corps solide, le *noyau* ou *nucleus*. On donne le nom de cellules à ces petites masses pourvues d'un noyau. Les cellules peuvent exister d'une manière libre et indépendante, et constituer des organismes *unicellulaires*; lorsqu'elles se réunissent de manière à former un tout complexe, on a des organismes *multicellulaires*. On doit donc considérer la cellule comme le point de départ, ou l'*unité* constituante de tout organisme végétal ou animal.

C'est à Schwann, pour les animaux, et à Schleiden, pour les végétaux, que revient l'honneur de cette grande découverte. En 1839, Schwann établit l'unité de composition de l'organisme animal en montrant qu'il procède uniquement de cellules, et tenta l'étude du développement des tissus par la transformation des cellules. Il fonda ainsi l'*histologie*, c'est-à-dire l'anatomie générale par le microscope. Il est vrai qu'il fut précédé dans cette voie par les travaux de Malpighi et de Leeuwenhoek et surtout de Bichat, le véritable fondateur de l'anatomie générale. Les recherches des anatomistes modernes, parmi lesquels nous citerons Remak, Muller, Robin, Virchow, Köelliker, Leydig, etc., ont conduit à des résultats d'une importance capitale pour la physiologie et la pathologie.

3. Cellule animale. — Toute cellule animale se présente primitivement sous la forme d'un petit corps mou, arrondi, composé généralement de trois parties : 1° une

enveloppe ou *membrane* de la cellule; 2° un contenu granuleux, le *protoplasma*; 3° à l'intérieur une vésicule plus ferme, le *noyau*, qui contient quelques granulations ou *nucléoles*. Au début, la cellule animale semble, dans certains cas, du moins, privée d'enveloppe : ce n'est que plus tard que la couche qui la termine se distingue nettement du contenu. La membrane cellulaire paraît être le résultat d'une évolution progressive et du passage graduel d'une partie

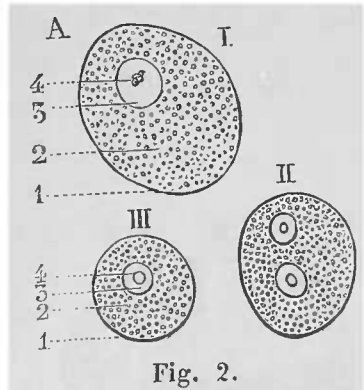
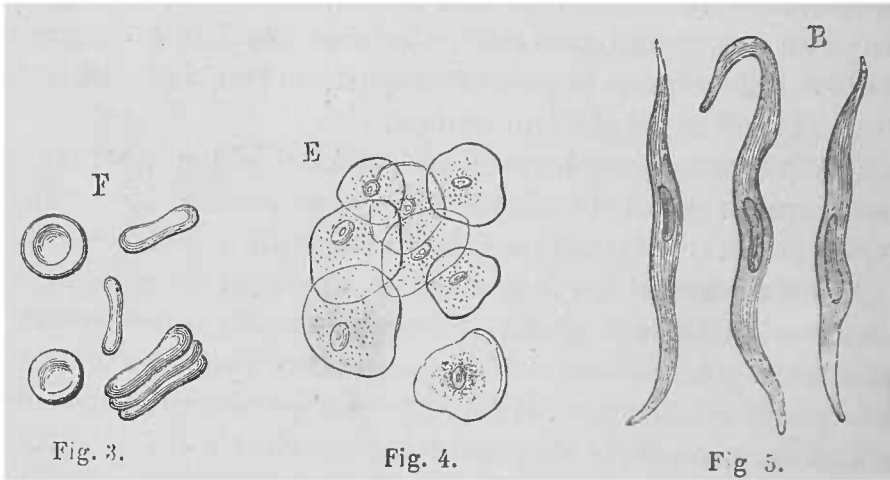


Fig. 2.
A. — Trois cellules animales, I et III. 1, membrane de la cellule; 2, contenu ou protoplasma; 3, noyau; 4, nucléole. II, cellule avec deux noyaux.

du protoplasma à un nouvel état. Le noyau est plus important; il existe dans presque toutes les cellules jeunes; plus tard, il disparaît comme cela a lieu dans les globules du sang de l'homme. Quant au protoplasma, on doit le considérer comme la partie

vivante de la cellule, et comme l'origine de toutes les formations nouvelles et de tous les produits que l'on trouve dans les cellules.

4. Forme et dimensions des cellules. — Chez l'homme et la



F. — Globules sanguins de l'homme.

E. — Cellules épithéliales aplaties.

B. — Cellules fusiformes.

plupart des animaux, les cellules ont toutes des dimensions microscopiques; les plus petites, les globules du sang, ont un

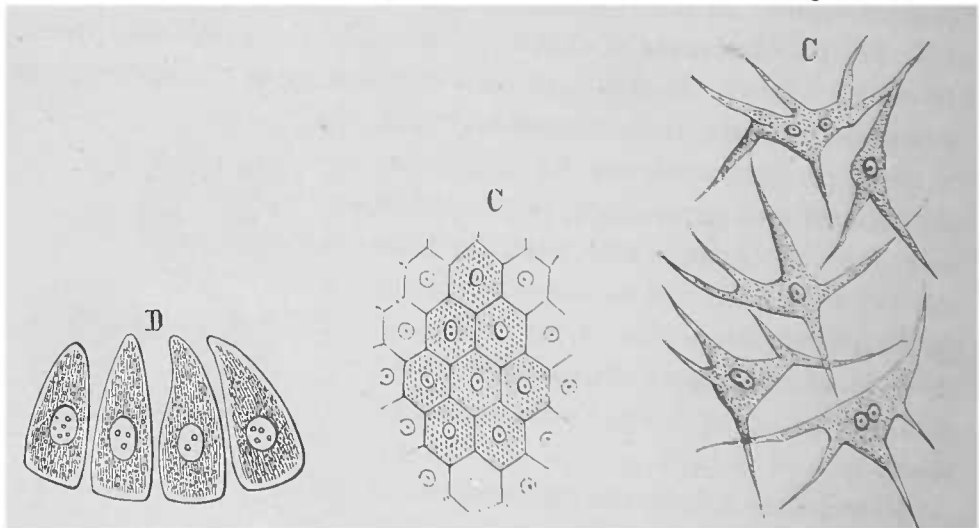


Fig. 6.

D. — Cellules cylindriques ou épithélium dit cylindrique.

Fig. 7.

C. — Épithélium pavimenteux à forme polyédrique.

Fig. 8.

C. — Cellules étoilées.

diamètre moyen de $\frac{1}{125}$ de millimètre : une seule, l'ovule, peut atteindre $\frac{2}{10}$ de millimètre ; mais dans le plus grand nombre de cas, ce diamètre varie entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{2}{100}$ de millimètre.

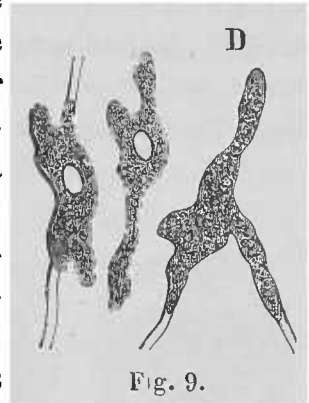
Considérées au point de vue de la forme, on trouve, qu'à l'origine, les cellules sont généralement sphériques; plus tard, elle s'aplatissent et prennent la forme de petits disques (globules du sang) ou de petites plaques (épithéliums); souvent, par suite de leur accroissement et de leur multiplication, les cellules animales subissent des modifications de forme très-variées: elles s'allongent et deviennent tantôt fusi-formes, tantôt cylindriques ou polyédriques et quelquefois rameuses ou étoilées.

5. Multiplication des cellules. — Les cellules n'ont pas seulement la propriété d'augmenter de volume par l'absorption de substances venues de l'extérieur; elles peuvent aussi se multiplier en formant des éléments identiques.

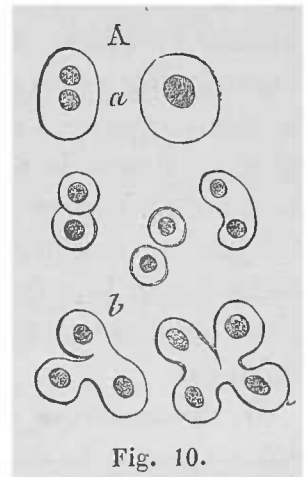
Cette multiplication a lieu de plusieurs manières: 1° par *bourgeonnement*; 2° par *scission* ou *segmentation*. Dans le premier cas, le corps de la cellule se développe d'un côté qui, après une augmentation graduelle de volume, se détache de la cellule mère et forme un élément cellulaire complet. Le nombre de cellules nouvelles qui peuvent se produire ainsi est très-variable et dépend de la division du noyau (fig. 10 *b*). Ce mode de formation par bourgeonnement n'est qu'un cas particulier d'un autre mode plus général, celui de la *scission*; dans ce cas, on voit une cellule s'étrangler dans sa partie moyenne, puis se fractionner en deux, puis en quatre, et ainsi de suite pour donner naissance à autant de cellules nouvelles.

On observe très bien cette division de cellules dépourvues de membrane sur les corpuscules du sang de jeunes mammifères. Le globule d'abord arrondi s'allonge; le noyau se divise en deux parties et deux nouvelles cellules apparaissent (fig. 10 *a*).

Enfin le fractionnement peut avoir lieu dans des cellules pourvues d'une membrane. Dans ce cas, l'enveloppe ne prend



D. — Cellules étoilées pigmentaires.



A. — *a*, globule sanguin et phases diverses de sa division en deux cellules; *b*, multiplication de cellules par bourgeonnement.

aucune part à la segmentation. Ce dernier mode a reçu le nom de multiplication *endogène*. Les figures 11 et 12 indiquent les différentes phases de ce genre de formation. La segmentation est un phénomène spécial que l'on observe à l'époque du développement de l'œuf de la plupart des animaux ; on l'observe aussi dans les cellules de cartilage.

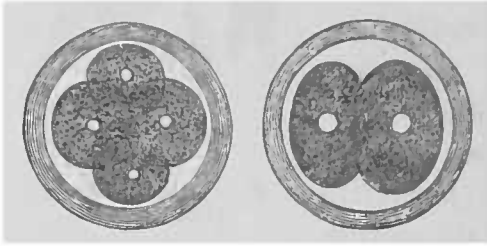


Fig. 11. — Segmentation du vitellus de l'œuf d'un mammifère.

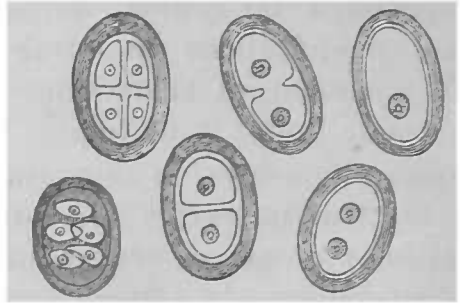


Fig. 12. — Cellule de cartilage et phases diverses de leur division (Multiplication endogène).

Aujourd'hui, les physiologistes allemands admettent avec Virchow que toutes les parties du corps proviennent de cellules ; la cellule elle-même n'existe que parce qu'une autre lui a donné naissance : *omnis cellula a cellula et in cellula* : c'est ce qu'on appelle la *théorie cellulaire*. Robin et d'autres anatomistes, tout en admettant la reproduction cellulaire par gemmation et par scission, opposent à cette théorie un autre mode de formation auquel on donne le nom de *genèse* ou théorie du *blastème* (βλαστος, bourgeon). Ces anatomistes professent que les éléments anatomiques se forment au sein d'un liquide organisable ou blastème (sang, lymphe, etc.). Des noyaux apparaissent dans ce milieu ; ils s'entourent de blastème et constituent de véritables cellules.

6. Composition chimique des cellules. — Les cellules sont les éléments anatomiques qui contiennent les matériaux les plus variés et les plus importants. Dans la première période de leur développement, elles sont essentiellement formées par le *protoplasma*, substance organisée très-riche en albuminoïdes imbibés d'eau. Le protoplasma est la partie essentiellement vivante de la cellule ; c'est en lui que se passent tous les phénomènes de la nutrition et tous les changements chimiques du contenu cellulaire ; c'est aux dépens des albuminoïdes du protoplasma que se forment des substances dérivées, telles

que la *substance collagène* ou à gélatine, la *substance cornée*, la *substance élastique*, des *graisses* et des *matières colorantes*. D'autres substances semblent se produire en dehors du corps de la cellule comme le sucre, l'urée, l'acide urique, la créatine, etc. : ce sont des produits d'excrétion résultant de l'usure de leur propre substance ou de celles qui y sont contenues et qui doivent être éliminées. Enfin, dans certains cas, les cellules fabriquent d'autres principes destinés à accomplir certains actes chimiques, comme la salive, le suc gastrique : ce sont des *sécrétions cellulaires*.

Ces divers corps, qu'ils fassent partie intégrante des éléments cellulaires ou qu'ils prennent naissance par suite des transformations chimiques de leur contenu, sont toujours associés à des éléments minéraux : le plus important est l'eau qui y entre pour les $\frac{4}{5}$, et dont le rôle est considérable. L'oxygène, l'azote, l'acide carbonique, se rencontrent dans des cellules spéciales (les globules sanguins) ; mais ce sont surtout les sels alcalins et terreux qui dominent dans les composés organiques. Tous les tissus animaux contiennent aussi des sulfates, des phosphates et des carbonates de soude, de potasse, de chaux et de magnésie. On y trouve encore du chlorure de sodium et de potassium.

Les substances qui entrent ainsi dans la constitution chimique des cellules prennent le nom d'*éléments constituants organiques*. La plupart ne sont connus que comme produits cellulaires, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent se former que sous l'influence de la vie : tels sont les albuminoïdes et leurs dérivés principaux ; d'autres ont pu être reproduits artificiellement en dehors du corps vivant, comme l'urée, la créatine, la glycocolle. La production artificielle des albuminoïdes n'a pas encore pu être réalisée ; néanmoins, tout autorise à penser qu'elle le sera, le jour où l'on connaîtra d'une manière plus approfondie les phénomènes chimiques qui se passent dans les organismes vivants. V. PROTOPLASMA.

TABLEAU

DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS CONSTITUANTS DU CORPS HUMAIN ET DES PARTIES
OU ILS SONT CONTENUS.

| ALBUMINOÏDES. | | SUCRES. | | GRAISSES. | |
|--|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------|---|
| Albumine... | Sang, chyle, lymphe. | Substance glycogène. | Foie, muscles. | Stéarine..... | Graisses. Liquides de l'économie. Tissus |
| Vitelline.... | Vitellus. | Glycose..... | Foie, sang, chy- le, lymphe. | Palmitine..... | |
| Fibrinogène. | Sang, lymphe. | Sucre de lait. | Lait. | Oléine..... | |
| Fibrine plas- tique... .. | Sang, lymphe. | Inosite..... | Muscles, foie, poumons. | | |
| Caséine.... | Lait. | | | | |
| Syntonine... | Muscles. | | | | |
| ACIDES ORGANIQUES AZOTÉS. | | ACIDES ORGANIQUES NON AZOTÉS. | | | |
| Acide urique..... | Foie, sang, urine. | Acide acétique.... | Muscles. | | |
| — hippurique... .. | Urine des herbivores. | — butyrique... .. | Id. | | |
| — inosique..... | Suc musculaire. | — palmitique.. | Graisse, sang. | | |
| | | — stéarique... .. | Id. | | |
| | | — oléique..... | Id. | | |
| | | — lactique.... | | | |
| CORPS INORGANIQUES CONTENUS DANS LES LIQUIDES ET LES TISSUS. | | | | | |
| Acide carbonique. | | Sulfate de soude. | | | |
| Chlorure de sodium. | | — de potasse. | | | |
| Fluorure de calcium. | | Soude libre. | | | |
| Phosphate de soude. | | Oxygène. | | | |
| — de chaux. | | Azote. | | | |
| — de magnésie. | | | | | |

TISSUS ANIMAUX

7 Tout organisme vivant a pour origine une cellule ; toutes les parties qui le constituent, tissus et organes, naissent de la cellule.

On donne le nom de *tissus* à une agglomération de cellules uniformément modifiées ou transformées d'après une loi commune.

Suivant la nature des éléments anatomiques, c'est-à-dire d'après leur texture, leur composition chimique et leurs propriétés physiologiques, on peut partager les tissus en quatre groupes : le tissu *épithélial* ou *épidermique* ; le tissu *connectif* ; le tissu *musculaire* et le tissu *nerveux*. Les deux premiers, qu'on peut appeler *tissus végétatifs*, présentent leur plus grand développement dans le règne végétal ; les deux seconds, *tissus animaux*, caractérisent l'animalité et prennent une part plus active aux manifestations vitales.

TABLEAU

DES TISSUS ANIMAUX.

| | | |
|------------------------|---|----------------------------------|
| Tissu épithélial..... | } | Tissu épithélial ou épidermique. |
| | | -- glandulaire. |
| Tissu connectif..... | } | — conjonctif. |
| | | — muqueux ou gélatineux. |
| | | — cartilagineux. |
| | | — osseux. |
| Tissu musculaire... .. | } | — des muscles lisses. |
| | | — — striés. |
| Tissu nerveux..... | | |

TISSU ÉPITHÉLIAL OU ÉPIDERMIQUE.

8. On désigne sous ce nom un tissu formé par des cellules juxtaposées et disposées en couches simples ou multiples réunies par une petite quantité de substance amorphe ; dans ces tissus, les cellules présentent un aspect très-diversifié. En raison de leur accroissement dans tous les sens, elles conservent

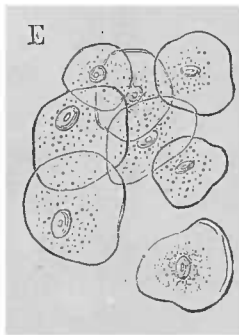


Fig. 13.

E. — Épithélium pavimenteux de la cavité buccale.

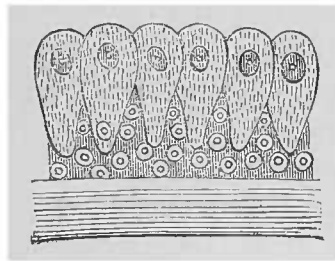


Fig. 14. — Épithélium cylindrique tapissant une membrane muqueuse.

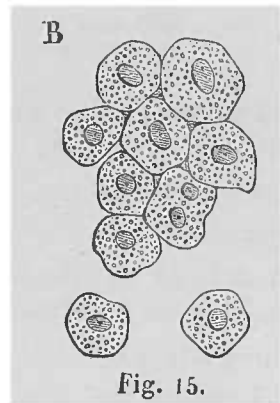


Fig. 15.

B. — Cellules hépatiques de l'homme (Épithélium pavimenteux).

rarement leur forme sphérique ; le plus souvent, elles sont aplaties (épithéliums pavimenteux), ou bien cylindriques (épithéliums cylindriques), quelquefois polyédriques. Quelques cellules à forme polyédrique se remplissent de granulations noires ; on les nomme cellules *pigmentaires* (fig. 16).

Quelquefois, à la surface des membranes muqueuses, les cellules portent des prolongements mobiles appelés *cils vibratiles* ; c'est ce que l'on voit à la muqueuse de la trachée, des bronches, ainsi qu'à la muqueuse du nez, etc. (fig. 17).

Le tissu épithélial tapisse les surfaces extérieures et intérieures du corps, c'est-à-dire la peau, la muqueuse digestive et respiratoire, les cavités des glandes et leurs conduits sécréteurs, les cavités séreuses, etc.

Les ongles, les poils, la substance cornée, ne sont que des modifications de l'épiderme de la peau et par suite des produits transformés des cellules épithéliales.

Au tissu épithélial se rattache *le tissu glandulaire* dont le rôle

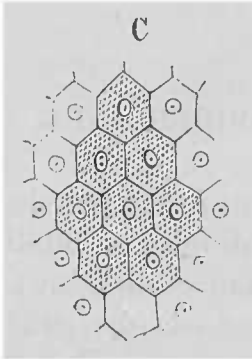


Fig. 16.

C. — Épithélium polyédrique pigmenté de la choroïde.

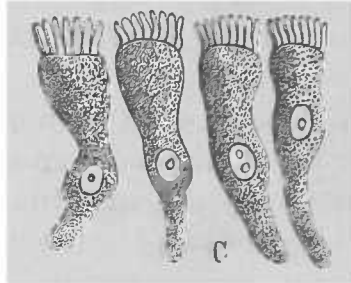


Fig. 17.

C. — Épithélium à cils vibratiles des mammifères.

est considérable dans l'économie. Les cellules glandulaires sont molles, arrondies ou elliptiques et constituent la partie sécrétante des glandes dans la composition desquelles entrent d'autres éléments. Ces cellules se détruisent rapidement à cause de la délicatesse de leur structure et de leur activité sécrétante ; aussi on les retrouve souvent dans le liquide sécrété (cellules du suc gastrique).

Les épithéliums recouvrant toutes les surfaces libres de l'organisme ont une grande importance au point de vue physiologique. On doit considérer ces revêtements cellulaires comme les régulateurs des phénomènes d'absorption, de diffusion et de sécrétion dont l'organisme est le siège. En se détruisant, elles concourent à la formation du *mucus* qui maintient constamment humides les membranes muqueuses et à la formation de *a synovie*, liquide qui lubrifie les membranes séreuses.

TISSU CONNECTIF OU DE SUBSTANCE CONJONCTIVE.

9. On désigne sous ce nom une série de tissus essentiellement formés par une substance intercellulaire sécrétée sur toute la

surface des cellules. A mesure que la quantité de substance sécrétée augmente, celle-ci se convertit en lames, en fibres et donne lieu à des tissus différents en apparence, mais qui, par l'origine, le mode de développement et la structure intime ont des caractères communs qui tendent à les rapprocher le plus possible. Leurs différences résultent du rapport des cellules entre elles et avec la substance intercellulaire, de leur constitution physique et de leur composition chimique. On peut, dans des cas nombreux, constater le passage de l'un dans l'autre, ce qui est la preuve la plus frappante de l'unité de composition et de la généralité de conformation de ce groupe. Les tissus spéciaux qui entrent dans le tissu connectif sont : 1° le tissu *conjonctif ordinaire* ; 2° le tissu *muqueux* ou *gélatineux* ; 3° le tissu *cartilagineux* ; 4° le tissu *osseux*.

10. Tissu conjonctif ordinaire. — Ce tissu très-répandu dans l'organisme est formé par des cellules ou des restes de cellules

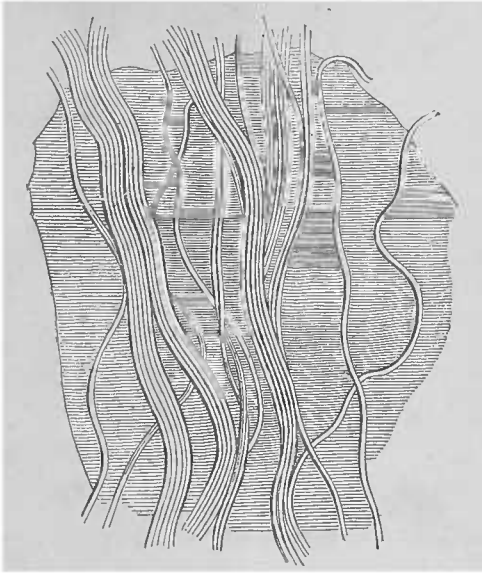


Fig. 18. — Faisceaux de tissu conjonctif dans une masse de substance fondamentale.

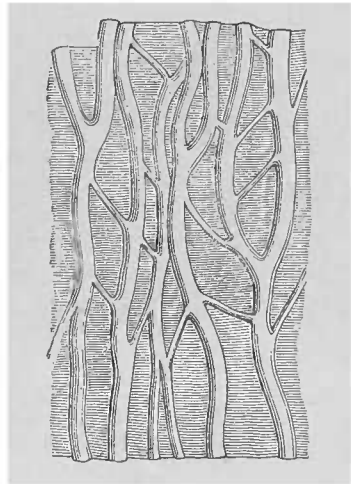


Fig. 19. — Tissu élastique formant la tunique moyenne de l'aorte.

et par de la substance intercellulaire dont une partie se convertit en fibres et fibrilles distinctes, présentant tantôt des ondulations, tantôt la forme parallèle ou réticulée ; on y trouve même disséminées des fibres élastiques (tissu élastique), qui sont remarquables par leur grande résistance.

Le tissu conjonctif ordinaire sert à combler les vides ; il sert de soutien à la plupart des organes et d'enveloppe aux muscles,

aux vaisseaux et aux nerfs ; enfin, il entre dans la constitution des tendons, des aponévroses, des ligaments, du derme et des membranes fibreuses et séreuses.

11 Tissu muqueux ou gélatineux. — Ce tissu se distingue par la consistance molle de sa substance intercellulaire, au milieu de laquelle se trouvent des cellules arrondies et éloignées, quelquefois fusiformes ou étoilées. La substance fondamentale homogène et transparente se présente alors sous l'aspect d'un réseau à larges mailles très-déliées qui, par une modification ultérieure, se transforme en fibres très-déliées : le corps vitré est un exemple de tissu muqueux (fig. 20).

12. Tissu cartilagineux. — Ce tissu est caractérisé par des cellules plongées dans une masse de substance fondamentale

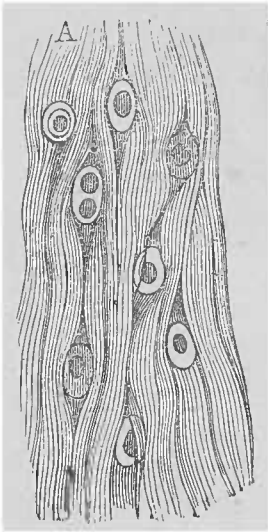


Fig. 20.

A. — Tissu muqueux à cellules arrondies (corps vitré).

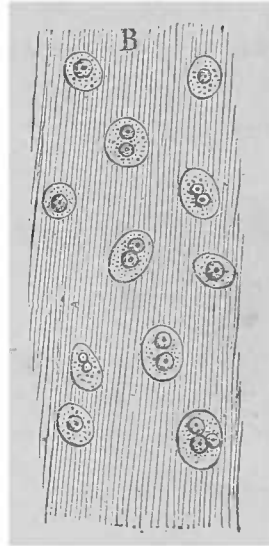


Fig. 21.

B. — Tissu cartilagineux ; cellules et substance fondamentale.

homogène avec cellules arrondies, ovalaires ou fusiformes, rarement pourvues de prolongements. Au début, cette substance est transparente et peut conserver cet état pendant toute la vie (*cartilage hyalin*) ; par suite d'une transformation ultérieure, elle peut devenir striée, se séparer en fibres (*fibro-cartilages*), ou former des réseaux de fibres élastiques (*cartilage élastique*) (fig. 21).

Dans les points où ce tissu doit faire partie d'organes de soutien (squelette), on voit fréquemment la substance fondamentale s'encroûter d'un dépôt calcaire qui lui communique une consistance osseuse.

Les variétés de cartilages que nous venons d'énumérer sont distribuées dans les diverses parties de l'organisme à l'état de cartilage hyalin, fibreux, gélatineux ou calcifié; on les rencontre dans le jeune âge, à la colonne vertébrale, à la cage thoracique et dans les os des membres, etc.; chez l'adulte, on les trouve dans les cartilages articulaires, dans ceux du nez, du larynx, de la trachée, etc.

15. Tissu osseux. — Ce tissu provient d'une transformation du tissu conjonctif ou cartilagineux par ossification directe de la substance fondamentale et des cellules. Cette forme, la plus consistante de toutes les substances conjonctives, se compose d'une

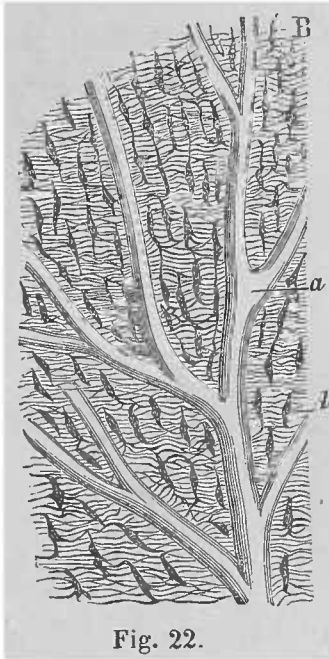


Fig. 22.

B. — Section longitudinale du tissu osseux; a, canaux de Havers; d, cellules osseuses.

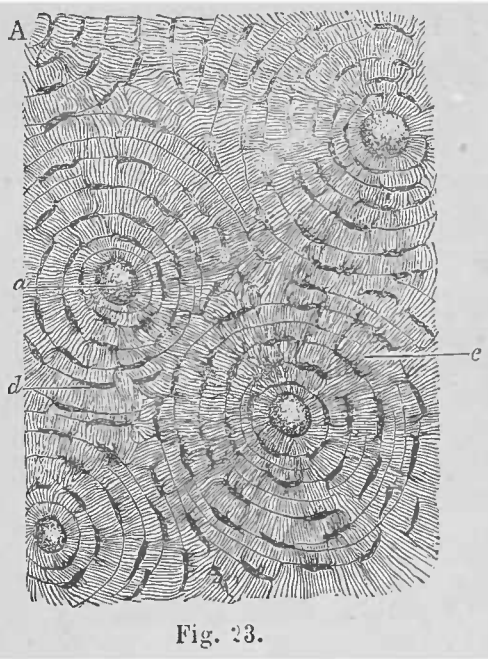


Fig. 23.

A. — Section transversale du tissu osseux; a, coupe transversale d'un canal de Havers; d, cellules osseuses; e, lamelles osseuses.

masse dure, résistante, solide, combinaison d'une matière organique et de sels calcaires, circonscrivant un grand nombre de cavités microscopiques ou *ostéoplastes* dans lesquelles sont plongées des cellules (*cellules osseuses*) pourvues de canaux ramifiés (canalicules osseux). D'après sa structure, le tissu osseux représente une masse composée de lamelles très-serrées, comme on le voit dans les os compacts, ou bien de lamelles à larges mailles comme dans les os spongieux. Il est, en outre, traversé par des canaux ramifiés ayant un ou deux dixièmes de millimètre et auxquels on donne le nom de *canaux de Havers*. Ces ca-

naux servent à abriter les vaisseaux sanguins qui président à la nutrition.

Le tissu osseux se rencontre dans le squelette de toutes les classes des vertébrés.

TISSU MUSCULAIRE.

14. Ce tissu qui forme la partie essentielle des muscles est caractérisé par la propriété de se contracter sous l'influence d'une excitation extérieure ; il comprend deux variétés dont la structure et les fonctions sont différentes : le tissu musculaire *lisse* et le tissu musculaire *strié*.

La première forme consiste en cellules simples, fusiformes, souvent allongées en forme de ruban ; on les nomme fibres mus-

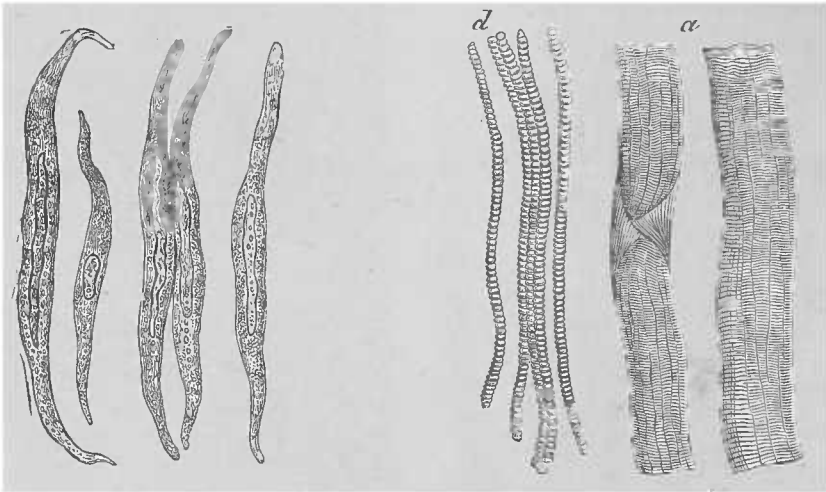


Fig. 24. — Fibres de muscles lisses.

Fig. 25. — Fibres de muscles striés *.

* *a*, fibres musculaires de l'homme dont l'une est rompue et montre le sarcolemme : *d*, fibrilles primitives.

culaires lisses ou fibro-cellules contractiles. Ces fibres existent dans le canal digestif depuis l'œsophage jusqu'au gros intestin. On les trouve dans la trachée, les bronches, la peau et les vaisseaux sanguins, etc. Sous sa seconde forme, le tissu des muscles est composé de fibres résultant d'une agrégation de cellules formant des fibres allongées, cylindriques, de 1/100 à 8/100 de millimètre de diamètre et de 2 à 4 centimètres de longueur. Ces fibres ont reçu le nom de *faisceaux primitifs* ; chaque faisceau est entouré d'une substance homogène et élastique nommée *sarcolemme* et présente à sa surface des stries transversales tra-

versées par des lignes longitudinales très-nombreuses et parallèles entre elles. En coupant cette fibre, ou en la soumettant à divers réactifs, on la voit se séparer en éléments très-tenus ou *fibrilles*. C'est en se basant sur ce fait, que quelques anatomistes considèrent chaque faisceau primitif comme formé de fibrilles. Le tissu musculaire strié est très-répandu dans le corps de l'homme ; il forme tous les muscles du tronc et des membres ; on le trouve aussi dans un grand nombre de viscères tels que le cœur, la langue, la partie supérieure du pharynx.

TISSU NERVEUX.

15. Avec l'élément musculaire apparaît en même temps le tissu nerveux qui, par ses fonctions spéciales, même sous sa forme la plus simple, se distingue de tous les autres. Le tissu

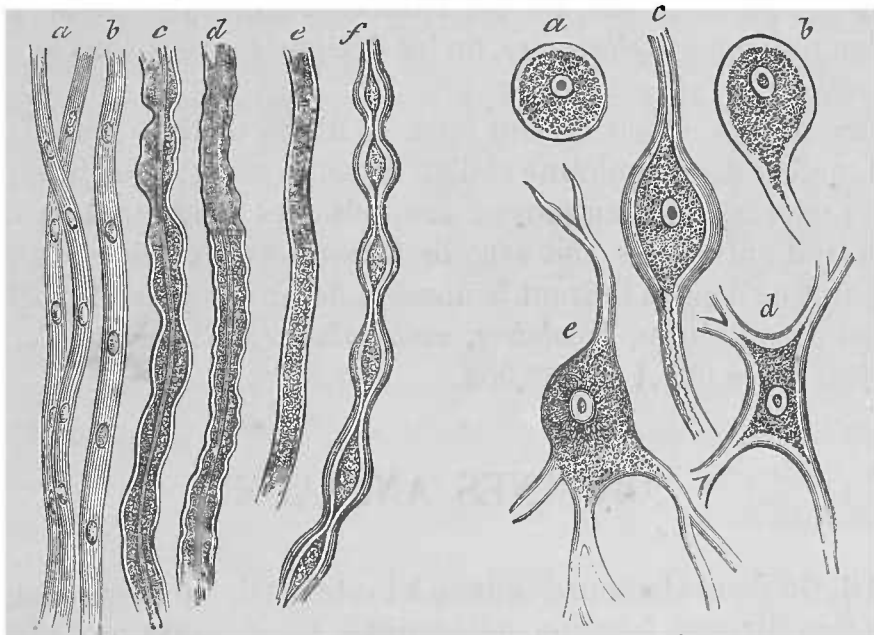


Fig. 26. — Différentes espèces de tubes nerveux de l'homme.

Fig. 27. — Différentes espèces de cellules nerveuses.

a et *b*, tubes nerveux pâles et homogènes (fibres de Remak) ; *c*, *d*, *e*, *f*, tubes nerveux montrant la gaine, la substance graisseuse et l'axe cylindre (*c* et *d*).

a, cellule sphérique ; *b*, cellule unipolaire ; *c*, cellule bipolaire ; *d* et *e*, multipolaires.

nerveux sert à recevoir et à transmettre les impressions extérieures ; il préside à l'intelligence et aux mouvements.

Ses éléments constitutants sont de deux sortes : les *tubes* ou *fibres nerveuses* et les *cellules nerveuses*. Les tubes se trouvent

principalement à la périphérie des organes nerveux et représentent l'élément conducteur; les cellules occupent les parties centrales et représentent l'élément actif.

Comme les fibres musculaires, les fibres nerveuses sont de deux sortes : les unes, les plus simples, représentent des tubes pâles, homogènes et dépourvus de substance intérieure (fibres de Remak); les autres sont formées d'une substance granuleuse entourée d'une gaine tantôt délicate, tantôt épaisse; on distingue au centre un filament nommé *axe cylindre* (fig. 26).

Les fibres nerveuses de l'une et de l'autre espèce ont des dimensions qui varient entre des limites très-étendues : les plus fines ont 1 à 4 dix-millièmes de millimètre; les plus larges atteignent 1 ou 2 centièmes de millimètre.

La seconde forme élémentaire du tissu nerveux est représentée par des cellules dites *cellules nerveuses*. Comme elles forment la partie principale des renflements du système nerveux qu'on nomme *ganglionnaire*, on les désigne souvent sous le nom de *cellules ganglionnaires* (fig. 27).

Ces cellules spéciales sont formées d'une matière granuleuse entourée d'une membrane et d'un noyau central; elles émettent des prolongements au moyen desquels elles se mettent en relation, soit entre elles, soit avec les tubes nerveux dont elles sont le point de départ. Suivant le nombre de prolongements, on les appelle *unipolaires*, *bipolaires*, *multipolaires*; leurs dimensions varient entre 0^{mm},1 et 0^{mm},002.

ORGANES ANIMAUX

16. On donne le nom d'organe à toute partie du corps chargée d'accomplir une fonction déterminée. Les organes ne sont jamais formés par un seul tissu, mais par l'enchevêtrement de plusieurs dont une espèce prédomine et détermine la fonction principale de l'organe : il suit de là, que les propriétés des organes, c'est-à-dire leurs usages, doivent varier avec la nature de leurs éléments constituants; leur nombre et leur forme sont en rapport avec le degré qu'occupe l'animal dans la série zoologique. S'agit-il, par exemple, d'un organisme inférieur, d'un infusoire, qui n'est qu'une agrégation de cellules, il n'y a guère qu'un seul organe, la cellule, qui se répète indéfiniment et qui

possède toutes les propriétés vitales, mais à l'état confus. S'agit-il, au contraire, d'un animal supérieur, qui est formé de cellules et de fibres très-diversifiées ; par une différenciation progressive des éléments organiques, le corps se divise en une infinité de dispositions dont chacune correspond à un usage particulier. Ce qui, chez l'être inférieur, était une manifestation de l'ensemble de l'organisme, après cette répartition, est remplacé par une somme de manifestations physiologiques distinctes. La division du travail physiologique entraîne donc un grand perfectionnement dans la manifestation de l'organe et la localisation des fonctions. Il y a donc une relation intime entre les organes et les fonctions ; c'est pourquoi, pour établir une division des organes, on se fonde sur la division des fonctions.

Or, parmi les manifestations de la matière organisée, il en est un certain nombre qui, dues à des actions physico-chimiques, produisent le renouvellement et la transformation des tissus : le corps se nourrit en remplaçant par des matériaux nouveaux ceux que le travail d'échange a consommés et qui, devenus sans emploi, sont rejetés au dehors en vertu de l'activité de l'excrétion ; d'autres, après avoir été transformés, sont assimilés et deviennent partie intégrante du corps. A mesure que l'organisme se complique, apparaissent des organes spéciaux pour le transport du liquide nourricier et des organes pour le mettre en contact avec l'air extérieur. Ainsi se trouve réalisée, dans l'être vivant, la *nutrition*, la condition nécessaire à l'entretien de la vie et à la conservation de l'organisme individuel. A l'ensemble de ces fonctions, correspond un groupe d'organes qu'on nomme *organes de nutrition*.

D'autre part, le corps, par sa surface, se met en rapport avec le monde extérieur ; il recueille les impressions qui sont transmises à des centres spéciaux ; il possède, en outre, la faculté de se mouvoir et de sentir. Ainsi naît un second groupe d'organes appelés *organes de relation*.

Les organes de nutrition sont : 1° les organes digestifs ; 2° les glandes ou organes de sécrétion ; 3° les organes respiratoires ; 4° les organes circulatoires.

Les organes de relation sont : 1° les muscles ; 2° les os ; 3° les organes nerveux ; 4° les organes des sens.

En groupant ensemble les organes de composition semblable,

en forme des *systèmes* d'organes. Ainsi l'ensemble de muscles forme le *système musculaire*; l'ensemble des os, le *système osseux*, etc.

On désigne sous le nom d'*appareils* un ensemble formé par une réunion d'organes distincts, mais qui concourent à une même fonction. On peut les rattacher à deux groupes : les appareils de relation et les appareils de nutrition.

Les appareils de relation sont : l'appareil de la locomotion, de l'innervation et des sens.

Les appareils de nutrition sont : l'appareil de la digestion, de la circulation et de la respiration.

TYPES ANIMAUX

17. L'ensemble de l'organisation de chaque animal nous présente une certaine somme de dispositions qui lui sont communes avec un nombre variable d'animaux, quant à la conformation générale et quant à ses principales parties. Ces dispositions ont, les unes, un caractère d'ensemble et embrassent les conditions de position et d'arrangement de systèmes d'organes les plus importants; les autres sont relatives à la constitution des organes considérés d'une manière isolée, et, finalement, conduisent à des ressemblances de forme, de volume et de nombre, c'est-à-dire à des groupes d'individus tout à fait semblables entre eux et qui ne présentent que des différences très-légères : on donne à ces groupes le nom d'*espèce*. « L'espèce, dit Cuvier, est une réunion d'individus descendus l'un de l'autre ou de parents communs et de ceux qui leur ressemblent autant qu'ils se ressemblent entre eux. » Cette définition, qui repose sur un fait anatomique et physiologique incontestable, permet l'établissement définitif de l'espèce en dehors de toute théorie. La réunion de toutes les espèces qui peuvent se ressembler par un certain nombre de dispositions organiques a servi à former des groupes nommés *genres*; ceux-ci, réunis à leur tour, ont donné lieu à la formation de groupes de plus en plus considérables qui ont reçu les désignations de *familles*, *ordres* et *classes*.

Ainsi est né le système zoologique qui, fondé sur les analogies

et les différences, représente l'ensemble de nos connaissances du règne animal. C'est ainsi qu'on est arrivé à partager le monde animal en un certain nombre de grandes divisions désignées sous le nom de *types*, dont chacune diffère des autres par une somme de dispositions organiques fondamentales, tout en conservant les caractères généraux du type.

Le nombre de types que l'on admet aujourd'hui est de huit ; ce sont : 1° les *Protozoaires* ; 2° les *Cœlentérés* ; 3° les *Echinodermes* ; 4° les *Vers* ; 5° les *Arthropodes* ; 6° les *Mollusques* ; 7° les *Tuniciers* ; 8° les *Vertébrés*.

Les Protozoaires comprennent tous les organismes qui, par la simplicité de leur structure et par l'absence de tout organe destiné à remplir une fonction déterminée, révèlent l'état le plus inférieur de l'animalité : tels sont les *Monères*, les *Bactéries* ou *Schyzomycètes*, les *Infusoires*, etc.

Les Cœlentérés, animaux à symétrie rayonnée, dont le corps est formé de pièces disposées comme des rayons autour d'un axe : tels sont les *Eponges*, les *Polypes*, les *Méduses*, etc.

Les Echinodermes, animaux à symétrie rayonnée, radiées suivant le type 5, dont le corps est recouvert de plaques calcaires formant un test solide qui sert de soutien ; tels sont les *Étoiles de mer* (*Astéries*), les *Oursins*, etc.

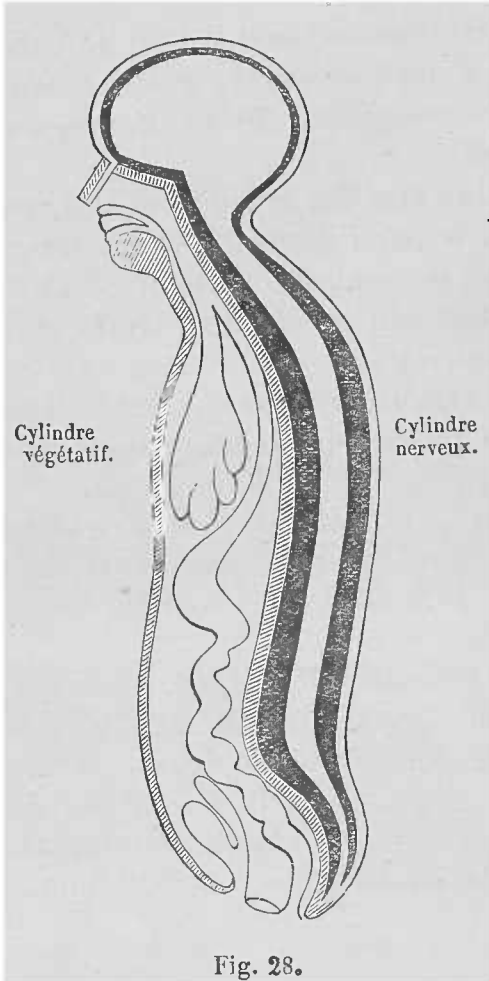
Les autres types (*Vers*, *Arthropodes*, *Mollusques*, *Tuniciers*, *Vertébrés*) sont tirés des animaux à symétrie bilatérale, c'est-à-dire chez lesquels la disposition symétrique des organes a lieu par rapport à un plan médian longitudinal. Dans chacune de ces grandes divisions se déroule une série de formes divergentes dont l'étude appartient à la classification dont nous donnons plus loin une idée générale.

IDÉE GÉNÉRALE DE L'ORGANISATION ANIMALE.

18. Le corps animal est composé de parties solides et de liquides. Les parties solides sont les éléments anatomiques qui, par leur réunion, forment les tissus et les organes imbibés de liquide. Nous allons donner un aperçu succinct de l'organisme animal et comme exemple nous prendrons l'homme.

L'idée la plus simple qu'on puisse se faire du corps humain, c'est celle de deux tubes allongés ou de deux cylindres creux disposés parallèlement et adossés l'un à l'autre suivant leur longueur. Le cylindre antérieur servant à loger les organes de

la nutrition s'appelle *cylindre végétatif*; le cylindre postérieur renfermant les organes centraux de l'appareil nerveux, c'est-à-dire les organes de la sensibilité, de l'intelligence et de la volonté, a reçu le nom de *cylindre nerveux* ou *animal*. Ces deux cylindres ont leurs cavités parfaitement distinctes l'une de



l'autre. La cavité antérieure, qui est la plus considérable, se subdivise en deux autres par une cloison transversale, le *diaphragme* : 1° la *cage thoracique* ou *thorax* qui sert à loger les appareils de la respiration et de la circulation; 2° la *cavité abdominale* qui est remplie presque en totalité par l'appareil digestif. L'ensemble de ces deux cavités porte le nom de *tronc*. Le cylindre postérieur, d'abord rétréci, forme un long canal, le *canal vertébral*, qui contient la *moelle épinière*; puis, il se renfle vers le haut pour constituer une boîte volumineuse, le *crâne*, dans lequel se trouve logé l'encéphale. Au crâne est appliquée une sculpture osseuse qui porte le nom de *face*.

Enfin au tronc sont attachés quatre appendices, deux supérieurs ou *membres thoraciques* et deux inférieurs ou *membres abdominaux*.

Les parois du tronc et leurs appendices sont formés par des parties osseuses et par des parties molles. Nous trouvons d'abord en dehors une enveloppe générale qui, comme un vêtement, recouvre la totalité du corps : c'est la peau qui se continue sans interruption en se réfléchissant au niveau des ouvertures où elle prend le nom de membrane muqueuse. Sous la peau, est une couche de tissu graisseux qui sert à combler les vides, à arrondir

les formes, et dans son épaisseur, des vaisseaux sanguins, des vaisseaux lymphatiques et des nerfs. Au-dessous, on rencontre des lames blanches, brillantes, nommées *aponévroses* qui forment des gaines destinées à isoler certaines parties ; au milieu de ces aponévroses, des masses musculaires puissantes traversées par de nombreux vaisseaux et par des nerfs ; au centre, sont les os, pièces dures et rigides, qui, par leur réunion, constituent la charpente ou le squelette des deux cavités cylindriques. Entre ces diverses couches superposées, des masses de tissu conjonctif lâche ou grasseux servent à unir les organes entre eux ou à les isoler ; enfin, dans certaines régions, et particulièrement dans les cavités articulaires, des membranes spéciales dites membranes séreuses qui sécrètent un liquide particulier, la *synovie*, dont le rôle est de faciliter le glissement des parties et d'empêcher leur usure.

FONCTION DES ORGANISMES ÉLÉMENTAIRES

19. Pour bien comprendre le fonctionnement des organismes composés, il est indispensable d'étudier d'abord les phénomènes vitaux qui se passent dans les organismes élémentaires. Considérée au point de vue physiologique, la cellule a une vie propre, quoique subordonnée en certaines conditions à celle de l'ensemble dont elle fait partie : elle se nourrit, elle croît, elle se reproduit. A ces trois modes d'activité correspondent trois propriétés : propriété de nutrition, de développement et de reproduction. Ces propriétés étant communes aux végétaux et aux animaux, ont reçu le nom de *propriétés vitales végétatives*. Mais un certain nombre de cellules se meuvent et sentent, ce qui donne lieu à deux autres propriétés, la *contractilité* et l'*innervation*. Ces dernières caractérisant plus particulièrement l'animalité, s'appellent *propriétés animales*.

PROPRIÉTÉ DE NUTRITION.

20. Le caractère fondamental de l'être vivant est la *nutrition*. Tout organisme attire à lui certains matériaux du sang et les incorpore à sa propre substance ; en même temps, il agit chimiquement sur ces matériaux et les élimine après les avoir plus ou

moins transformés. Ce renouvellement continu de la matière n'est pas accessible à nos moyens d'investigation ; mais, comme nous voyons le commencement et la fin, l'entrée et la sortie des matériaux, nous en concevons les différentes phases et nous nous représentons l'ensemble des actes de la nutrition comme un courant de matériaux qui traverse l'organisme, courant qui s'effectue avec une harmonie telle, que la composition et la forme des éléments anatomiques restent fixes et immuables au milieu de cette agitation incessante. Cet échange moléculaire a lieu dans tous les corps organisés quels qu'ils soient, animaux et plantes, et caractérise en quelque sorte la vie.

Les phénomènes nutritifs comprennent deux actes distincts mais consécutifs : l'assimilation, qui consiste dans la formation des éléments anatomiques et des tissus par la fixation des matériaux de nutrition ; la désassimilation, qui décompose ou détruit la matière organisée. L'un et l'autre de ces actes sont des phénomènes d'ordre vital ; mais leurs manifestations exigent le concours des forces physico-chimiques.

Les phénomènes physiques de la nutrition sont l'imbibition, la filtration et l'endosmose, propriétés qui appartiennent à toutes les membranes organiques ou inorganiques. C'est en vertu de ces propriétés qui, au fond, ne sont que des phénomènes de capillarité, que s'effectue l'échange entre les liquides de la cellule et ceux qui baignent sa surface ; mais ces actes physiques ne nous font connaître que le mécanisme du mouvement nutritif ; elles nous laissent dans l'ignorance la plus complète sur les modifications que l'organisme lui imprime. La substance organisée, par le seul fait qu'elle est partie intégrante du corps vivant, acquiert des attractions spéciales et des affinités puissantes pour les principes tenus en dissolution dans les fluides avec lesquels elle est en contact.

Les principes nutritifs parvenus dans les éléments anatomiques subissent, pour la plupart, une série de modifications qui les rendent identiques à ceux qui existent déjà dans ces éléments. Ces principes une fois assimilés se transforment à leur tour, et donnent naissance à des composés moins complexes qui se rapprochent des corps inorganiques. Ces divers changements constituent les phénomènes chimiques de la nutrition : c'est ainsi que, dans l'acte de l'assimilation, se forment, aux dépens des albuminoïdes, la syntonine dans les muscles, l'osséine dans

les os, l'hématine dans le sang; de même, dans l'acte de la désassimilation, sous l'influence de l'oxygène, certains éléments assimilés sont transformés en eau et acide carbonique; et, si ces phénomènes s'éloignent de ceux que nous offre la matière inerte, cela tient encore, comme dans les actions physiques, à l'activité des éléments anatomiques.

Les phénomènes chimiques de la nutrition sont envisagés aujourd'hui comme des fermentations. Cette manière d'interpréter la plupart des actes nutritifs s'appuie sur les expériences de Pasteur qui établissent que les ferments sont le plus souvent des organismes vivants, c'est-à-dire formés de cellules, et que la fermentation est un acte purement vital, un échange de matériaux par les cellules: à ce point de vue, la vie végétative serait une fermentation et l'animal, une agrégation de ferments.

A la propriété de nutrition se rattache la propriété d'absorption, de sécrétion et d'exhalation. L'absorption, c'est-à-dire la pénétration des liquides et des gaz à travers les surfaces vivantes, telles que la peau, les muqueuses, etc., se rattache plus spécialement à l'acte physique de la nutrition. La sécrétion ou la production de certains fluides élaborés dans des organes spéciaux aux dépens du sang, appartient aux actes chimiques de cette même fonction. Quant à l'exhalation ou la sortie des matériaux à la surface des membranes libres ou closes, elle n'est qu'une variété de l'absorption et rentre par conséquent dans la nutrition.

PROPRIÉTÉ D'ACCROISSEMENT ET DE DÉVELOPPEMENT.

21. Un second mode d'activité des éléments cellulaires est la propriété d'accroissement qui n'est qu'une conséquence de la propriété de nutrition. L'examen microscopique nous montre que le volume des cellules de formation nouvelle est moindre que celui des cellules parvenues à leur état complet de développement. Cet accroissement est un phénomène commun à tous les éléments du corps et varie avec eux: Ainsi, tandis que les cellules épithéliales une fois formées augmentent à peine de volume et conservent à peu près leur forme, d'autres, comme la fibre musculaire et la fibre nerveuse, s'allongent considérablement. Ces variations de volume se rattachent aux variations du

travail nutritif. Les éléments anatomiques croissent tant que le travail d'assimilation l'emporte sur le travail de désassimilation ; ils conservent leur état pendant un certain temps, parce que la réparation fait équilibre à l'élimination ; enfin ils décroissent parce que le mouvement de décomposition l'emporte sur le mouvement de composition. L'accroissement et le développement des tissus et des organes se produit non-seulement par l'agrandissement de volume des éléments déjà existants, mais encore et surtout par l'adjonction de cellules nouvelles, c'est-à-dire par multiplication cellulaire, ce qui donne lieu à une augmentation de masse tantôt dans tous les sens, comme le foie, le cerveau, tantôt en surface, comme dans les membranes, tantôt en longueur, comme pour les tubes nerveux.

Ce mode d'accroissement diffère essentiellement de celui des corps inertes. En effet, un cristal quelconque étant placé dans une dissolution saline de même nature, augmente par l'addition de molécules nouvelles qui viennent s'ajouter à la masse commune. Cette augmentation s'effectue par *juxtaposition*, c'est-à-dire de dehors en dedans, sans rien rendre au dehors et sans limites déterminées d'avance. Le corps organisé emprunte au milieu qui l'entoure des matériaux qu'il utilise pendant un certain temps et dont il se débarrasse ensuite. Son développement est limité, et s'effectue de dedans en dehors, c'est-à-dire par *intussusception*.

La propriété d'accroissement, quoique subordonnée à des actes physico-chimiques, est aussi une propriété vitale qui dépend de la nutrition.

PROPRIÉTÉ DE REPRODUCTION OU DE GÉNÉRATION.

22. Un troisième mode d'activité des éléments organiques est celui auquel on donne le nom de propriété de génération et qu'on peut définir de la manière suivante : tout élément anatomique placé dans un milieu approprié est capable d'engendrer d'autres éléments anatomiques semblables. Jamais, en effet, on voit naître un organisme qui ne soit précédé dans sa formation par un autre organisme de même espèce. Cette reproduction peut avoir lieu de plusieurs manières :

1° Au bas de l'échelle zoologique, les organismes se multi-

plient, soit en se divisant en un certain nombre de parties, soit en produisant à la surface des bourgeons qui se détachent au bout d'un certain temps et forment autant d'individus distincts. On donne à ces deux sortes de multiplication le nom de *scission* ou *segmentation* et de *bourgeonnement*. Un exemple remarquable de scission est l'hydre d'eau douce de Trembley qui, coupé en morceaux, donne autant d'individus qu'il y a de tronçons. La scission se fait spontanément chez les Polypes, les Infusoires, les Vorticelles : le bourgeonnement ou la gemmation s'observe chez les Polypes, les Infusoires, les Acalèphes, les Tuniciers, etc.

2° Mais le mode de reproduction le plus général a lieu au moyen d'*œufs* ou de *germes*. Dans toutes les classes d'animaux, l'œuf ou l'*ovule* a la même structure. On y trouve une membrane dite *vitelline* qui contient le *vitellus*, le jaune de l'œuf, destiné à nourrir l'embryon et, au centre, un noyau appelé la *tache germinative*. C'est par la segmentation du vitellus qu'on voit l'ovule se diviser en deux, puis en quatre, puis en huit cellules, etc., et former l'embryon.

La reproduction est entièrement liée à la nutrition ; là, où il n'y a pas acte nutritif, il ne peut se produire d'organisme vivant ; la nutrition entretient et conserve l'individu ; la reproduction perpétue l'espèce.

23. Génération spontanée. — De nos jours, de nombreux efforts ont été tentés pour savoir si la matière inerte possède la propriété de donner naissance à des êtres vivants. Quelques physiologistes admettent que des organismes inférieurs peuvent prendre naissance sans le concours de germes ou de parents antérieurs, c'est-à-dire par simple agrégation de molécules inorganiques. On donne à ce mode de reproduction le nom de *génération spontanée* ou hétérogénie.

Les partisans de cette théorie s'appuient surtout sur ce fait que, dans un certain nombre de cas, on voit naître des milliers d'infusoires sans qu'on puisse constater la présence des germes d'où ils proviennent. Les progrès récents de la méthode expérimentale ont montré que ces germes existent et sont beaucoup plus nombreux qu'on ne l'avait supposé jusqu'alors, et même, l'on a pu constater directement que des êtres inférieurs, que l'on avait cru produits par génération spontanée, se reproduisent par germes.

D'autre part, l'existence de germes microscopiques dans l'atmosphère a été démontrée par Spallanzani et surtout par Pasteur. On peut recueillir ces germes en faisant passer de l'air à travers un tube contenant du coton ; on a pu les semer et déterminer ainsi à volonté l'apparition d'organismes et de végétations diverses. La facilité avec laquelle ces germes se transmettent par l'eau et par l'air, leur grande résistance et leur prodigieuse fécondité indiquent les difficultés qui sont inhérentes à ce genre d'expériences. Il importe donc, avant tout, de purifier le liquide de tout ce qui peut s'y trouver vivant et de le soustraire du contact de l'air. C'est ainsi qu'opérait Spallanzani quand il voulait établir que l'apparition d'infusoires dans un liquide organique était dû à des germes accidentellement tombés dans le liquide. En 1838, Schultze arrivait au même résultat en purifiant l'air atmosphérique par son passage à travers l'acide sulfurique ou à travers un tube de fer chauffé au rouge. Les recherches de Dumas, Milne-Edwards et Claude Bernard, n'ont fait que confirmer celles de Schultze. Dans ces derniers temps, Pasteur, en opérant avec de l'air pris à divers endroits, a fait voir le rôle que jouent les germes répandus dans l'atmosphère dans la génération des infusoires. Il a montré que leur nombre diminue à mesure que l'on s'élève à des hauteurs de plus en plus grandes. Ces expériences très-concluantes réduisent à néant l'hypothèse de la génération spontanée. (V. BACTÉRIES). V. REPRODUCTION.

PROPRIÉTÉ DE CONTRACTILITÉ.

24. La contractilité est la propriété que possèdent certains éléments organiques de se raccourcir sous l'influence de certains agents d'excitations. Quelques parties des végétaux jouissent, il est vrai, de mouvements que l'on peut rapporter à la contractilité : tels sont les pétales et les feuilles de la sensitive, du sainfoin oscillant, les étamines d'un grand nombre de plantes, les spores des algues, etc. Mais ces sortes de mouvements exceptionnels chez les végétaux présentent, au contraire, chez les animaux un si haut degré de perfectionnement qu'on doit considérer la contractilité comme étant un des attributs de l'animalité.

La substance contractile affecte chez les animaux les trois formes suivantes : l'état amorphe, l'état de cellules con-

tractiles et l'état de fibre. Chez quelques animaux inférieurs, la masse entière du corps formée par une gelée amorphe nommée *sarcode*, constitue l'élément contractile ; le type du mouvement sarcodique nous est fourni par l'amœbe. On voit cet animal émettre des prolongements appelés pseudopodes, retirer ceux qui s'étaient produits et changer ainsi la forme de son corps. Chez quelques autres animaux, c'est dans des cellules spéciales que réside la contractilité, comme on l'observe chez l'hydre d'eau douce et les polypes ; et même chez les animaux supérieurs, on rencontre aussi des cellules animées de mouvements qui se rapprochent de ceux des amœbes comme le montrent les observations faites sur les globules du sang, du chyle et de la lymphé.

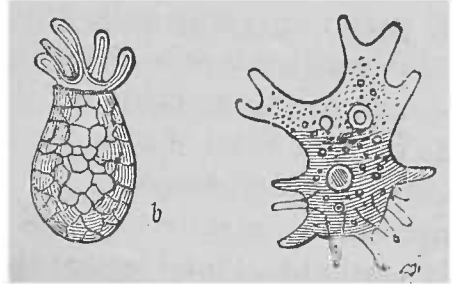


Fig. 29.

a et b, amœbes montrant les pseudopodes et les granulations.

A côté des cellules contractiles se placent ces cellules surmontées de prolongements filiformes ou *cils vibratiles* qui exécutent des mouvements très-rapides auxquels on donne le nom de *mouvement vibratile*. Les cellules vibratiles sont très-répandues chez les animaux inférieurs tels que les coraux, les acalèphes, les mollusques, les vers, etc. ; elles occupent la surface du corps et servent à le mouvoir. On les trouve aussi chez les animaux supérieurs, sur la muqueuse des bronches, du larynx et de la trachée.

Enfin la troisième forme de l'élément contractile est une fibre musculaire cylindrique rouge et striée, ou une fibre plate et pâle. Sa propriété est une irritabilité qui lui est inhérente et qui a besoin, pour être mise en jeu, d'un excitant pris en dehors d'elle. C'est par l'intermédiaire des fibres musculaires que l'animal exécute les mouvements les plus variés ; c'est par elles que les leviers osseux se meuvent les uns par rapport aux autres, que le sang est lancé dans toutes les parties du corps, que l'air se précipite dans les organes respiratoires et que les aliments cheminent dans toute la longueur du canal digestif. La contractilité n'a pas son analogue dans le monde inorganique ; elle diffère essentiellement de cette propriété physique de la matière que l'on nomme élasticité.

PROPRIÉTÉ D'INERVATION.

25. L'innervation est de toutes les propriétés que nous venons de passer en revue celle qui éloigne le plus la matière vivante de la matière inerte. Sous l'influence de certains excitants, l'élément nerveux, comme l'élément musculaire, passe de l'état de repos à l'état d'activité. Mais tandis que l'activité musculaire se traduit toujours par le raccourcissement, l'excitabilité nerveuse se manifeste par trois ordres de phénomènes qui sont la sensibilité, l'intelligence et la motricité. La propriété d'innervation réside dans les deux éléments nerveux, fibres et cellules, qui ne forment qu'un tout physiologique, de sorte que toute excitation portée sur une fibre nerveuse retentit sur une cellule et *vice versa*. Mais le mode de fonctionnement n'est pas le même: Les cellules sont les seuls éléments actifs, les nerfs n'étant que des fils conducteurs.

Les cellules de l'encéphale sont des centres de réceptivité pour les impressions qui viennent du dehors; ces impressions transformées à leur tour en sensations, deviennent pour nous une source d'idées qui nous guident dans nos actes, dans nos jugements et dans nos volitions. D'autres cellules siégeant dans d'autres centres nerveux, la moelle par exemple, sont la source d'actions inconscientes et de mouvements involontaires; elles reçoivent par des filaments nerveux des impressions périphériques qu'elles transmettent par d'autres filaments aux muscles pour y déterminer des mouvements.

Les fibres nerveuses sont des organes de conduction: les unes partent de la périphérie et gagnent les cellules; on les appelle fibres *sensitives* ou fibres *centripètes*; les autres partent des cellules pour se diriger vers les muscles; ce sont les fibres *motrices* ou *centrifuges*; mais, qu'elles soient sensibles ou motrices, leur rôle est toujours le même et ne dépend que de leurs rapports avec les globules nerveux. Si les fibres centripètes transmettent plus particulièrement les sensations, c'est parce qu'elles sont en connexion directe avec des cellules propres à recevoir les impressions extérieures; et si les fibres centrifuges portent les excitations aux muscles, c'est parce qu'elles sont en relation avec ces organes. Il n'y a donc pas à proprement par-

ler des fibres sensibles et des fibres motrices; il n'y a que des fibres capables de conduire les impressions. C'est ce qui résulte des expériences de Vulpian et Philippeaux; en soudant le bout périphérique du nerf hypoglosse avec le bout central du nerf lingual, on voit l'excitation du nerf lingual faire entrer en mouvement la moitié correspondante de la langue.

Ainsi fibres et cellules ne sont que des moyens organiques que la nature met à la disposition de l'animal pour les manifestations de l'innervation et rien de plus.

L'essence de la propriété de l'innervation nous échappe complètement; mais ce que l'observation établit, c'est que cette propriété a sa condition d'existence non-seulement dans la structure des éléments nerveux, mais aussi dans les principes qui entrent dans leur constitution. Toute modification même passagère dans la composition chimique du tissu nerveux détermine le trouble de cette fonction. C'est ainsi que des substances étrangères, comme l'alcool, le café, le chloroforme, excitent, dépriment ou suspendent les facultés intellectuelles et les sensations jusqu'à ce que le travail d'élimination ait amené leur expulsion par la voie des sécrétions.

DEUXIÈME PARTIE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE SPÉCIALES

DES FONCTIONS

26. On donne le nom de fonction à une série d'actes vitaux qui concourent à un même résultat. On divise les fonctions : 1° en fonctions *nutritives* ou *végétatives* qui sont communes aux végétaux et aux animaux ; 2° en fonctions *animales* ou de *relation* qui ne sont propres qu'aux animaux.

Les fonctions de nutrition ont pour but l'entretien de la vie ; elles comprennent la *digestion*, l'*absorption*, la *circulation*, la *respiration*, la *calorification*, les *sécrétions* et la *nutrition proprement dite*.

Les fonctions de relation sont celles qui mettent les animaux en rapport avec le monde extérieur ; ce sont : les *mouvements*, les *sensations spéciales*, qui comprennent le *toucher*, l'*odorat*, le *goût*, l'*ouïe* et la *vue*, la *phonation* et l'*innervation* ou l'ensemble des phénomènes de l'action nerveuse.

FONCTIONS DE NUTRITION

DIGESTION.

27 La digestion est l'introduction dans le canal alimentaire de substances propres à la réparation et à l'accroissement des tissus, et leur transformation, dans l'intérieur de ce canal, en d'autres substances capables de pénétrer dans l'organisme.

Nous diviserons l'étude de la digestion de la manière suivante :

- 1° Les aliments ;
- 2° L'appareil digestif de l'homme ;
- 3° La mécanique de la digestion ;
- 4° La chimie de la digestion ;
- 5° De la digestion dans la série animale.

LES ALIMENTS.

28. Principes nutritifs. — On donne ce nom à toute substance chimique capable d'entretenir les actes de la nutrition. On appelle aliment la réunion d'un certain nombre de principes nutritifs auxquels s'ajoutent des matières étrangères inutiles. Les aliments sont donc des composés qui servent à la formation des tissus et à leur réparation, entretiennent la chaleur du corps et pourvoient au travail mécanique extérieur.

Les principes nutritifs, quelle que soit leur origine, animale ou végétale, peuvent se rapporter aux trois groupes des matières qui entrent dans la constitution des éléments organiques, savoir : les corps albuminoïdes, les corps hydrocarbonés et les corps gras.

1° Les *corps albuminoïdes* sont ainsi nommés parce que l'albumine en est le type. Les éléments qui entrent dans leur composition sont l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, l'azote, le soufre, le phosphore et un peu de matière minérale ; à cause de la présence constante de l'azote, on leur donne aussi le nom de corps *azotés*. Ce groupe représente les principes immédiats aux dépens desquels se forment les tissus. Les principaux sont : l'albumine que l'on trouve dans l'œuf, dans le sang, dans la lymphe et dans les sucs végétaux ; la fibrine du sang et la fibrine des muscles ou syntonine ; la caséine qui existe dans le lait ; la légumine ou caséine végétale ; la glutine que l'on trouve dans le pain, etc. ; enfin, des dérivés de ces divers corps, tels que l'*osséine* qui fournit la *gélatine* ; la substance *collagène* qui donne de la *chondrine* ; la substance *élastique* et la substance *cornée*.

Tous ces corps sont indispensables pour la nutrition ; ils ne peuvent être remplacés par d'autres ; mais ils peuvent se remplacer mutuellement, destinés qu'ils sont à se transformer les uns dans les autres, en raison de leur composition chimique analogue et de leur grande instabilité moléculaire.

2° Les corps *hydrocarbonés* sont composés de carbone, d'oxygène et d'hydrogène dans la proportion de l'eau ; ce sont des hydrates de charbon : tels sont les divers sucres, la matière glycogène, l'amidon, la fécule, la dextrine, l'acide lactique, etc. La plupart étant destinés à se changer en sucre

dans l'acte de la digestion, on doit considérer le sucre comme le type des hydrocarbonés.

3° Les *corps gras*, plus riches en carbone et en hydrogène que les hydrocarbonés, sont les graisses animales et végétales, huiles, beurres, etc., dont les principes essentiels sont la *stéarine*, l'*oléine*, la *palmitine*.

4° Indépendamment des principes nutritifs animaux et végétaux que nous venons d'énumérer, quelques *minéraux* jouent aussi un rôle important dans la nutrition et doivent être considérés comme des aliments. Les plus remarquables sont l'eau, le fer, le chlorure de sodium, le phosphate de chaux et le carbonate de chaux. Parmi les sels minéraux que l'organisme utilise pour la nutrition, le sel marin occupe le premier rang. Le sel n'est pas seulement un condiment destiné à donner de la saveur aux aliments ; il entre dans la composition du sérum et de tous les liquides de l'économie ; il excite les fonctions digestives et favorise le travail intime de l'assimilation ; enfin il possède des qualités qui ont été mises en évidence par les expériences de Boussingault : les animaux nourris avec des aliments auxquels on ajoute du sel marin ont un poil plus luisant, un aspect plus séduisant et des allures plus vives. Le phosphate de chaux a aussi une grande importance, car ce sel entre pour une large part dans la formation et la constitution des os, dans la composition des globules sanguins, des muscles et des nerfs.

29. Composition des aliments. — Les aliments sont les uns simples, les autres composés. Les premiers sont représentés par les principes nutritifs déjà énumérés, tels que l'albumine, le sucre, l'amidon, et par quelques autres que nous avons l'habitude d'ajouter à notre alimentation, comme l'alcool, certains acides, le café, le thé, etc. ; les seconds sont des combinaisons variées de ces mêmes principes : ils ne diffèrent réellement entre eux que par les *proportions* des éléments nutritifs qui entrent dans leur composition. Les corps dominants sont, généralement, les hydrocarbonés et les graisses ; l'œuf seul fait exception par son excès d'albuminoïdes. La viande et les légumineuses, haricots, fèves, lentilles, sont aussi très-riches en matière azotée. Les aliments végétaux, au contraire, renferment une grande proportion de matière amylacée. Le lait, parmi les produits animaux, le blé, parmi les produits végétaux, tiennent le milieu sous le rapport de la richesse en substance azotée et non azotée. Quant aux sels

minéraux, ils sont très-abondants dans la viande, dans les plantes potagères et dans l'eau.

50. Aliments animaux. — Les principaux aliments fournis par le règne animal sont le lait, la viande et les œufs.

1° Lait. — Le lait est un liquide blanc, d'une saveur légèrement sucrée, d'une réaction alcaline et dont la densité est comprise entre 1,028 et 1,045. Vu au microscope, on reconnaît qu'il est formé par un liquide incolore tenant en suspension de nombreuses gouttelettes de graisse ou beurre. Sa composition chimique est telle que les physiologistes le considèrent comme le type de l'aliment complet. Le lait renferme, en effet, tous les éléments constituant des tissus, savoir : la caséine, corps albuminoïde ; le sucre de lait, corps hydrocarboné ; le beurre, corps gras ; de l'eau et des sels minéraux.

COMPOSITION CHIMIQUE DU LAIT D'APRÈS M. REGNAULT.

| MATIÈRES POUR 100 PARTIES. | VACHE. | ANESSE. | CHÈVRE. | FEMME. |
|---|--------|---------|---------|--------|
| Eau..... | 87,4 | 90,5 | 82,0 | 88,6 |
| Beurre..... | 4,0 | 1,4 | 4,5 | 2,6 |
| Sucre de lait et sels solubles... | 5,0 | 6,4 | 4,5 | 4,9 |
| Caséine, albumine et sels insolubles..... | 3,6 | 1,7 | 9,0 | 3,9 |
| TOTAUX..... | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

2° La viande est la base de l'alimentation de l'homme civilisé. Dans les climats tempérés, on consomme de préférence la viande des ruminants, bœuf, mouton, veau, la viande de porc et même celle de cheval.

Le gibier, la volaille, les poissons, les crustacés (écrevisses, homards), quelques mollusques (huîtres, moules), constituent aussi des aliments très-recherchés. Le type est la viande de bœuf qui renferme 16 pour 100 de syntonine et qui l'emporte sur les

autres à cause de sa saveur aromatique et de l'abondance des principes nutritifs qu'elle cède à l'eau (bouillon).

L'extrait de viande de Liebig obtenu par l'action de l'eau sur la viande ne possède pas les qualités nutritives qu'on lui attribue; il n'a de valeur que par les sels de potasse qu'il renferme.

3° Les œufs sont aussi un aliment très-commun et très-utile; ils entrent dans un grand nombre de préparations culinaires très-nutritives à cause de leur richesse en matière azotée.

COMPOSITION CHIMIQUE DE QUELQUES ALIMENTS ANIMAUX.

| MATIÈRES POUR 1000. | VIANDE de mammifère | VIANDE de poisson. | OEUFs. |
|---------------------|------------------------|-----------------------|--------|
| Eau..... | 730 | 740 | 735 |
| Albuminoïdes..... | 175 | 135 | 145 |
| Graisses..... | 40 | 45 | 150 |
| Sels..... | 11 | 15 | 8 |

31. Aliments végétaux. — Les aliments fournis par le règne végétal sont :

1° Les *céréales* (froment, seigle, avoine, maïs, riz), dont la valeur nutritive dépend surtout de la proportion de gluten qu'elles contiennent. Le froment renferme beaucoup de gluten et peu d'amidon; c'est le contraire pour le riz.

Le pain associé à la viande est le type de l'alimentation du travailleur.

2° Les *légumineuses* (haricots, pois, fèves, lentilles), contiennent plus de 50 pour 100 d'amidon. De plus elles sont très-riches en matière azotée, la *légumine* qui, par sa composition, se rapproche beaucoup de la caséine du lait.

3° La *pomme de terre*, bien moins nutritive que les céréales et les légumineuses, n'en est pas moins un des aliments les plus précieux que l'on connaisse. A côté, se placent un certain nombre de farines telles que le manioc, l'arrow-root et le tapioca.

4° Les *acides végétaux*, les fruits, les légumes herbacés, les condiments, le vin, les boissons acidules et alcooliques, jouent aussi un certain rôle dans l'alimentation.

COMPOSITION CHIMIQUE DE QUELQUES ALIMENTS VÉGÉTAUX.

| MATIÈRES POUR 1000. | FROMENT. | MAÏS. | RIZ. | HARICOTS. | LENTILLES. | POMMES DE TERRE. |
|---------------------|----------|-------|------|-----------|------------|------------------|
| Eau | 130 | 120 | 90 | 160 | 115 | 725 |
| Albuminoïdes... | 135 | 80 | 50 | 225 | 265 | 15 |
| Graisses..... | 20 | 50 | 7 | 20 | 25 | 1 |
| Amidon.. | 695 | 730 | 845 | 575 | 580 | 135 |
| Sels..... | 20 | 12 | 5 | 23 | 16 | 10 |

32. Rôle des aliments. — Les aliments azotés, prenant une part plus directe à la réparation, à l'entretien et au développement du corps, ont reçu le nom d'aliments réparateurs, ou *plastiques*. Les aliments hydrocarbonés (amidons et graisses), étant plus particulièrement liés à l'acte de la respiration et de la calorification, sont appelés aliments *respiratoires*. Cette distinction ingénieuse n'a pas une grande valeur physiologique : en effet, s'il est vrai que les substances azotées ont surtout pour but de faciliter les échanges nutritifs et la réparation des tissus, on sait aussi que, dans le cas d'une nourriture insuffisante, l'organisme continue à absorber de l'oxygène qu'il utilise pour brûler successivement ses graisses, son sang et ses tissus ; d'autre part, s'il est vrai que les hydrocarbonés, en brûlant, produisent la chaleur et la force, ils peuvent aussi se transformer en corps gras comme le font les albuminoïdes. Mais, quel que soit le rôle encore obscur des corps azotés et non azotés, toujours est-il que leur concours simultané est indispensable à l'entretien de la vie. Les expériences de Magendie à ce sujet sont décisives : des animaux nourris avec de l'albumine, de la fibrine, de l'huile d'olives, de la gomme, succombent après quelques semaines.

Le pain, la viande, les os, suffisent à entretenir la vie d'un chien, parce que ces substances contiennent à la fois des principes azotés et non azotés.

Multiplicité, variété des principes nutritifs, telles sont les deux conditions propres à entretenir les actes de la nutrition.

APPAREIL DE LA DIGESTION

53. L'appareil digestif de l'homme et des vertébrés comprend : 1° un long canal (*tube digestif*), ouvert à ses deux extrémités, contourné sur lui-même et présentant sur son trajet divers renflements dans lesquels les aliments séjournent pendant un certain temps ; 2° des glandes nombreuses chargées d'élaborer certains sucs destinés à agir chimiquement sur les aliments et à les transformer ; 3° des instruments mécaniques (*dents*), placés à l'entrée du tube digestif pour les diviser et les rendre plus facilement attaquables par les liquides sécrétés par ces glandes.

TUBE DIGESTIF.

54. Situation. — Le tube digestif est situé au-devant de la colonne vertébrale. Droit dans sa partie supérieure, il descend le long du cou, traverse le thorax et pénètre dans la cavité abdominale qu'il remplit presque complètement en décrivant de nombreuses flexuosités. Sa longueur, variable suivant les espèces animales, est, chez l'homme, de sept à huit fois la longueur du corps.

55. Structure. — Les parois de ce tube sont formées de quatre membranes ou tuniques superposées.

1° La plus intérieure est la *tunique muqueuse* ; c'est la partie la plus essentielle du canal alimentaire. Elle présente, à sa surface, dans une grande étendue, des replis nombreux qui portent le nom de *valvules conniventes*, et de petites éminences nommées *villosités intestinales*. On y voit aussi de nombreux orifices qui sont les embouchures de glandes. Par sa constitution, cette membrane a beaucoup d'analogie avec la peau ; comme la peau, elle est formée d'une couche superficielle de cellules épithéliales et d'une couche profonde très-riche en glandes et en vaisseaux sanguins.

2° La *tunique celluleuse*, essentiellement formée de tissu conjonctif, sert uniquement à relier la membrane muqueuse à la membrane musculieuse.

3° La *tunique musculaire* se compose de deux plans de fibres lisses, l'un superficiel, formé de fibres longitudinales, qui entoure complètement le canal digestif, l'autre profond, constitué par des fibres circulaires.

4° La *tunique séreuse*, la plus extérieure, appelée *péritoine*, ne recouvre que la partie du canal alimentaire qui se trouve dans la cavité abdominale. Le péritoine représente un sac sans ouverture qui, d'une part, tapisse les parois abdominales, et, d'autre part, se réfléchit sur les viscères qui y sont contenus sans les enfermer dans sa propre cavité. Ce sac, constamment lubrifié par un liquide albumineux, facilite le glissement des diverses parties du canal intestinal et diminue leur frottement.

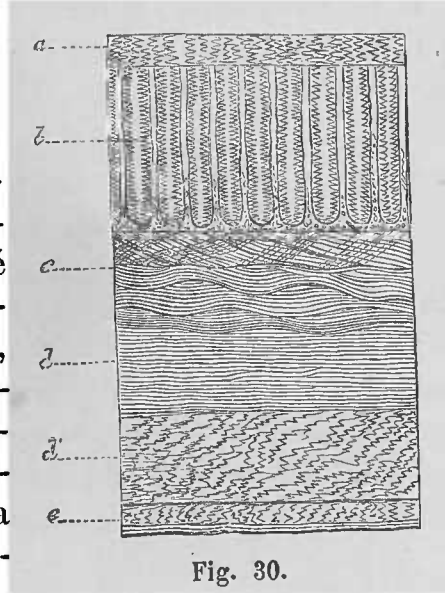


Fig. 30.

a, b, tunique muqueuse; *a*, couche de cellules épithéliales; *b*, couche glandulaire; *c*, tunique celluleuse; *d*, couche de fibres musculaires circulaires; *d'* couche de fibres musculaires longitudinales; *e*, tunique séreuse.

56. Parties constituantes du tube digestif.

— Le canal alimentaire peut se diviser en deux parties : l'une, placée au-dessus du diaphragme, comprend la cavité buccale, le pharynx et l'œsophage ; l'autre, située au-dessous, est formée de l'estomac et de l'intestin.

1° La *cavité buccale* ou la *bouche* est l'entrée des voies digestives ; c'est dans cette cavité que s'opère la mastication, la gustation, l'insalivation, le commencement de la déglutition et l'articulation des sons. Intérieurement, elle est tapissée par une membrane muqueuse à la surface de laquelle de nombreuses glandes en tubes versent un liquide visqueux appelé *mucus*. Ses parois sont : en avant, les lèvres et les dents ; en haut, la voûte palatine et le voile du palais ; en bas, la langue ; en arrière, le voile du palais forme une cloison incomplète qui sépare la cavité buccale des fosses nasales et du pharynx ; ce voile porte en son milieu un prolongement, la *luette*, d'où partent quatre replis ou *piliers* qui circonscrivent une excavation remplie par un corps

glanduleux, l'*amygdale*. La portion rétrécie qui établit la communication entre la bouche et le pharynx s'appelle l'*isthme du gosier* (fig. 31).

2° Le *pharynx*, organe principal de la déglutition, représente un demi-canal musculo-membraneux en forme d'entonnoir dont la base répond à l'isthme du gosier et dont le sommet se continue avec l'œsophage ; c'est une sorte de vestibule commun aux voies digestives et aux voies respiratoires et où viennent aboutir l'ouverture postérieure des fosses nasales, le larynx et l'œsophage.

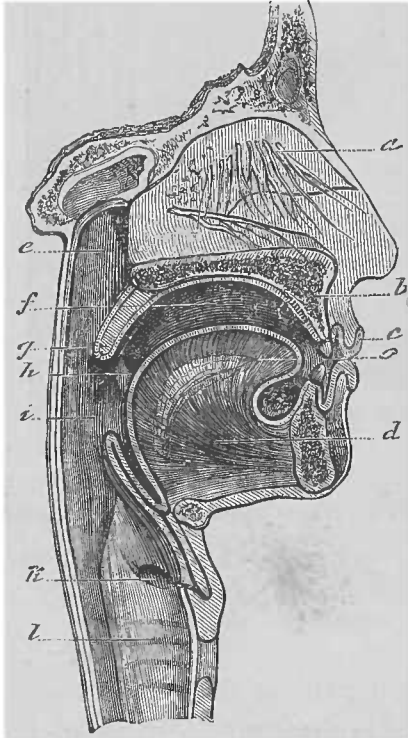


Fig. 31. — Coupe vertébrale de la cavité buccale, du pharynx et de l'œsophage.

f, cavité buccale ; *c*, lèvres ; *o*, langue ; *b*, voûte palatine ; *g*, voile du palais ; *h*, piliers, luette et amygdale ; *i*, pharynx ; *e*, ouverture postérieure des fosses nasales ; *k*, larynx ; *l*, œsophage.

3° L'*œsophage* qui continue le pharynx, est un simple tube droit que les aliments traversent rapidement pour arriver dans l'estomac.

4° L'*estomac* est le renflement le plus considérable du canal alimentaire : c'est une vaste poche membraneuse, dilatable, intermédiaire entre l'œsophage et l'intestin, et dans laquelle les aliments s'accumulent et séjournent pendant un certain temps pour y être convertis en chyme.

L'estomac est situé à la partie supérieure de la cavité abdominale au-dessous du diaphragme. Il est maintenu dans sa position par l'œsophage, le duodénum et par des replis du péritoine qui le fixent au diaphragme, au foie et à la rate.

Sa forme est celle d'un cône légèrement aplati sur ses deux faces dont l'axe décrit une courbure à concavité supérieure, ce qui l'a fait comparer à une cornemuse. On y distingue un bord supérieur ou *petite courbure*, un bord inférieur ou *grande courbure* et deux orifices : l'orifice gauche qui le met en communication avec l'œsophage se nomme *cardia* ; l'orifice droit ou orifice *pylorique* le fait communiquer avec le duodénum. Comme la plupart des viscères mobiles, l'estomac est recouvert sur ces deux faces par

des feuillet de péritoine qui se réunissent au niveau de la grande et de la petite courbure, laissant un espace triangulaire vide dans lequel il s'enfonce lors de sa distension. Sa tunique musculuse, variable quant à son épaisseur, comprend une couche de fibres superficielles qui continuent les fibres longitudinales de l'œsophage, lesquelles s'épanouissent sur ces deux faces,

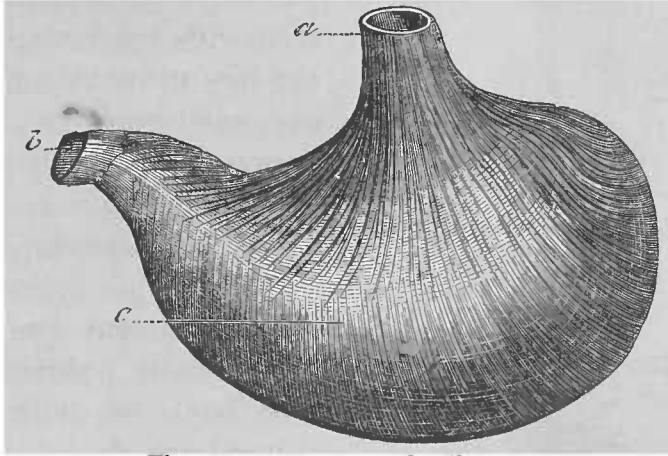


Fig. 32. — Estomac de l'homme.

a, cardia ; b, pylore ; c, membrane musculuse de l'estomac.

et, au-dessous, des fibres circulaires composées d'anneaux successifs depuis l'œsophage jusqu'au pylore.

La tunique muqueuse, que recouvre une couche d'épithélium

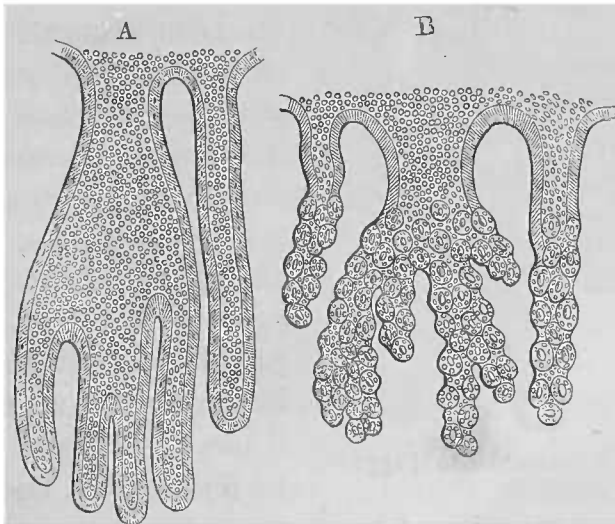


Fig. 33.

A, Glande muqueuse de la portion pylorique de l'estomac. — B. Glandes à suc gastrique de la région cardiaque garnies de cellules à pepsine.

cylindrique, renferme dans son épaisseur un amas de petites glandes très-rapprochées. Ces glandes sont de deux sortes : les

unes dites *glandes pepsiques* ou à suc *gastrique*, affectent la forme de petits tubes ordinairement simples et rectilignes, très-rap-

prochés ; elles occupent toute la surface de l'estomac à l'exception de la région pylorique. Ces glandes sont caractérisées par la présence, dans leur intérieur, de grosses cellules arrondies qui sont remplies du suc gastrique, ce qui leur donne un aspect bosselé ; les autres dites, *glandes à mucus*, sont simplement tapissées par un épithélium cylindrique et ne se trouvent que dans le voisinage du pylore (fig. 33).

5° Toute la partie du canal alimentaire depuis le pylore jusqu'à l'anus porte le nom d'*intestin*. En raison de son calibre et d'autres particularités, l'intestin se divise en intestin grêle et en gros intestin. L'intestin grêle comprend trois parties : le *duodénum*, le *jéjunum* et l'*iléon*. Le duodénum, ainsi nommé en raison de sa longueur qui est de douze travers de doigts, commence au pylore et finit sans ligne de démarcation bien tranchée à gauche de la deuxième vertèbre lombaire, au moment où il pénètre dans le mésentère.

Le jéjunum et l'iléon dont le diamètre moyen est de 25 à 30 millimètres constituent la plus grande portion de l'intestin grêle à laquelle les anat-

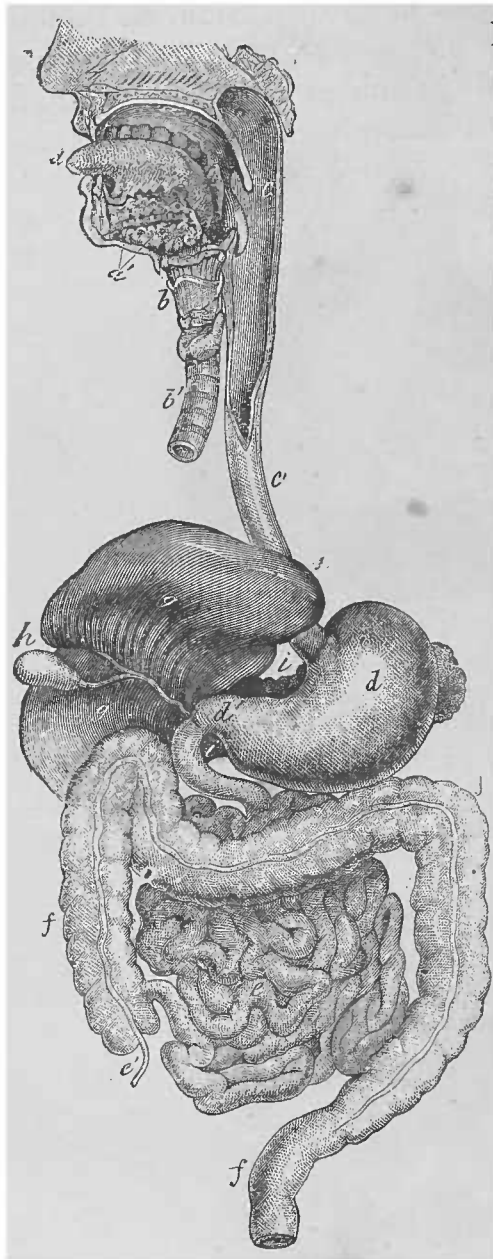


Fig. 34. — Vue d'ensemble de l'appareil digestif

a, langue ; — a', glandes salivaires ; — b, larynx ; — b', trachée ; — c, pharynx ; — c', œsophage ; — d, estomac ; — d', duodénum ; — e, intestin grêle ; — e', appendice cœcal ; — f, f', gros intestin ; — g, g', foie ; — h, vésicule biliaire ; — i, i, pancréas.

mistes ont donné le nom de *jéjuno iléon*. Cette seconde partie

décrit dans la cavité abdominale de nombreux repris ou circon-

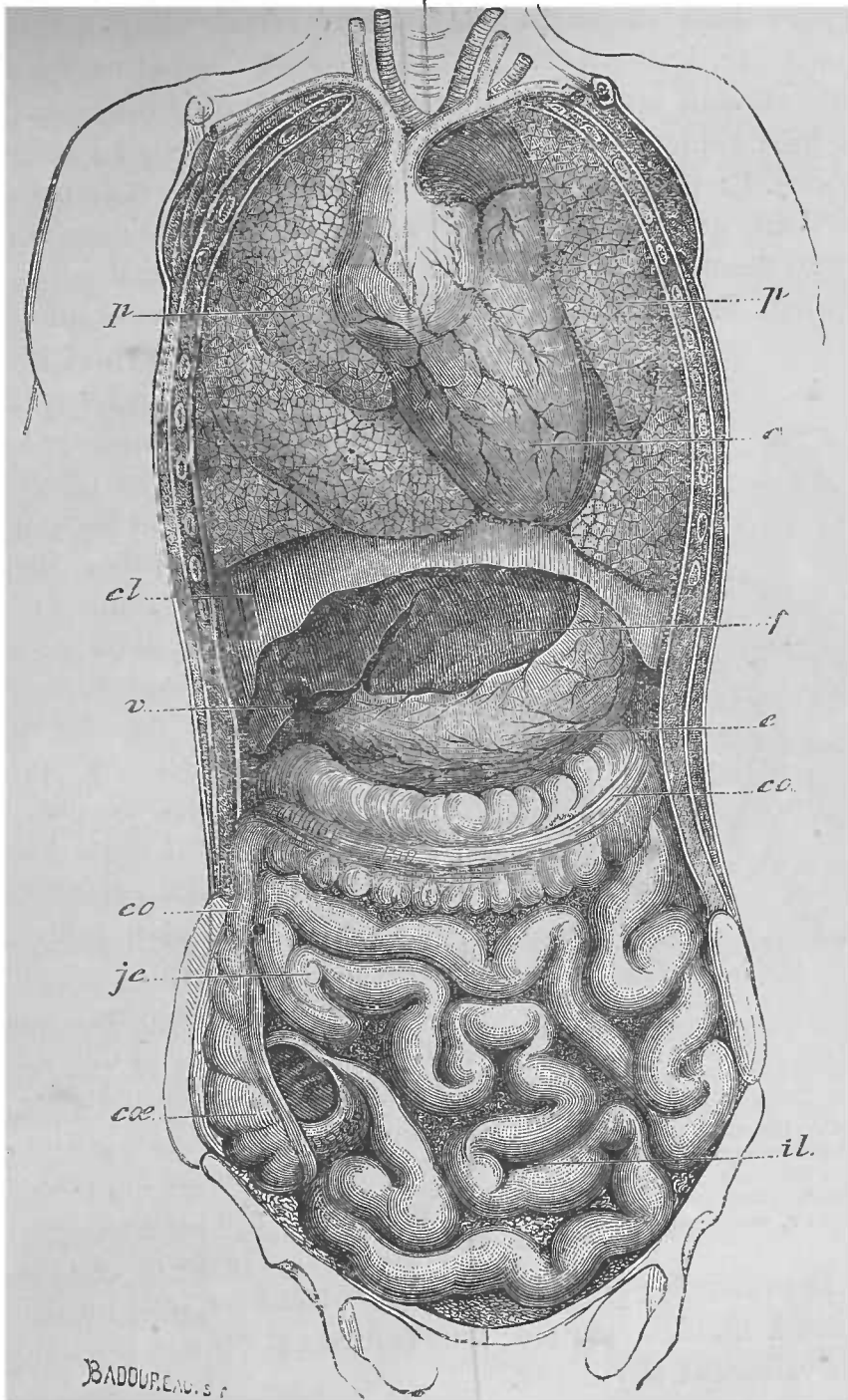


Fig. 35. — Cavités thoracique et abdominale de l'homme montrant les principaux viscères qui y sont contenus.

p, p, poumons ; *c*, cœur ; *d*, diaphragme ; *f*, foie ; *v*, vésicule biliaire ; *e*, estomac ; *je*, jéjunum ; *il*, iléon ; *cae*, cæcum ; *co*, côlon ascendant et côlon transverse.

volution dont l'ensemble est presque encadré par le gros intes-

tin. Un de ses traits caractéristiques est son excessive mobilité; le jéjuno-iléon suspendu à la colonne vertébrale par un repli du péritoine, le *mésentère*, flotte librement dans la cavité abdominale et obéit sans effort au moindre choc qu'on lui imprime.

De même que l'estomac, l'intestin grêle est formé par quatre tuniques. La plus extérieure qui est séreuse lui est fournie par le péritoine qui produit en arrière le *mésentère*; les deux feuillets de cette membrane, après avoir recouvert plus ou moins complètement le tube intestinal, laissent entre eux un intervalle

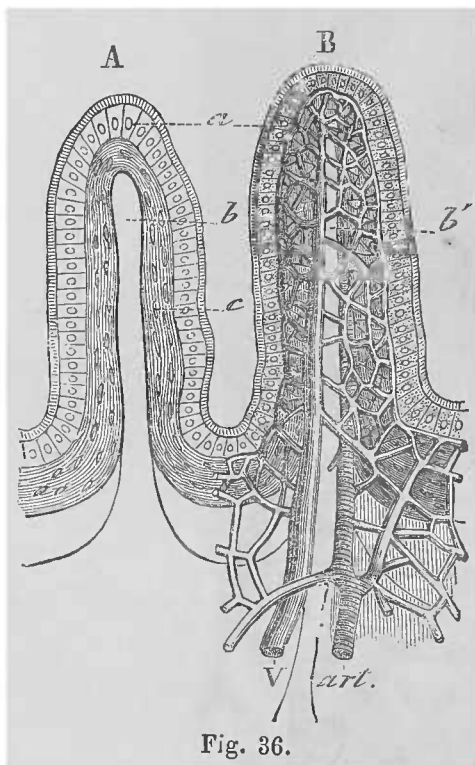


Fig. 36.

A. Villosité intestinale montrant son vaisseau chylifère central *b*. — B. Villosité intestinale avec son vaisseau chylifère *b'*, et son réseau vasculaire; *a* et *c*, cellules épithéliales; *v*, veines; *art*, artères.

triangulaire qui permet la distension de ce canal. La tunique musculaire est formée de fibres longitudinales et de fibres circulaires. Quant à la muqueuse, elle se fait remarquer surtout par de nombreux replis ou *valvules conniventes*, dont le principal usage est de multiplier les surfaces, et par des filaments très-déliés, les *villosités*, qui lui donnent un aspect velouté. Les villosités occupent toute l'étendue de l'intestin grêle; mais elles sont surtout nombreuses dans le duodénum. Ces saillies ordinairement de forme cylindrique ou conique et d'une longueur de 2 à 6 millimètres sont

constituées par des prolongements de la couche superficielle du chorion muqueux et recouvertes par des cellules épithé-

liales. Les vaisseaux sanguins qui y pénètrent forment un réseau capillaire à mailles étroites; leur centre est occupé tout entier par des vaisseaux chylifères.

La muqueuse intestinale est surtout riche en glandes; on en distingue de plusieurs sortes qui, tout en étant semblables par l'aspect, ont des fonctions très-différentes: 1° les *glandes tubuleuses* ou glandes de Lieberkühn réparties sur toute la longueur de l'intestin grêle et même dans le gros intestin; elles corres-

pendent aux glandes tubuleuses de l'estomac et paraissent être chargées de la sécrétion du suc intestinal ; 2° les *glandes vésiculeuses* ou *follicules clos* qui existent isolées ou en plaques (*plaques de Peyer*) ; 3° enfin les *glandes de Brunner* qui ne se trouvent que dans le duodénum : ce sont des glandes en grappes ayant la même structure que les glandes de la cavité buccale. Elles sécrètent un liquide alcalin.

Le gros intestin forme la dernière partie du canal digestif et

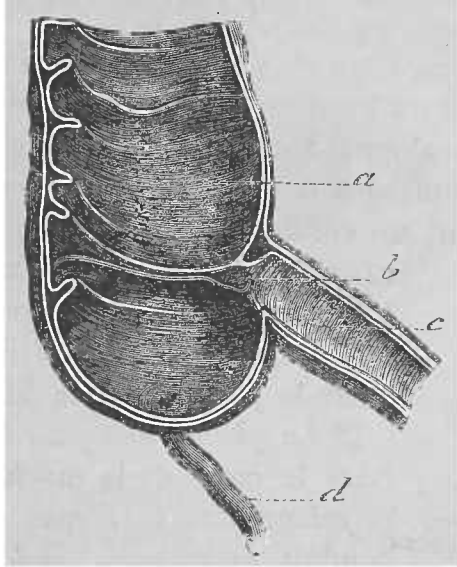


Fig. 37.

c, cæcum de l'homme s'abouchant avec l'intestin grêle ; *b*, valvule iléo-cæcale ; *d*, appendice vermiforme ; *a*, gros intestin.

se distingue de l'intestin grêle par une capacité plus grande, par sa fixité, ses bosselures et l'épaisseur de ses parois. Il commence dans la fosse iliaque droite par une portion renflée en cul-de-sac, le *cæcum*, qui reçoit l'iléon dont il est séparé par la vulve iléo-cæcale ; en bas, l'extrémité du cæcum porte un appendice dit cœcal ou vermiforme parce qu'on l'a comparé à un ver de terre. Le gros intestin se continue sous le nom de *côlon* ; il monte le long de la région lombaire droite jusqu'au-dessous du foie (*côlon ascendant*), se dirige transversalement au-dessous de l'estomac (*côlon transverse*) et enfin descend le long de la région lombaire gauche jusqu'à la fosse iliaque gauche où il décrit une courbure en S (*côlon descendant*). Au niveau du sacrum, l'intestin se termine par une troisième partie qui s'infléchit suivant une direction rectiligne et à laquelle on donne le nom de *rectum* qui s'ouvre au dehors par une ouverture nommée *anus*.

GLANDES ANNEXES DU TUBE DIGESTIF.

Trois glandes importantes sont annexées au canal digestif : les *glandes salivaires*, le *foie* et le *pancréas*.

37. Glandes salivaires. — Elles sont au nombre de trois paires et forment une sorte de collier autour de la mâchoire inférieure. En raison de leur situation, elles ont reçu le nom de *parotide*, de *sous-maxillaire* et de *sublinguale*; toutes sont des glandes en grappe composées.

1° La *parotide* (παρὰ auprès; ὄζ, oreille) occupe l'excavation qui sépare l'oreille du bord postérieur de la mâchoire. Elle est revêtue d'une enveloppe fibreuse et se compose de vésicules creuses d'où partent des petits conduits excréteurs qui en se réunissant forment un conduit unique, le *canal de Sténon* : ce canal marche le long du muscle masséter, traverse la joue et s'ouvre dans la cavité buccale, au niveau de l'intervalle compris entre la première et la deuxième molaire.

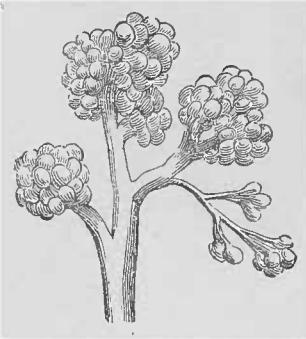


Fig. 38. — Fragment de glande parotide.

2° La *glande sous-maxillaire* située derrière le corps de la mâchoire inférieure a la même structure que la parotide. Son conduit excréteur, *conduit de Warthon*, s'ouvre sur les côtés du frein de la langue.

3° Enfin, la *glande sublinguale* placée sous le bord de la langue consiste en un amas de glandules dont le nombre s'élève à 7 ou 8 et même davantage et dont les conduits excréteurs, conduits de *Rivinus*, s'ouvrent sur la muqueuse buccale.

38. Pancréas. — Le pancréas (de πᾶν, tout; κρέας, chair) est une glande analogue aux glandes salivaires. Il est situé transversalement derrière l'estomac, au-devant de la colonne vertébrale, dans le voisinage du foie et du duodénum avec lequel il est en communication. Cette glande composée de deux parties, l'une horizontale et l'autre verticale, est formée de petites ampoules d'où naissent des conduits excréteurs dont la réunion produit un canal principal (*canal de Wirsung*) qui parcourt la glande dans toute son étendue, et va s'ouvrir dans la deuxième portion du duodénum au fond d'une ampoule qui lui est commune avec le canal cholédoque. Il y a aussi, le plus souvent, un canal accessoire qui se termine dans le duodénum par un orifice étroit.

39. Foie. — Le foie, la glande la plus volumineuse du corps, est destiné à la sécrétion de la bile et à d'autres fonctions importantes dans la nutrition, comme la formation du sucre. Cet organe est placé sur la ligne médiane du corps près du duodénum

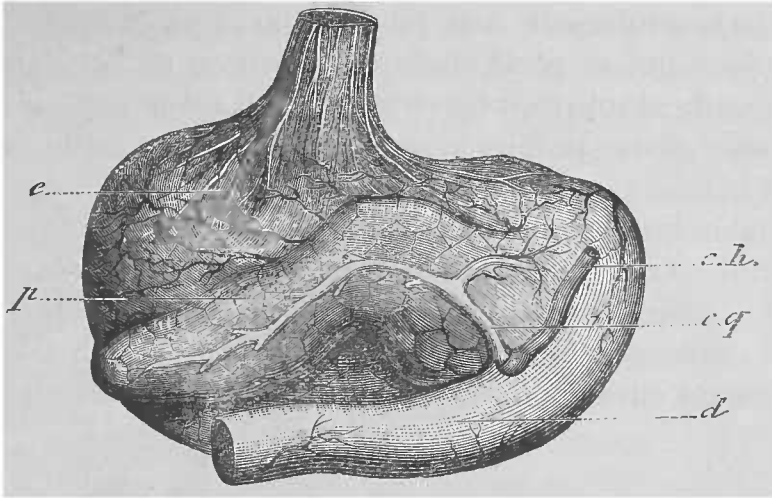


Fig. 39. — Pancréas de l'homme.

e, face postérieure de l'estomac ; *p*, pancréas ; *ch*, canal cholédoque ; *cq*, conduit pancréatique (canal de Wirsung) ; *d*, duodénum.

dans lequel est versée la bile. Il occupe l'hypochondre droit qu'il remplit presque en totalité. s'avance dans l'épigastre et

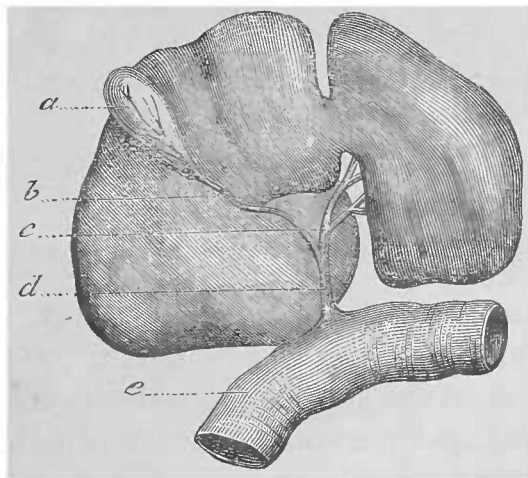


Fig. 40. - Foie de l'homme.

a, vésicule biliaire ; *b*, canal cystique ; *c*, canal hépatique ; *d*, canal cholédoque ; *e*, duodénum.

jusque dans l'hypochondre gauche. Il est maintenu dans sa position par les organes qui l'entourent et par des replis du péritoine qu'on nomme les *ligaments du foie*.

Son poids est d'environ 1 kilogramme à 1 kilogramme et demi. Sa forme généralement irrégulière se rapproche d'un segment d'ovoïde. Sa face supérieure convexe et lisse est en rapport avec le diaphragme qui le sépare du poumon droit et des dernières côtes. La face inférieure bien plus compliquée présente un sillon *longitudinal* qui se porte du bord postérieur au bord antérieur de la glande et un *sillon transverse* qui lui est perpendiculaire : le premier divise le foie en deux lobes, le lobe droit ou grand lobe et le lobe gauche ; le second ou sillon de la veine porte est la véritable hile du foie, car c'est par lui que pénètrent et qu'émergent les vaisseaux sanguins et les conduits biliaires ; on distingue encore sur cette même face quelques bosselures dont la plus remarquable est le *lobe de Spiegel*.

Le foie est enveloppé par le péritoine qui le protège et l'isole

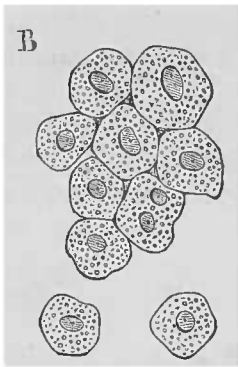


Fig. 41. -- Cellules du foie.

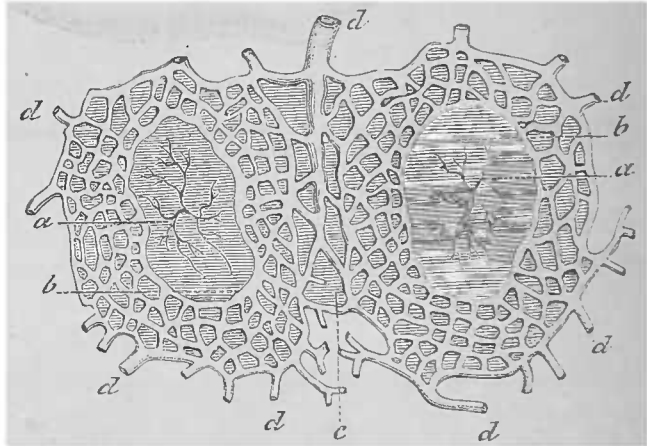


Fig. 42. — Deux lobules de foie.

a, a, veines sus-hépatiques ; *b, b*, cellules hépatiques ; *d, d*, canalicules biliaires.

des organes voisins et par une membrane fibreuse qui pénètre dans son épaisseur et constitue la charpente de la glande ; cette dernière envoie aussi des gânes autour des divisions de la veine porte, de l'artère hépatique et des conduits biliaires. Ce sont ces gânes multiples qui constituent la *capsule de Glisson*.

Quant au tissu propre du foie, il représente une masse compacte, homogène, friable, à déchirure granulée, formée par l'agrégation de petites parties appelées *lobules*. Chaque lobule est lui-même constitué par une agglomération de cellules particulières, *cellules hépatiques*, qui en représentent la masse principale et par un réseau capillaire. Les cellules hépatiques sont des petites vé-

sicules arrondies ou polygonées qui sont interposées dans les mailles du réseau capillaire des lobules à la périphérie desquels naissent les radicules des *conduits biliaires*. Enfin, un des points les plus intéressants à signaler dans l'histoire du foie, est la disposition des vaisseaux sanguins de ce viscère. Indépendamment des artères et des veines correspondantes aux artères et aux veines des autres parties du corps, le foie est l'aboutissant d'un système veineux particulier ou système de la veine porte dont nous parlerons plus loin, ce qui fait que cette glande reçoit du sang artériel par l'artère hépatique et du sang veineux par la veine porte.

L'appareil excréteur du foie se compose : 1° du *canal hépatique*; 2° du *canal cystique*; 3° de la *vésicule biliaire*; 4° du *canal cholédoque*.

Les canalicules biliaires ou conduits excréteurs de la bile naissent des lobules par des radicules qui, en se réunissant, forment des canaux biliaires d'un calibre de plus en plus considérable à mesure qu'ils reçoivent de nouveaux rameaux. Tout ces canaux aboutissent finalement à deux conduits, l'un droit et l'autre gauche, qui sortent du sillon transverse pour former le *canal hépatique*; après un trajet de 3 à 4 centimètres, ce canal se divise en deux branches : l'une, le canal cystique qui se dilate en ampoule pour former la *vésicule biliaire*; l'autre, le canal cholédoque qui vient s'ouvrir dans la deuxième portion du duodénum (fig. 40).

DENTS

40. Les dents sont des organes très-durs placés à l'entrée des

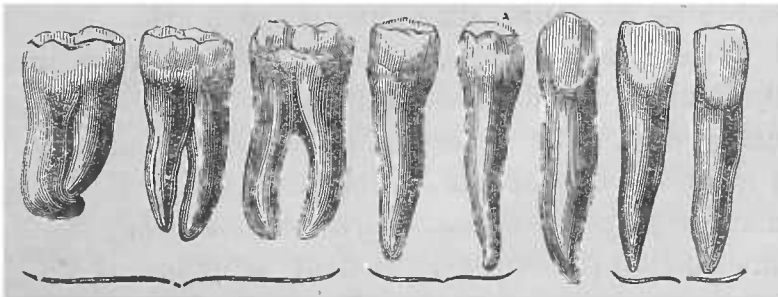


Fig. 43. — Dents de l'homme.

voies digestives, sur le bord libre des mâchoires. Chez l'homme et la plupart des mammifères, elles servent à diviser les ali-

ments et à les broyer. Elles sont mécaniquement retenues dans des cavités creusées dans l'épaisseur des os maxillaires, cavités qui portent le nom d'*alvéoles*; les *gencives*, c'est-à-dire la portion de la muqueuse buccale qui entoure la couronne à sa base et qui pénètre l'alvéole, en se réfléchissant, contribuent puissamment à leur consolidation.

41. Conformation des dents. — Toute dent se compose de deux parties distinctes : une partie libre, la *couronne*, qui déborde l'alvéole, et une partie implantée dans cette cavité qui représente la *racine*. La couronne et la racine sont séparées par un étranglement circulaire qu'on appelle le *collet* de la dent.

En raison des différences que l'on observe dans leur forme et leurs usages, on les partage en trois groupes : les *incisives*, les *canines* et les *molaires*.

1° Les incisives, au nombre de huit, ont la couronne en forme de coin dont le tranchant est taillé en biseau ; leur racine est simple ; elles servent à couper à la manière des lames de ciseaux. C'est chez les rongeurs qu'elles atteignent les plus grandes dimensions.

2° Les canines ou laniaires, au nombre de quatre, ont la couronne conoïde à pointe mousse avec une racine plus longue ; elles servent à déchirer. Ces dents sont surtout développées chez les carnassiers et les éléphants.

3° Les molaires se font remarquer par une couronne cuboïde surmontée de tubercules ; leur racine est double ou triple. Elles ont pour usage de broyer les aliments à la manière d'une meule, de là le nom de *machelières*. On les distingue en petites molaires ou *bicuspidées* qui sont au nombre de huit, quatre à chaque mâchoire, et en grosses molaires ou *multicuspidées* dont le nombre est de douze, six à chaque mâchoire.

42. Structure des dents. — Lorsqu'on examine une section longitudinale d'une dent, on trouve au centre de la couronne une cavité dont la forme rappelle celle de la dent et qui se prolonge jusqu'au sommet de la racine. Cette cavité remplie par une matière pulpeuse et vasculaire est enveloppée de toute part par une portion pierreuse ou la dent proprement dite, formée elle-même de trois substances qui sont : l'*ivoire*, l'*émail* et le *cément*.

1° L'*ivoire* ou *dentine*, partie fondamentale de la dent, se compose d'une substance homogène traversée par des canalicules

extrêmement nombreux qui cheminent dans l'épaisseur de l'ivoire suivant une direction normale à l'axe et qui vont s'ouvrir dans la cavité dentaire. L'ivoire renferme de 20 à 30 p. 100 de matière organique ; le reste est formé de sels calcaires et particulièrement de phosphate de chaux, de carbonate de chaux et de fluorure de calcium.

2° Sur l'ivoire est appliquée une couche mince d'*émail* qui tapisse la surface de la couronne et joue le rôle d'un vernis protecteur. L'émail est surtout remarquable par sa grande dureté. Il est constitué par une série de prismes parallèles et perpendiculaires à la surface de l'ivoire ; cette substance ne contient que 2 à 3 p. 100 de matière organique et 97 à 98 de sels calcaires.

3° Une troisième substance que l'on trouve seulement sur l'ivoire, c'est le *cément* qui enveloppe la racine comme l'émail enveloppe l'ivoire ; sa composition est à peu près celle des os. Chez l'homme, le cément ne prend qu'une faible part dans la constitution des dents, tandis que, chez les ruminants, il est très-développé. La structure des dents présente quelques modifications importantes à signaler quand on l'étudie dans la série des vertébrés. Dans certains cas, la dentine est à nue ; dans d'autres, elle est sillonnée intérieurement de couches d'émail et de cément : les dents dont la dentine est privée ou recouverte d'émail et de cément s'appellent *dents simples* ; celles qui présentent des couches alternatives d'émail et de cément enchevêtrées dans la dentine sont dites des *dents composées* ; et, suivant la disposition de ces couches on dit qu'elles sont *rubanées*, *lobulées*, *fasciculées*, etc. ; ces formes dentaires se rencontrent chez le cheval, les ruminants, quelques rongeurs et chez l'éléphant.

43. Développement des dents. — Comme toutes les productions cornées, les dents proviennent du développement de *follicules* ou *germes dentaires* qui sont logées dans une gouttière creusée dans l'épaisseur des mâchoires. Au centre de ce follicule, apparaît le bulbe dentaire qui grossit rapidement et prend la forme de la dent qu'il doit produire. Ce bulbe, d'abord pulpeux et vas-

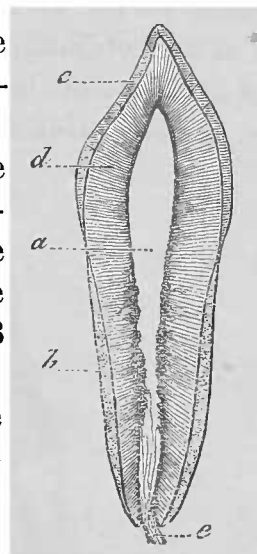
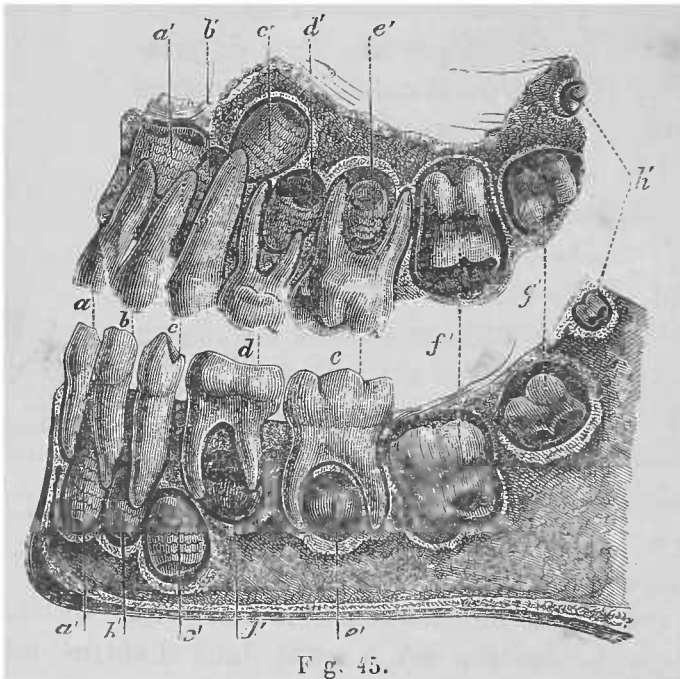


Fig. 44. — Section longitudinale d'une incisive de l'homme.

a, cavité dentaire ; d, couche d'ivoire ; e, couche d'émail ; b, cément ; c, vaisseaux et nerfs.

culaire, s'encroûte, petit à petit d'une matière calcaire sous forme de lamelles qui apparaissent d'abord au sommet du bulbe ; bientôt, on voit se dessiner entre la paroi interne du sac folliculaire et la surface extérieure du bulbe l'organe de l'émail qui, à son tour, donne naissance à une série de petits prismes pierreux. La racine n'apparaît que plus tard. La dent ainsi formée s'accroît en longueur ; elle se dirige vers la gencive, la distend et la perce ; c'est là l'éruption.

44. Éruption des dents. — Chez l'homme et chez les mammi-



a, b, c, d, e, première dentition de l'homme ; *a', b', c', d', e', f, g, h'*, germes dentaires de la seconde dentition.

fères, les dents se développent successivement et celles qui apparaissent les premières ne sont pas celles qui persistent pendant toute la vie. Elles ont chacune un remplaçant dont le rôle est permanent. La série des dents dont les fonctions n'ont qu'une courte durée s'appellent *dents de lait* parce que leur apparition a lieu pendant la lactation. A cette dentition temporaire succède une dentition définitive. La première dentition de l'homme comprend vingt dents, dix pour chaque mâchoire, savoir : deux paires d'incisives, une paire de canines et deux paires de molaires ; à la naissance, elles sont contenues au fond de leurs alvéoles. L'éruption n'a ordinairement lieu que vers le

sixième mois et se termine vers la troisième année ; cette éruption est soumise à des lois qui offrent peu d'exceptions.

1° Les dents de même espèce apparaissent par paires.

2° Les dents de la mâchoire inférieure précèdent celles de la supérieure.

3° Les incisives moyennes émergent avant les latérales. Vient ensuite les premières molaires, puis les canines et enfin les deuxièmes molaires.

La seconde dentition consiste dans l'éruption des dents permanentes dont le nombre est de trente-deux, vingt de remplacement et douze nouvelles. C'est vers l'âge de sept ans que les dents de lait commencent à tomber ; leur chute est due à la destruction de la racine déterminée par la compression de la nouvelle dent en voie de développement.

45. Dents dans la série des vertébrés. — Les vertébrés ont seuls de véritables dents ; elles manquent cependant dans un certain nombre d'entre eux et sont remplacées alors soit par des papilles, soit par des lamelles de substance cornée qui varient dans la forme, mais qui sont toujours le résultat d'une transformation du tissu épithélial de la muqueuse buccale.

A part l'Echidné, le Pangolin, le Fourmilier et la Baleine adulte, tous les mammifères ont leurs mâchoires armées de dents, dont l'évolution et le renouvellement se produisent comme chez l'homme. Toutefois, certaines dents de la première dentition ne tombent pas et croissent même pendant toute la vie : telles sont les grandes incisives des rongeurs. Le Marsouin et les Cétacés proprement dits n'ont pas de dents de remplacement.

La plupart des Reptiles, Crocodiles, Lézards, Serpents ainsi que les Poissons, ont de véritables dents qui garnissent non-seulement les bords des mâchoires, mais encore les diverses régions de la cavité buccale. Ainsi chez les Poissons, les dents se montrent sur les os palatins, le vomer, l'os hyoïde et les arcs branchiaux ; ces organes offrent la plus grande diversité depuis la forme en lancette jusqu'aux plaques larges et mousses ; de plus, les dents usées et tombées sont remplacées par d'autres de nouvelle formation, et cela pendant toute la vie. Les mêmes faits s'observent chez la plupart des reptiles, en sorte que, chez ces animaux, le renouvellement des dents est un phénomène tout à fait continu.

46. Nombre de dents. — Ce n'est pas seulement par la grande diversité de forme que les dents diffèrent entre elles ; le nombre

présente aussi de nombreuses variations qui sont en rapport avec certaines particularités organiques que l'on rencontre dans les diverses classes d'animaux.

Les zoologistes, se fondant sur ces différences, en ont déduit des caractères importants pour la classification des mammifères. Pour représenter facilement le système dentaire d'un mammifère, on emploie des formules dans lesquelles le nombre de chaque espèce de dents est exprimé par une lettre précédée d'un coefficient numérique dont le terme supérieur désigne le nombre de paires de dents de la mâchoire supérieure, et le nombre inférieur, celui de paires de dents de la mâchoire inférieure.

VOICI QUELQUES EXEMPLES DE FORMULES DENTAIRES.

| | | | | |
|---------------------|------------|------------------|------------------|-----------------|
| Enfant..... | 20 dents ; | $\frac{2}{2} i,$ | $\frac{1}{1} c,$ | $\frac{2}{2} m$ |
| Homme.. . . . | 32 — | $\frac{2}{2} i,$ | $\frac{1}{1} c,$ | $\frac{5}{5} m$ |
| Chien..... | 42 — | $\frac{3}{3} i,$ | $\frac{1}{1} c,$ | $\frac{6}{7} m$ |
| Cheval..... | 42 — | $\frac{3}{3} i,$ | $\frac{1}{1} c,$ | $\frac{7}{6} m$ |
| Lion | 30 — | $\frac{3}{3} i,$ | $\frac{1}{1} c,$ | $\frac{4}{3} m$ |
| Mouton et bœuf..... | 32 — | $\frac{0}{3} i,$ | $\frac{0}{1} c,$ | $\frac{6}{6} m$ |

47. Relation entre la dentition et le régime. — Dans la classe des mammifères, la disposition de l'appareil dentaire varie, en général, avec le régime. En effet, chez les Carnassiers qui se nourrissent de la chair des grands animaux, l'armure buccale est puissante et comprend, pour chaque mâchoire, trois paires d'incisives, une paire de canines grosses et lacérantes et un certain nombre de molaires plus ou moins sécatrices c'est-à-dire comprimées et tranchantes, hérissées de pointes mousses et qui se rencontrent comme les lames de ciseaux : Parmi ces molaires, les zoologistes en distinguent une plus forte et saillante qui a reçu le nom de *dent carnassière*. Plus l'animal est carnivore, plus ses molaires sont aiguës et tranchantes. Toutefois, le nombre des dents n'est pas en rapport avec le degré de force de l'animal ; sa puissance réside surtout dans la force des mâchoires, c'est-à-dire dans le raccourcissement du bras de levier qui porte les ca-

nines et dans le développement des muscles qui remplissent les fosses temporales.



Fig. 46. — Dentition du chat.



Fig. 47. — Dents du loup.

Les insectivores ont aussi les trois espèces de dents et les mo-

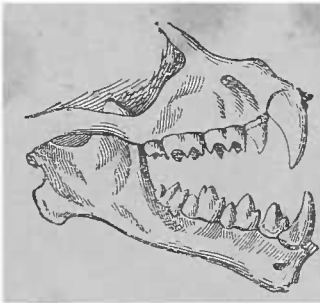


Fig. 48. — Dents de la chauve-souris.

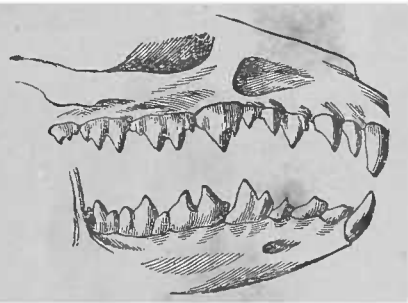


Fig. 49. — Dents d'un insectivore (le hérisson).

lares sont hérissées de pointes coniques qui s'emboîtent les unes

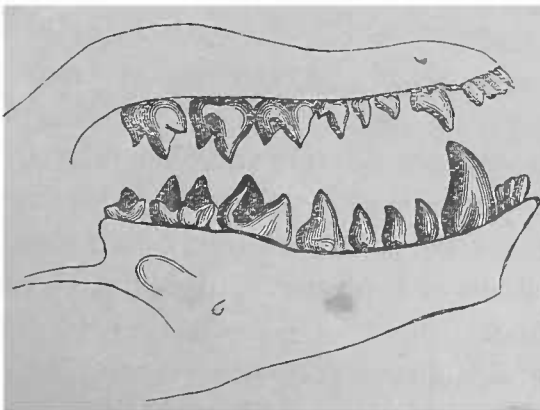


Fig. 50. — Dents de la taupe.

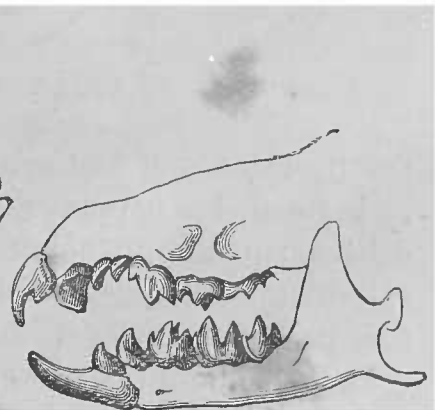


Fig. 51. — Dents de la musaraigne.

dans les autres, disposition qui facilite l'écrasement des corps mous.

Dans l'ordre des Rongeurs, il y a absence de canines. Les incisives sont longues, taillées en biseau, et se terminent par un bord droit et tranchant. Entre les incisives et les molaires, il existe un intervalle ou *barre*. Quant aux molaires, elles sont lar-

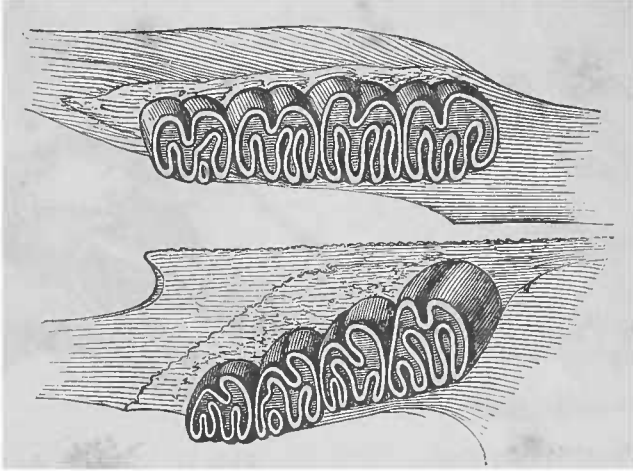


Fig. 52. — Molaires d'un rongeur.

ges, munies de crêtes saillantes qui sont formées d'émail. Ces dents remplissent les fonctions d'une râpe ou d'une meule dure.

Chez les Ruminants et la plupart des Jumentés, les incisives n'ont pas une grande importance : souvent même, les mâchoi-

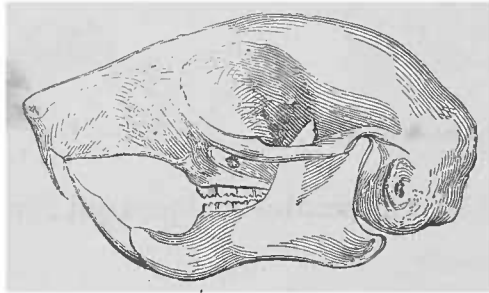


Fig. 53. — Dents d'un rongeur.

res supérieures en sont privées, comme on le voit chez le Mouton et le Bœuf. Les canines sont aussi peu développées lorsqu'elles existent ; quant aux molaires, elles sont grandes et leur surface est sillonnée de replis saillants et contournés qui sont constitués par des lamelles d'émail.

La dentition du cheval et des autres solipèdes se compose de trois paires d'incisives, d'une paire de canines petites et de molaires qui sont séparées des incisives par une barre ; ces dernières sont caractérisées par une couronne large avec des crêtes

contournées. Notons enfin que, chez certaines espèces, quelques dents, au lieu de servir à la mastication, se transforment en ar-

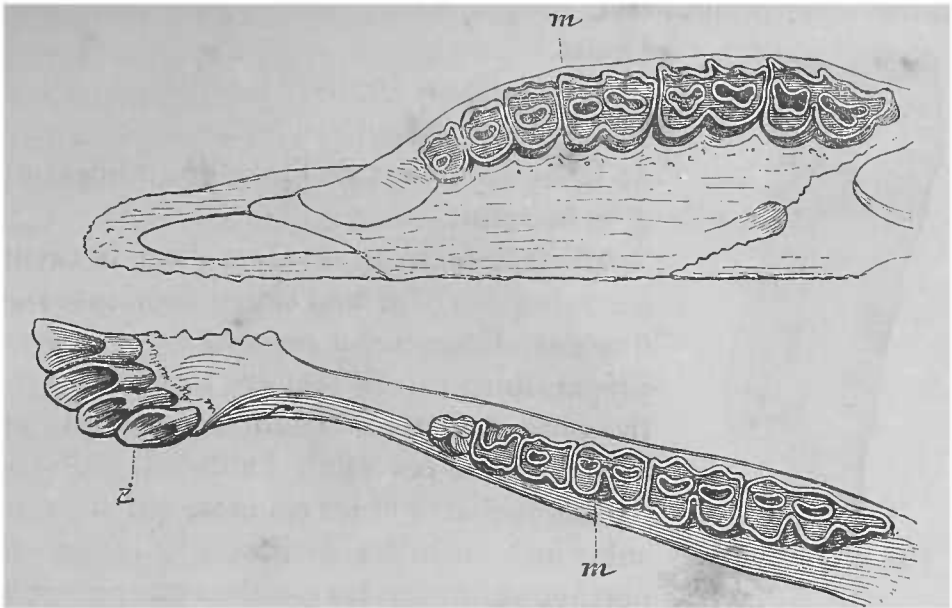


Fig. 54. — Dents du mouton.

i, incisives; *m*, molaires.

mes offensives : telles sont les canines des Sangliers et les incisives des Éléphants.

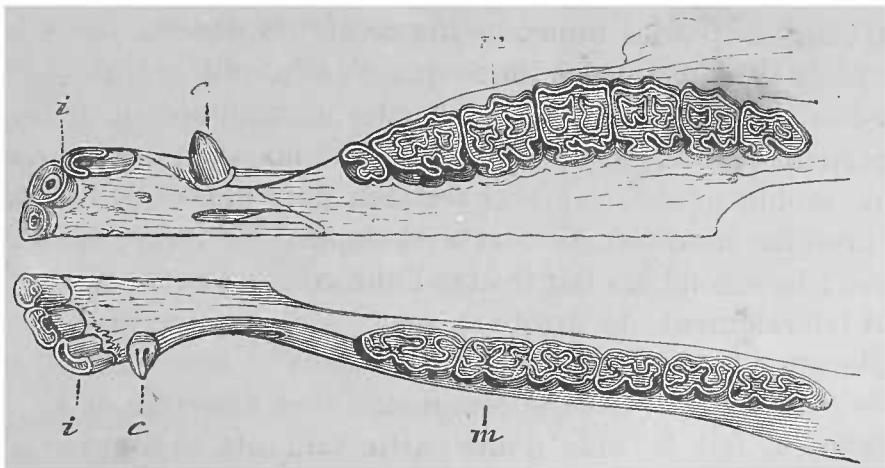


Fig. 55. — Dents du cheval vues par la couronne.

i, incisives; *c*, canines; *m*, molaires.

MÉCANIQUE DE LA DIGESTION

48. Les phénomènes mécaniques qui se passent dans le tube digestif sont de deux sortes: les uns ont pour but de diviser les

aliments afin de les mettre en contact intime avec les sucs digestifs, et de favoriser ainsi leur dissolution et leur absorption ; les autres déterminent leur progression depuis la bouche jusqu'à

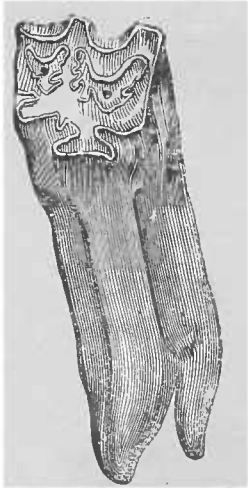


Fig. 56. — Dent du cheval.

l'anus.

Nous allons étudier successivement la mastication, la déglutition, les mouvements de l'estomac, ceux de l'intestin grêle et du gros intestin.

49. Mastication. — C'est dans la cavité buccale que s'effectue l'élaboration mécanique des aliments. Le résultat de ce travail préparatoire est d'en rendre toutes les parties plus accessibles à l'action des sécrétions digestives. A cet effet, l'aliment est saisi par les incisives et les canines, qui lui font subir une première division ; la langue le porte en suite sous les molaires où, par suite

de mouvements de la mâchoire inférieure sur la supérieure, il est réduit en parcelles de plus en plus tenues. Cette trituration est favorisée par l'afflux de la salive qui augmente au contact de l'aliment, et cette insalivation a un double but, celui de faciliter la mastication et la déglutition.

C'est donc par les mouvements combinés des mâchoires, des lèvres, de la langue et des joues que s'accomplit le travail de la mastication. Chez l'homme et chez les mammifères, la mâchoire supérieure est fixe et soudée au crâne ; la mâchoire inférieure seule mobile peut se déplacer verticalement et horizontalement. Le premier mouvement écarte et rapproche les arcades dentaires ; le second les fait frotter l'une contre l'autre en les portant latéralement de droite à gauche et *vice versa*. Tous ces déplacements variés résultent de la manière dont le maxillaire inférieur s'articule avec le temporal : chez l'homme cette articulation se fait à l'aide d'une partie saillante et convexe nommée *condyle* qui se loge dans une cavité du temporal appelée cavité *glénoïde* ; seulement, pendant la mastication, le condyle se meut sur un second condyle (tubercule articulaire) et non dans sa propre cavité, ce qui permet les mouvements de latéralité sans empêcher les mouvements verticaux. Chez les carnassiers, les condyles, au contraire, sont allongés et s'emboîtent dans une cavité creuse et relevée en avant et en arrière

par deux éminences, ce qui ne permet que des mouvements verticaux : aussi la mastication des carnassiers est nulle ou presque nulle ; ces animaux avalent leur proie après l'avoir déchirée en fragments par de violents mouvements de tête. Enfin, chez les ruminants, les mâchoires très-étendues exécutant des mouvements de latéralité aussi bien que des mouvements de haut en bas se terminent par des condyles petits et arrondis qui sont contenus dans une dépression spacieuse et peu profonde. Ces divers exemples montrent que la disposition de l'articulation temporo-maxillaire est corrélative du régime aussi bien que de la forme des dents ; ce fait a une grande importance anatomique.

50. Déglutition. — Les aliments, après avoir été divisés par les dents et humectés par la salive, passent de la bouche dans l'estomac en parcourant le pharynx et l'œsophage, c'est ce que l'on appelle la *déglutition*. Il faut donc que le bol alimentaire tout en traversant le canal pharyngo-œsophagien évite l'entrée des voies respiratoires et l'ouverture postérieure des fosses nasales. L'acte de la déglutition est donc un phénomène complexe qui nécessite le concours d'un grand nombre d'organes, savoir : la langue, le voile du palais, le pharynx, le larynx et l'œsophage. Aussi, les physiologistes ont-ils cru devoir diviser ce mécanisme en trois périodes : dans la première, le bol alimentaire est poussé jusqu'à l'isthme du gosier ; dans la seconde, il traverse le pharynx et arrive jusqu'à l'entrée de l'œsophage ; dans la troisième, il parcourt l'œsophage jusqu'à l'estomac. De ces trois mouvements, le premier seul est volontaire.

Premier temps. — Les parcelles alimentaires triturées par les dents sont ramassées par les mouvements combinés des lèvres, des joues, de la langue, et réunies en une masse qui est portée

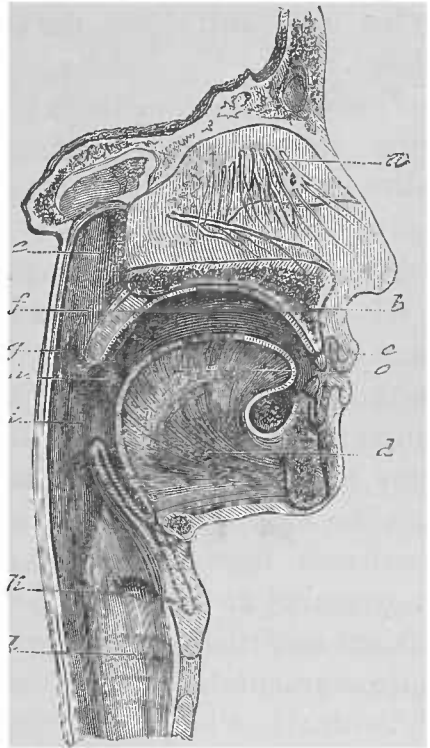


Fig. 57. — Coupe verticale de la cavité buccale, du pharynx et de l'œsophage.

f, cavité buccale ; *o*, langue ; *b*, voûte palatine ; *g*, voile du palais ; *i*, pharynx ; *e*, ouverture postérieure des fosses nasales ; *k*, larynx ; *l*, œsophage.

sur le dos de la langue caussée en gouttière; celle-ci se soulève de la pointe à la base, presse le bol alimentaire contre la voûte palatine et le repousse vers l'isthme du gosier.

Deuxième temps. — Quand le bol est parvenu à l'isthme du gosier, son contact détermine par action réflexe une série de mouvements rapides qui ont pour résultat de lui faire franchir le pharynx. A cet effet, les piliers du voile du palais se rapprochent de la luette; le voile du palais se tend en prenant une direction presque horizontale, ce qui amène l'occlusion des fosses nasales; en même temps, le larynx remonte en se portant en avant et l'épiglotte ferme l'orifice supérieur du larynx. C'est alors que l'aliment glissant sur la base de la langue est saisi par le pharynx, grâce à la contraction de ses muscles et précipité dans l'œsophage.

Troisième temps. — Enfin le bol franchit le conduit œsophagien sous l'influence des contractions successives des fibres circulaires qui le chassent au-devant d'elles, en même temps que les contractions des fibres longitudinales amènent vers lui les parties du tube où il doit s'engager.

§1. Mouvements de l'estomac. — Les aliments poussés successivement dans l'estomac s'y accumulent et y séjournent pendant un certain temps pour y subir l'action des suc digestifs. Cette accumulation détermine non-seulement l'agrandissement de cet organe, mais aussi quelques changements dans sa forme et sa position. En effet, à mesure que cette dilatation se produit, l'estomac glisse entre les deux feuillettes du mésentère en exécutant un léger mouvement de rotation de telle sorte que la grande courbure devient antérieure, tandis que la petite se porte en arrière. De cette augmentation de volume, résulte la distension de la cavité abdominale et la compression des viscères contenus dans son intérieur et même de ceux qui sont placés au-dessus. C'est ainsi, que le diaphragme refoulé vers la poitrine amène une certaine gêne dans la circulation et la respiration. La sécrétion gastrique qui est nulle ou presque nulle quand l'estomac est vide, prend au contact des aliments une activité très-grande.

Pendant la digestion stomacale, l'estomac ne reste pas inactif; il est, au contraire, le siège de mouvements qui favorisent le travail digestif en brassant la masse alimentaire et en la mélangeant avec le suc gastrique. A cet effet, les aliments retenus dans cette cavité, par la contraction du pyllore aussi bien que par

celle du cardia, sont soumis à des mouvements réguliers qui, suivant de Beaumont, les transportent du cardia au pylore en suivant la grande courbure, puis du pylore au cardia, en longeant la petite courbure. Pendant toute la durée de ces mouvements, l'orifice pylorique reste fermé, et ce n'est que lorsque la masse s'est transformée en chyme, que le pylore la laisse pénétrer successivement dans le duodénum.

Les mouvements qui ont lieu du cardia au pylore prennent le nom de *mouvements péristaltiques* ; ceux qui se font du pylore au cardia sont dits des *mouvements antipéristaltiques*. Les mouvements exécutés ainsi dans l'estomac ont été observés sur des individus porteurs de fistules gastriques. Ils ont été étudiés particulièrement par de Beaumont sur un jeune Canadien ; on peut en établir le sens par celui que tend à prendre une tige introduite dans l'estomac par une ouverture artificielle.

52. Mouvements de l'intestin grêle. — Ces mouvements ont pour but de faire progresser le chyme du pylore à la valvule iléo-cœcale : les uns sont des contractions *péristaltiques* qui poussent la masse vers la partie inférieure du tube digestif ; les autres sont des contractions *antipéristaltiques* qui font refluer cette masse en sens inverse ; ces mouvements ne sont pas continus, mais alternatifs et séparés par un intervalle de repos : les fibres circulaires de l'intestin, en se raccourcissant, chassent en avant la bouillie alimentaire, en même temps que la contraction des fibres longitudinales porte au-devant d'elle la portion intestinale dans laquelle elle doit s'engager.

Les mouvements de l'intestin grêle, comme ceux du pharynx et de l'estomac, sont indépendants de la volonté : c'est l'aliment lui-même qui agit sur la muqueuse intestinale à la manière d'un excitant mécanique. On peut à volonté déterminer ces sortes de mouvements en excitant l'intestin lui-même soit mécaniquement, soit par l'électricité.

53. Mouvements du gros intestin. — A mesure que les matières alimentaires parcourent l'intestin grêle, leur consistance augmente, en même temps que leur masse diminue. La plus grande partie étant absorbée, le résidu passe de l'iléon dans la première portion du gros intestin ou cœcum ; à ce moment, la bouillie alimentaire ne peut plus refluer dans l'iléon à cause de la présence de la valvule iléo-cœcale, du cœcum, elle se rend dans le côlon ascendant, s'engage dans le côlon trans-

verse, puis dans le côlon descendant, traverse l'S iliaque et enfin arrive dans le rectum pour y être expulsé. Les mouvements du gros intestin ressemblent à ceux de l'intestin grêle et se produisent dans les mêmes conditions : seulement ils sont plus lents, de sorte que le contenu y séjourne bien plus longtemps. La traversée des aliments dans l'intestin grêle ne dure que 2 ou 3 heures ; elle est de 12 à 15 heures dans le gros intestin.

CHIMIE DE LA DIGESTION

54. Les substances alimentaires, avant de devenir aptes à fournir les matériaux du sang et de pouvoir être utilisées par l'organisme, doivent subir une série de transformations dont le résultat est la dissolution. Pour opérer ces mutations, interviennent divers sucs qui sont : la *salive*, le *suc gastrique*, le *suc pancréatique*, la *bile* et le *suc intestinal*, auxquels il faut ajouter l'eau, l'air et la chaleur. Nous allons examiner successivement l'action de ces diverses sécrétions sur les aliments pendant leur passage à travers le canal digestif.

DIGESTION BUCCALE.

SALIVE.

55. La muqueuse buccale est humectée par un liquide qui est fourni par des glandes nombreuses, les unes situées dans son épaisseur même (glandes buccales, labiales, palatines, etc.), les autres, au-dessous d'elle (parotide, sous-maxillaire, sublinguale). Le liquide produit par toutes ces glandes et qu'on nomme salive, provient donc de sources très-diverses ; il est versé dans la bouche d'une manière continue ; mais, c'est surtout, pendant l'acte de la mastication, que cette sécrétion devient très-abondante.

La salive des différentes glandes, examinée séparément, présente des caractères physiques et chimiques un peu différents.

1° La *salive parotidienne* est un liquide clair, filant, limpide, d'une réaction alcaline. Elle contient de 98 à 99 pour 100 d'eau, et 1 à 2 pour 100 de matières solides ; celles-ci sont formées :

1° de sels minéraux (phosphates de chaux, de magnésie, chlorures alcalins, etc.); 2° d'une matière organique, coagulable par la chaleur (albumine, caséine); 3° d'une matière azotée, la *ptyaline*, qui jouit de la propriété de transformer l'amidon en sucre. D'après Cl. Bernard, cette salive a pour usage l'imbibition de l'aliment pendant la mastication : en effet, la parotide n'existe que chez les animaux qui ont des dents pour broyer leurs aliments, et elle est d'autant plus volumineuse que la mastication doit être plus lente et plus laborieuse. On obtient ce liquide en pratiquant une fistule sur le trajet du conduit de Stenon.

2° La *salive sous-maxillaire* est aussi limpide mais bien moins fluide que la salive parotidienne; elle paraît être en rapport avec la gustation des aliments.

3° Quant à la *salive sublinguale*, elle est surtout remarquable par sa grande viscosité et par la grande proportion de matières solides qu'elle renferme et, surtout, par une grande proportion de ptyaline. Elle paraît jouer un rôle important dans la déglutition.

4° La *salive mixte* ou complète, c'est-à-dire le mélange des différentes sécrétions que nous venons de passer en revue, est un liquide légèrement visqueux et filant qui, abandonné à lui-même dans un vase, se sépare en deux parties, l'une supérieure, claire et limpide, qui tient en dissolution des sels alcalins et de la ptyaline; l'autre inférieure, représente un sédiment blanc composé de globules muqueux et de restes de cellules. Sa densité varie de 1,004 à 1,006, et sa réaction est alcaline. L'homme sécrète par jour une quantité de salive qui peut varier entre 300 et 1,500 grammes.

5° Enfin le *mucus* buccal, sécrété par les glandes muqueuses, est un liquide trouble, riche en albumine et en mucine, tenant en suspension des globules muqueux et des cellules épithéliales.

COMPOSITION DE LA SALIVE MIXTE DE L'HOMME

| | |
|-----------------------|--------|
| Eau..... | 99,00 |
| Matières solides..... | 0,60 |
| Ptyaline..... | 0,20 |
| Sels..... | 0,20 |
| | <hr/> |
| | 100,00 |

56. Action chimique de la salive. — La salive mixte exerce sur

les aliments une action mécanique qui est de les imbiber, de les ramollir et de dissoudre les parties solubles ; mais elle possède aussi une action spéciale sur une seule espèce d'aliments, les substances féculentes, qu'elle transforme en sucre : sous l'influence de ce liquide, l'amidon, à la température de 40°, se change d'abord en dextrine dont la composition est la même, puis en sucre ou glycose. La glycose elle-même, par une action prolongée, peut se transformer en acide lactique. Pour démontrer expérimentalement la transformation de l'amidon en sucre, on s'appuie sur la propriété que possède l'iode de colorer l'amidon en bleu. Si, dans un tube, on met de l'empois d'amidon bleui par l'iode, et qu'on ajoute de la salive, on voit peu à peu la coloration disparaître. En traitant alors le liquide par une dissolution de tartrate de cuivre dissous dans la potasse, on obtient un précipité rouge d'oxydure de cuivre qui est un indice certain de la présence du sucre.

L'action saccharifiante de la salive est due à la ptyaline qui agit à la manière d'un ferment. La salive de l'homme est très-active, mais bien moins que celle des herbivores. D'après Cl. Bernard, le rôle chimique de la salive n'est qu'un phénomène accessoire, quand on le compare à celui qu'elle joue dans la mastication, la gustation et la déglutition.

DIGESTION STOMACALE.

SUC GASTRIQUE.

57. La muqueuse de l'estomac fournit deux sécrétions : le mucus qui est produit par les glandes muqueuses et le suc gastrique qui est sécrété par les glandes pepsiques. Le suc gastrique, à l'état de pureté, est un liquide légèrement jaunâtre, limpide, d'une odeur particulière et d'une saveur acide et salée.

La quantité de suc gastrique sécrété en vingt-quatre heures ne peut être appréciée qu'approximativement ; quelques expériences faites sur des chiens ont montré que, dans une journée, cette quantité s'élève à environ 100 grammes pour un kilogramme du poids de l'animal. En appliquant ce résultat à l'homme dont le poids moyen est de 65 kilog., on trouve 6^{kilog.}5 ; d'après quelques observations faites directement, le poids du suc gastrique

sécrété par l'homme paraît être égal au quart du poids du corps et non au dixième.

Divers procédés ont été employés pour se procurer le suc gastrique afin d'en étudier les propriétés et les usages. Les anciens physiologistes faisaient avaler à des oiseaux de proie une éponge sèche attachée à l'extrémité d'un fil qu'on retirait ensuite imprégnée de suc gastrique. Dans d'autres cas, on faisait avaler à un animal des corps durs, tels que des cailloux, du poivre concassé, et on le sacrifiait ensuite. De nos jours, on se procure ce liquide en quantité notable, en pratiquant une fistule artificielle à l'estomac et en y fixant un tube qui sert à recueillir ce liquide. M. Beaumont, le premier, obtint du suc gastrique de l'homme en profitant d'une fistule accidentelle que portait un jeune Canadien. En excitant mécaniquement la muqueuse par l'introduction de corps durs et insolubles, on peut en recueillir des quantités suffisantes pour les expériences. Lorsqu'on veut l'obtenir exempt de liquide salivaire, il faut préalablement lier l'œsophage, ou bien les conduits excréteurs des glandes salivaires.

58. Composition chimique du suc gastrique. — Le suc gastrique renferme une très-petite quantité de matières solides qui varie de 1 à 2,5 pour 100. Chez l'homme, les principes solides ne dépassent pas 1 pour 100. Ces principes consistent : 1° en une matière azotée, la *pepsine*, qui joue le rôle d'un ferment soluble et qui, par ses caractères, se rapproche des corps albuminoïdes; seulement elle ne se coagule pas par la chaleur; le suc gastrique de l'homme en contient 0,3 pour 100 et celui du chien 1,7; 2° un acide libre qui est l'acide chlorhydrique, et souvent l'acide lactique; ce dernier manque parfois complètement chez les carnassiers. La quantité d'acide libre ne dépasse pas chez l'homme 0,02 pour 100; chez le chien, elle s'élève à 0,03; 3° des sels minéraux qui sont des chlorures alcalins et des phosphates de chaux et de magnésie.

COMPOSITION DU SUC GASTRIQUE DE L'HOMME.

| | |
|--------------------|--------|
| Eau..... | 99,00 |
| Pepsine..... | 0,30 |
| Acide libre..... | 0,02 |
| Sels minéraux..... | 0,68 |
| | <hr/> |
| | 100,00 |

59. Action chimique du suc gastrique. — La seule action chimique du suc gastrique est de transformer les albuminoïdes en substances solubles auxquelles on donne le nom de *peptones*. Leur composition est la même que celle des albuminoïdes d'où ils dérivent ; ils n'en diffèrent que par leur grande solubilité et par la facilité avec laquelle ils traversent les membranes. Pour étudier les phénomènes de la digestion stomacale, on emploie soit les digestions artificielles, soit l'introduction des aliments dans l'estomac par des fistules gastriques. Pour procéder à une digestion artificielle, on met la substance albuminoïde en contact avec du suc gastrique naturel dans un tube que l'on place dans une étuve à la température de 40°. En opérant avec l'albumine cuite, avec la fibrine, la caséine, etc., on voit ces divers corps se gonfler d'abord, puis se réduire, couches par couches, en une masse pultacée qui finit par se liquéfier complètement.

Au lieu de se servir d'un suc gastrique naturel, on peut en préparer un artificiel en mélangeant de la pepsine avec son acide, ou même en prenant un morceau de muqueuse stomacale additionnée de quelques millièmes d'acide chlorhydrique, et le résultat est le même. En variant les conditions de l'expérience, on est arrivé à fixer le rôle qui revient à chacun des éléments essentiels du suc gastrique. C'est ainsi qu'on s'est assuré que la dissolution des albuminoïdes et leur transformation en peptones exige le concours de la pepsine et de l'acide. L'acide isolé peut gonfler et même dissoudre quelques albuminoïdes comme la fibrine du sang, mais elle ne modifie pas leur composition ; elle ne les transforme pas en peptones, l'action seule de la pepsine déterminant rapidement leur putréfaction. Ces expériences montrent que c'est dans le concours simultané de l'acide libre et de la pepsine que réside la propriété caractéristique du suc gastrique.

Quant à la nature intime du phénomène, comme l'expérience indique qu'il faut une très-petite quantité de pepsine pour transformer de grandes quantités d'albuminoïdes, sans que cette substance éprouve aucune modification, on doit envisager la digestion stomacale comme une véritable fermentation ; et ce qui caractérise cette fermentation, c'est qu'en plus d'un ferment spécial, il faut, pour qu'elle se manifeste, un milieu acide.

60. Digestion stomacale naturelle. — Connaissant l'action de la salive et du suc gastrique, il nous est possible d'analyser et de comprendre ce qui se produit dans l'estomac d'un animal en pleine digestion et de reconnaître que tout se passe absolument comme dans les digestions artificielles.

Si on ouvre l'estomac d'un animal, on le trouve rempli d'une bouillie nommée *chyme* dont la composition varie nécessairement avec la nature des aliments qui ont été ingérés; on y trouve des substances qui n'ont subi aucune modification, telles que la cellulose, la substance élastique et cornée, et très-fréquemment des grains d'amidon : une partie des féculents sont déjà métamorphosés en dextrine et en sucre; les albuminoïdes sont, les uns en voie de dissolution, les autres en voie de transformation; quant aux graisses, elle se présentent à l'état de gouttelettes disséminées au milieu du chyme.

61. Digestibilité des aliments. — Le temps pendant lequel les aliments séjournent dans l'estomac varie avec la qualité et la quantité des aliments. Il en est un certain nombre qui ne font que passer et arrivent dans le duodénum non encore digérés; d'autres y font un long séjour et y sont presque complètement changés. Après un repas copieux, la poche stomacale est complètement vidée au bout de quatre à cinq heures.

M. W. Beaumont a fait de nombreuses expériences sur son Canadien, porteur d'une fistule gastrique, afin de déterminer le temps pendant lequel les aliments séjournent dans l'estomac. Il a trouvé que le riz, les œufs cuits, y restent pendant une heure; la Truite, le Brochet, une heure et demie; le lait, le tapioca, la salade, les choux, deux heures; les pommes de terre, le bœuf, bifteck, poulet, de deux heures et demie à deux heures trois quarts; le mouton rôti, huîtres, pain, trois heures; les haricots, canards, graisses, de quatre à cinq heures. Ces chiffres n'expriment pas nécessairement le degré de digestibilité des matières alimentaires, car il passe dans l'intestin des matériaux non digérés. Mais, comme les substances dissoutes passent plus vite que celles qui ne le sont pas, la durée du séjour des aliments dans l'estomac donne une idée approchée de la digestibilité des aliments.

Voici ce que l'observation vulgaire et l'expérience semblent confirmer : 1° les viandes des mammifères sont digérées moins vite que celles des oiseaux et plus vite que celle des poissons;

2° le lait crû est mieux digéré que le lait cuit et la crème mieux que le beurre et le fromage; 3° parmi les aliments végétaux, les plus digestibles sont : les féculents, les fruits cuits et les légumes secs.

DIGESTION INTESTINALE.

62. En quittant l'estomac, le chyme, c'est-à-dire le mélange de la salive, du suc gastrique et des aliments plus ou moins modifiés, s'engage par portions successives dans l'intestin pour y subir de nouvelles actions, celle du suc pancréatique, de la bile et du suc intestinal.

SUC PANCRÉATIQUE.

63. Le liquide pancréatique est sécrété par le pancréas, glande qui par sa texture est l'analogue des glandes salivaires. Ce liquide est versé dans le duodénum où il se mélange avec la bile. Cette sécrétion est intermittente et n'a lieu qu'au moment même où les aliments commencent à arriver dans l'estomac.

Le suc pancréatique s'obtient au moyen d'une fistule permanente du conduit excréteur principal. C'est un liquide incolore, visqueux, d'une saveur salée et d'une réaction alcaline; il renferme ordinairement 90 p. 100 d'eau et 10 p. 100 de matières solides qui sont formées de sels alcalins, de phosphates et d'une matière spéciale, la *pancréatine*, qui est le principe actif de ce liquide.

COMPOSITION DU SUC PANCRÉATIQUE DU CHIEN.

| | |
|-------------------|--------|
| Eau..... | 90,00 |
| Pancréatine | 9,00 |
| Sels..... | 1,00 |
| | 100,00 |

Action chimique du suc pancréatique. — L'action chimique du liquide pancréatique est triple :

1° Il émulsionne les graisses et les transforme partiellement en glycérine et en acide gras. Si, en effet, on introduit dans un tube contenant un corps gras, huile, beurre, quelques grammes de liquide pancréatique, on obtient aussitôt une émulsion

parfaite semblable à du lait. Après quelques minutes, le liquide qui était alcalin devient acide, par suite de la formation d'un acide gras.

2° Le suc pancréatique transforme l'amidon en sucre avec plus d'énergie et de rapidité que la salive : en effet, quand on détruit le pancréas et qu'on nourrit l'animal avec de la fécule, on trouve que cette matière n'a éprouvé aucun changement, tandis que si on laisse cette glande subsister, on constate par l'iode qu'il n'existe plus d'amidon dans le duodénum et qu'il s'est changé en sucre.

3° Les albuminoïdes sont transformés en peptones comme le fait le suc gastrique, et cette métamorphose est d'autant plus facile, que les aliments arrivent dans l'intestin dans un état plus avancé de dissociation.

BILE.

64. La bile, c'est-à-dire le liquide sécrété par le foie, est versé dans le duodénum par le canal cholédoque. C'est un liquide jaune foncé ou vert, visqueux, filant, d'une saveur amère et d'une odeur particulière. Elle possède une réaction faiblement alcaline; souvent elle est neutre et rarement acide. On se procure la bile, soit en vidant la vésicule biliaire immédiatement après la mort, soit en pratiquant une fistule après avoir lié le canal cholédoque. La quantité de bile sécrétée par l'homme dans la journée peut être évaluée à environ 1,800 grammes. Cette sécrétion se fait d'une manière continue; mais elle augmente ou diminue selon que la digestion est plus ou moins avancée. Ainsi, elle croît lentement après le repas et elle n'atteint son maximum que quatre à huit heures plus tard.

Indépendamment de l'eau et des sels qu'elle contient, comme la plupart des liquides de l'économie, la bile peut être considérée comme constituée par deux acides spéciaux caractéristiques qui sont l'*acide cholique* et l'*acide cholérique*. Ces deux acides y sont toujours unis à la soude formant ainsi le cholate et le choléate de soude : le premier, en se dédoublant, fournit une substance qu'on nomme la *taurine*; le second donne du glycocole; de là les noms d'acides tauro-cholique et glycocholique donnés à ces deux corps.

La bile contient aussi des matières colorantes, la bilirubine

et la biliverdine; la cholestérine, des graisses neutres et des sels minéraux (chlorures alcalins, carbonates et phosphates de soude, de chaux, de magnésie).

COMPOSITION CHIMIQUE DE LA BILE HUMAINE.

| | |
|--|--------|
| Eau | 85,00 |
| Matières colorantes..... | 2,00 |
| Acides biliaires, choléate de soude..... | 8,00 |
| Cholestérine et matières grasses..... | 4,00 |
| Sels.... .. | 1,00 |
| | 100,00 |

65. Action chimique de la bile. — La bile jouit de la propriété de dissoudre des petites quantités de matières grasses et des quantités plus considérables d'acides gras. Cette action est démontrée par la propriété inhérente à ce liquide d'enlever facilement des taches de graisses et par les effets physiologiques qu'entraîne son exclusion de l'intestin : en effet, lorsque, sur un animal, on lie le canal cholédoque de manière à empêcher la bile d'affluer dans l'intestin, celui-ci devient incapable d'absorber les graisses, et son chyle n'a plus cet aspect lactescent. La bile a donc un rôle actif dans l'absorption des corps gras : en modifiant la surface intestinale, elle facilite le passage des graisses liquéfiées à travers cette membrane, et l'on sait que les graisses imprégnées de bile ont un pouvoir osmotique très-grand.

Enfin, la bile n'a aucune action sur les amidons et les albuminoïdes ; au contraire, les matières dissoutes par le suc gastrique se précipitent au contact de la bile, et l'action gastrique s'arrête ; mais ces produits de la digestion stomacale se redissolvent en présence du suc pancréatique, et la digestion des albuminoïdes reprend une nouvelle activité.

SUC INTESTINAL.

66. Action chimique du suc intestinal. — L'action du suc intestinal n'est pas parfaitement connue, ce qui tient à la difficulté d'obtenir ce suc parfaitement pur. Le liquide sécrété par les glandes de Lieberkuhn qu'on a pu obtenir pur de tout autre mélange, est fluide, alcalin et un peu jaunâtre. Ce liquide n'a

d'action ni sur l'amidon, ni sur les graisses, ni sur les albuminoïdes, à l'exception de la fibrine dont il détermine la dissolution. Mais le mélange des diverses sécrétions qui se passent dans l'intestin grêle semble agir sur les albuminoïdes et sur les amidons.

67. Résumé des actions chimiques de la digestion. — Les principales transformations que subissent les aliments dans le canal digestif sont les suivants :

1° Les albuminoïdes sont transformés en peptones par le suc gastrique pendant leur séjour dans l'estomac, par le suc pancréatique et peut-être le suc intestinal dans l'intestin grêle ;

2° Les amidons sont changés en dextrine puis en glycose par la salive, le suc pancréatique et le suc intestinal ;

3° Les graisses sont émulsionnées par le suc pancréatique et aussi par la bile. Une partie est changée en acide gras et la bile, en mouillant la surface intestinale, aide à leur absorption.

DE LA DIGESTION CHEZ LES ANIMAUX INVERTÉBRÉS

68. Protozoaires. — Dans ces organismes qui, par la simplicité

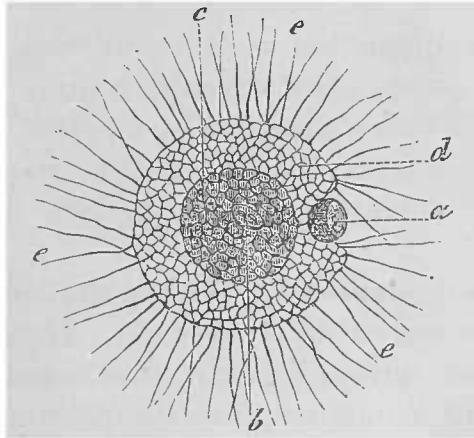


Fig. 58.

d, b, protozoaire ; *a*, masse alimentaire en voie de pénétrer dans le parenchyme du corps
e, pseudopodes.

de la structure, révèlent l'état le plus inférieur de l'animalité, il n'existe pas de cavité intérieure disposée pour recevoir les ali-

ments et les transformer. Toute la surface du corps semble apte à remplir cette fonction. Au contact de l'aliment, la substance sarcodique se creuse d'une cavité accidentelle qui enveloppe la masse alimentaire et l'absorbe en partie; puis la cavité disparaît au gré de l'animal. C'est ce que nous montre les *Amœbes*, les *Monères* et les *Rhizopodes*. Cependant, un certain nombre d'infusoires, quoique dépourvus de cavité digestive, présentent une ouverture par laquelle le bol alimentaire pénètre dans le parenchyme du corps, s'y enfonce en creusant des lacunes tem-

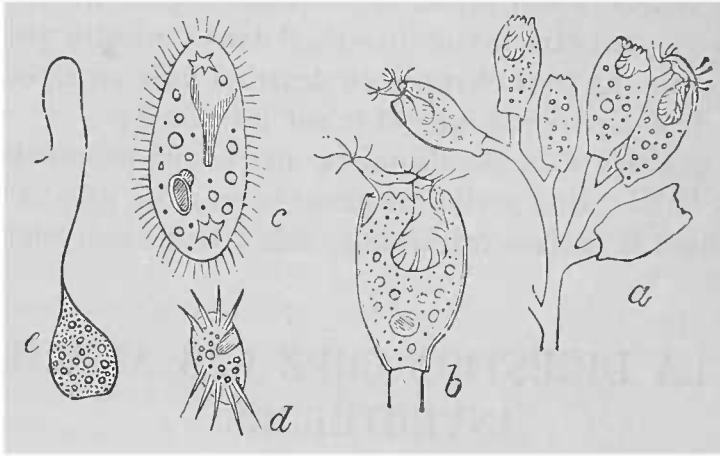


Fig. 59.

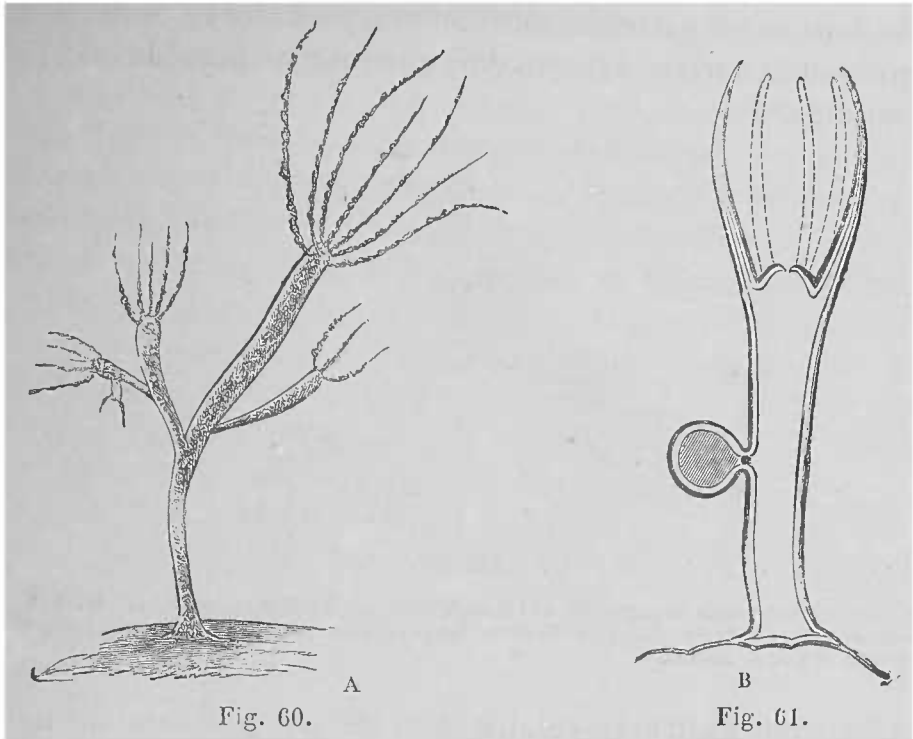
a, b, c, d, infusoires montrant la cavité interne ciliée dans laquelle pénètrent les aliments et des lacunes alimentaires plus petites.

poraires; parfois même, on y distingue une ouverture anale qui n'est visible que pendant l'expulsion du résidu. Nous signalerons encore les tubes aquifères et digestifs des *Porifères* ou *Spongiaires* qui consistent en une cavité intestinale d'où rayonne un système de canaux aquifères tapissés de cils vibratiles (fig. 59).

69. Zoophytes (Cœlentérés). — L'appareil digestif des Cœlentérés consiste en une cavité creusée dans l'épaisseur du corps, variable de forme suivant l'animal. Elle communique à l'extérieur par un orifice unique qui sert à recevoir la nourriture et à l'expulsion des matériaux non digérés.

Cette forme simple qui caractérise les organismes les plus inférieurs de ce groupe se complique souvent d'un système de canaux ramifiés, chargés de la répartition du fluide nutritif, de sorte que l'ensemble de cet appareil a pour fonction de préparer le liquide nutritif et de le distribuer dans toutes les parties

du corps, ce double rôle lui a valu le nom de système *gastro-vasculaire*.



A. L'hydre commune. — B. Coupe de l'hydre montrant la bouche environnée de tentacules et le canal alimentaire.

Le type de la forme simple de l'appareil digestif des Zoophytes

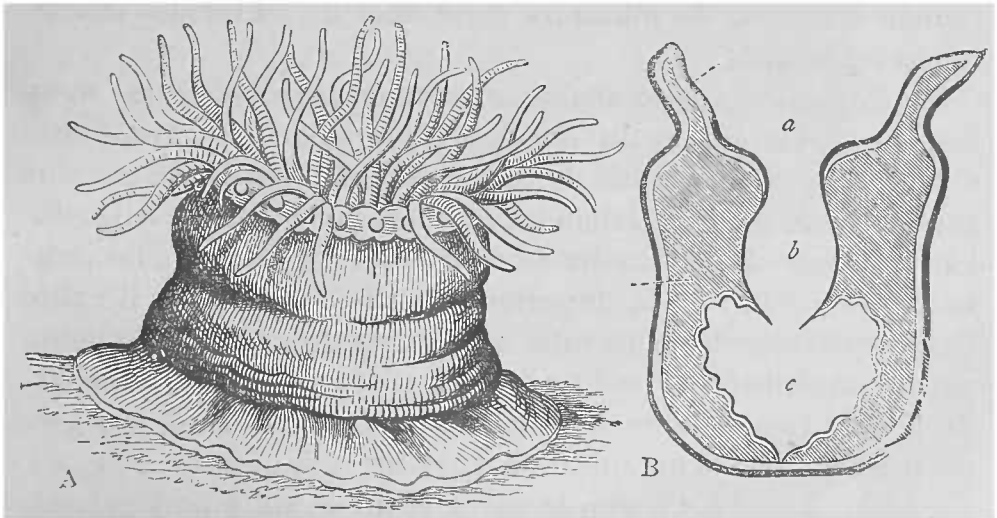


Fig. 62.

A. Anémone de mer (*actinie*). — B. Coupe verticale de l'animal montrant la bouche, *a*, l'estomac *b*, et la cavité viscérale *c*.

se trouve chez l'Hydre ou Polype à bras ; il consiste en un tube

longitudinal dont l'ouverture est entourée de grands tentacules qui servent à saisir la proie. La fonction digestive est si peu localisée dans ce sac gastrique que l'animal peut être retourné de manière que la surface externe devenue interne possède encore la propriété digestive.

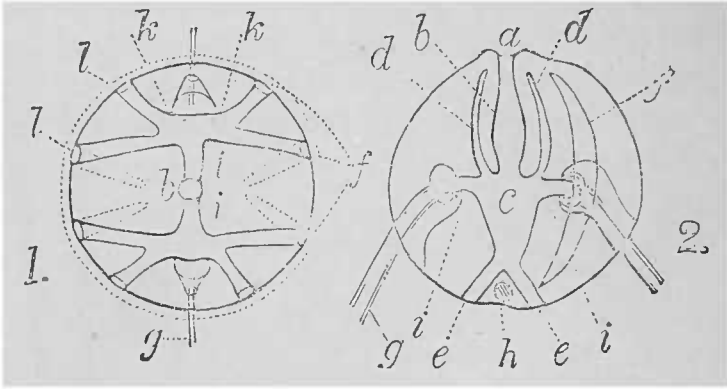


Fig. 63.

1. Coupe schématique transversale de *Pleurobrachia* (cœlentéré); *b*, cavité digestive; *i, k, l*, canaux ramifiés; *g*, tentacules. — 2. Section longitudinale; *a*, bouche; *b*, cavité digestive; *c*, entonnoir; *d, e*, canaux.

L'appareil gastro-vasculaire des *Méduses* présente de nombreuses variétés; il est placé dans la concavité du disque gélatineux, et se compose d'un estomac qui en occupe le centre, et de canaux ramifiés et rayonnants. La bouche est toujours environnée d'une ou de plusieurs couronnes de tentacules courts, larges ou frangés.

Des dispositions assez analogues se rencontrent chez les *Physalies*, les *Siphonophores* ou *Acalèphes* hydrostatiques avec cette différence que l'ensemble de l'appareil peut être divisé en deux parties: l'une plus spécialement disposée pour le travail digestif, l'autre composée de canaux ou de chambres affectées à la circulation du produit de la digestion. Chez les Zoophytes, il existe dans l'épaisseur des tentacules des canaux ramifiés qui s'ouvrent par une multitude de petits pertuis qui sont autant de bouches; de là leur vient le nom de *Rhizostome*. On retrouve à peu près ce même mode d'organisation chez les Coralliaires (*A'cyons*, *Gorgones*, *Actinies*, *Corail*), le sac digestif et six à huit grandes chambres qui sont en communication avec lui (fig. 63).

70. Mollusques. — La simplicité de forme des organes digestifs des Zoophytes disparaît pour faire place à des dispositions un peu plus compliquées. Chez les Mollusques les plus inférieurs, tels

que les *Bryozoaires* et les *Tuniciers*, le canal alimentaire se divise presque toujours en trois portions : un œsophage, un pharynx long et large, un estomac volumineux et un intestin, qui se recourbe en forme d'anse et se termine par un anus situé dans le voisinage de la bouche. Ce dernier orifice est porté par un disque qui se prolonge en un certain nombre de tentacules ciliés (fig. 64). La même conformation générale se retrouve chez les Mollusques proprement dits (*Lamellibranches*, *Gastéropodes*, *Céphalopodes*). La bouche est pourvue de tentacules, de lèvres plus ou moins épaisses, ou de mâchoires en forme de bec de perroquet (sèche) qui sont autant d'organes variés destinés à la

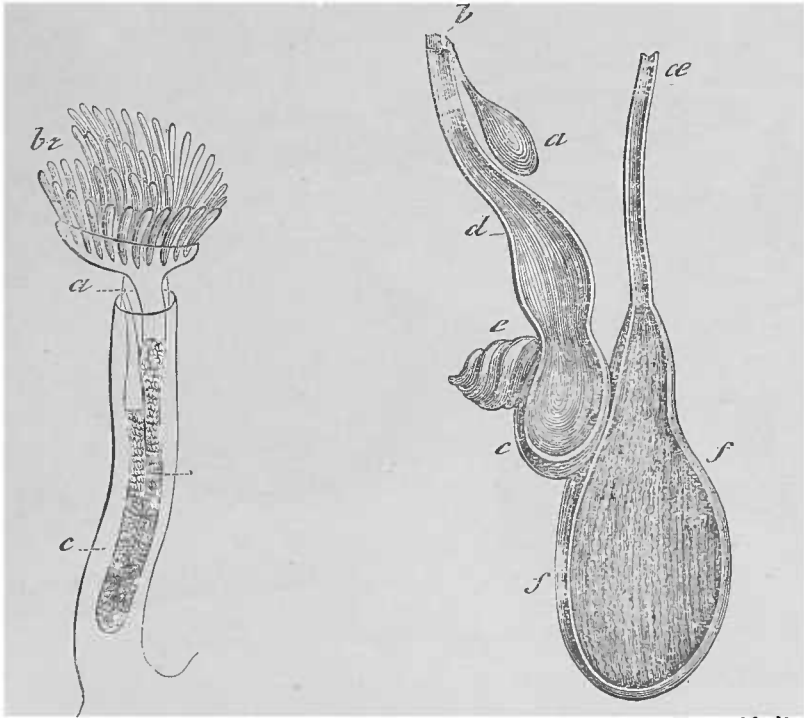


Fig. 64. — Appareil digestif d'un bryozoaire.

br, tentacules en forme de branchies entourant l'ouverture buccale; *b, c*, tube digestif; *a*, anus.

Fig. 65. — Appareil digestif d'un céphalopode (*Loligo Sagittata*).

æ, œsophage *f, f*, estomac ouvert; *c*, cœcum; *e*, portion spirale du cœcum; *d*, rectum; *a*, poche à encre; *b*, anus.

préhension et à la division des aliments, et que des muscles puissants mettent en mouvement. Les organes sécréteurs acquièrent un grand développement; tous ont des glandes salivaires et un foie volumineux.

Chez les *Lamellibranches* (*Huître*, *Moule*, *Arche*, etc.), la bouche en forme de fente transversale est située sous le manteau; elle porte une paire d'appendices en lobes qui servent sans

doute à diriger les aliments. Le tube digestif, contourné en anse, comprend un œsophage court, un estomac renflé et un intestin étroit et long.

Dans la classe des *Gastéropodes* (*Paludine*, *Neritine*, *Buccin*, *Colimaçon*, *Limace*, *Lymnée*, etc.), la bouche est plus ou moins protactile et, chez beaucoup de ces mollusques, elle est munie d'une sorte de trompe mobile d'une longueur considérable. En arrière de la bouche, est l'appareil masticateur qui offre les formes les plus variées; chez le Colimaçon, il est constitué par une mâchoire impaire médiane armée de denticules; chez

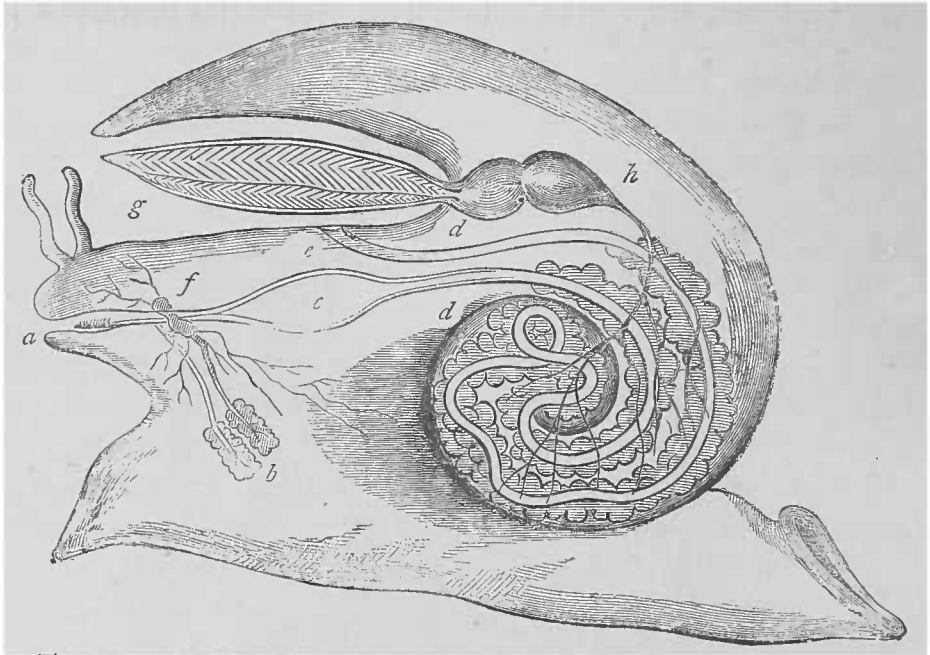


Fig. 66. — Schéma de l'appareil digestif d'un gastéropode, le Buccin.

a, bouche et appareil masticateur; b, glandes salivaires; c, estomac; d, intestin entouré par le foie; e, anus.

d'autres gastéropodes, on trouve une mâchoire médiane et deux latérales. Enfin, au fond de la cavité buccale, apparaît un tubercule corné portant des petites dents dirigées en arrière qui jouent le rôle d'une râpe (fig. 66).

L'œsophage qui fait suite à la cavité buccale est, en général, étroit; quelquefois il se dilate de façon à constituer un *jabot* qui précède l'estomac et le gésier quand il existe. Enfin l'intestin est le plus souvent caché, en grande partie, par le foie. Chez les *Céphalopodes* (*Poulpes*, *Sèche*, *Calmar*, *Nautile*), les organes préhenseurs des aliments sont les bras qui occupent la partie

antérieure de la tête. La bouche est entourée d'une lèvre circulaire musculaire, derrière laquelle apparaissent deux mandibules cornées en forme de bec de perroquet; une râpe linguale complète l'appareil masticateur. Le canal alimentaire consiste en un œsophage étroit et long qui sort du pharynx et se continue sans ligne de démarcation jusqu'à l'estomac (*Loligo*), ou bien est pourvu sur son trajet d'une expansion en forme de jabot (*Nautilé*). L'estomac est ovale ou arrondi. L'intestin commence par un cœcum qui porte un appendice allongé quelquefois enroulé en spirale (fig. 65).

71. Échinodermes. — Le canal digestif des Échinodermes a des parois distinctes et se trouve suspendu dans la chambre qui sert de réservoir au fluide nourricier; il est, en outre, muni de deux ouvertures, et sa séparation en parties distinctes n'est indiquée que par des différences de calibre.

Chez les *Holothuries*, la bouche est entourée d'un cercle de tentacules; l'œsophage vient aboutir à un canal alimentaire, sans distinction marquée d'estomac et d'intestin, qui s'étend à

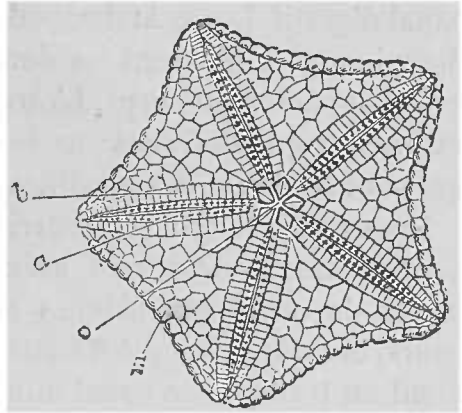


Fig. 67. — Diagramme de l'Étoile de mer.

o, bouche avec plaques buccales; *a*, appendices tuberculeux de l'intestin.

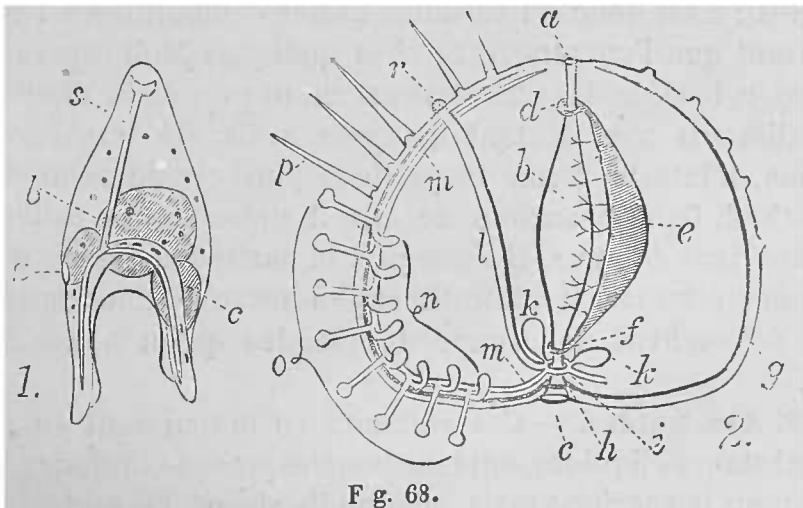


Fig. 68.

1. Larve d'Échinide montrant la bouche *a*, l'estomac *b*, l'intestin *c*.
 2. Schéma d'Échinide: *a*, anus; *b*, estomac; *c*, bouche; *mm*, canal rayonnant; *d* et *f*, anneaux vasculaires entourant le canal alimentaire; *e*, cœur (Huxley).

travers le corps en formant un double repli et se termine dans

une dilatation nommée le *cloaque*. Les *Asterides* ont un canal alimentaire très-court et quelquefois dépourvu d'anus. La bouche, située au centre de la base ventrale, conduit à un tube court qui se dilate en forme d'estomac, d'où rayonnent des appendices cœcaux parfois ramifiés. La plupart des *Echinides* ont une armure buccale complexe qui, dans l'Oursin régulier, s'appelle la *lanterne de Diogène*. Le tube intestinal décrit toujours plusieurs circonvolutions (fig. 67).

72. Crustacés. — Comme dans le groupe des Mollusques, le canal digestif de ces Arthropodes consiste en un tube ouvert aux deux bouts ; seulement les deux orifices sont situés aux extrémités opposées du corps. L'ouverture buccale porte des organes extérieurs qui diffèrent par le nombre, la forme, les usages, et qui sont toujours des modifications d'appendices articulés.

Les Crustacés qui se nourrissent de matières solides ont la bouche munie de lèvres avec de fortes mandibules et deux paires de mâchoires placées en arrière ; dans les Crustacés suceurs, ces dernières pièces buccales se modifient et se transforment en trompe. Le canal alimentaire comprend un œsophage très-court, un estomac arrondi et un intestin droit. C'est surtout chez les *Décapodes* (*Homards, Langoustes, Ecrevisses*) que ces dernières parties sont très-développées. L'estomac est tapissé d'une série de pièces cornéo-calcaires en forme de dents représentant un appareil destiné à la trituration des aliments ingérés : c'est donc un véritable gésier comparable à l'estomac triturant que l'on rencontre chez quelques Mollusques ; il est, en outre, le siège des phénomènes chimiques de la digestion, et les aliments n'en sortent qu'après avoir été transformés en chyme. L'intestin forme la partie la plus considérable du tube intestinal. Dans beaucoup de cas, il présente un calibre uniforme ; dans d'autres, il s'élargit à la partie antérieure et prend le nom d'estomac ou d'intestin chylique ; c'est dans cette partie que débouchent un groupe de glandes qu'on a assimilé au foie.

73. Arachnides. — Ces animaux, se nourrissant en général de substances liquides, ont leur bouche presque toujours conformationnée pour la succion ; mais, comme ils vivent d'Insectes, ils possèdent des organes de préhension assez développés, qui consistent en une paire de pinces appelées *chélicères*, et une paire de pattes mâchoires propres à saisir la nourriture (*Araignées, Scor-*

pions). Mais chez les Acariens, qui vivent en parasites, la bouche est armée d'un siphon ou suçoir avec des appendices styloïformes. Le tube alimentaire se rattache en général à celui des Crustacés. L'estomac, de forme ovale, est en relation avec des

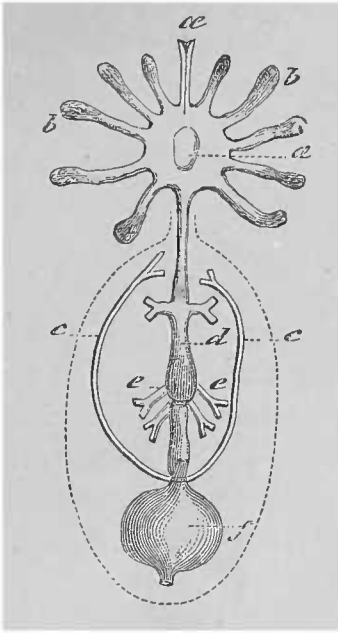


Fig. 69. — Appareil digestif d'une Araignée.

œ, œsophage; a, estomac avec ses prolongements tubuleux b, b'; d, intestin; e, e, appendices hépatiques s'ouvrant dans l'intestin; c, c, canaux urinaires; f, cloaque.

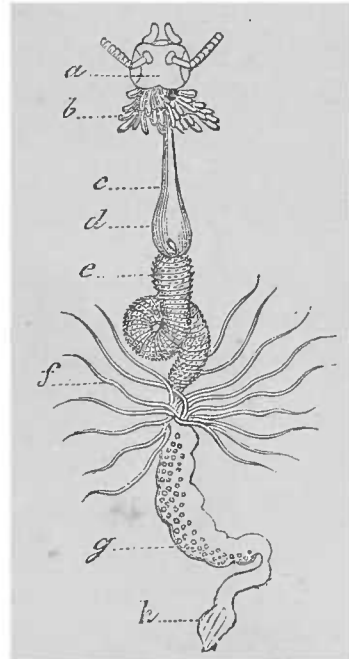


Fig. 70. — Appareil digestif de l'Abeille.

a, tête et cavité buccale; b, glandes salivaires; c, œsophage; d, jabot; e, estomac; f, tubes de Malpighi; g, intestin; h, rectum.

appendices tubuleux qui s'étendent à la base des pattes et des chélicères. Il existe des glandes salivaires, un foie volumineux et des canaux urinaires dits de Malpighi qui s'ouvrent dans l'intestin (fig. 69).

74. Insectes. — Les Insectes sont les uns masticateurs, les autres suceurs. Ce genre de vie exerce une influence considérable sur la conformation du canal alimentaire, comme nous l'avons souvent remarqué; ce qui fait que ce canal est plus simple chez les Insectes qui se nourrissent de liquide, plus compliqué chez ceux qui mangent des substances solides.

L'appareil buccal des Insectes masticateurs consiste en une paire de *mandibules* qui servent à diviser les aliments solides; derrière ces mandibules se trouvent des *mâchoires* plus ou moins compliquées avec des appendices variés nommés *palpes*. Chez

les Insectes suceurs, cet appareil se modifie et se transforme en trompe ou tube de succion garni intérieurement de stylets.

La disposition du canal alimentaire offre de nombreuses va-

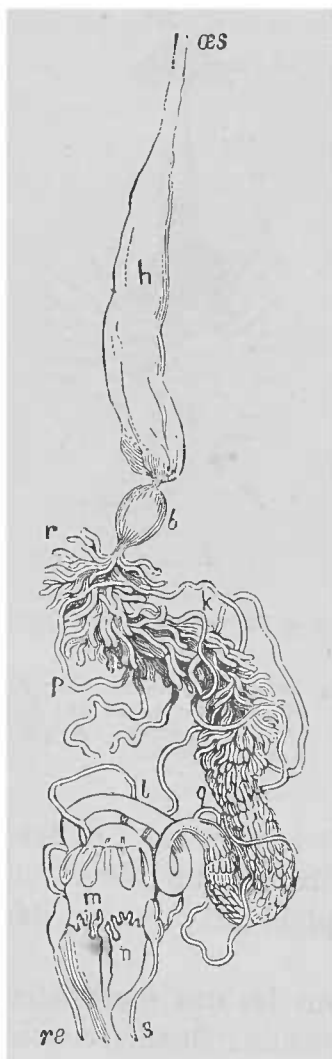


Fig. 71. — Canal digestif du Carabe doré, insecte carnivore.

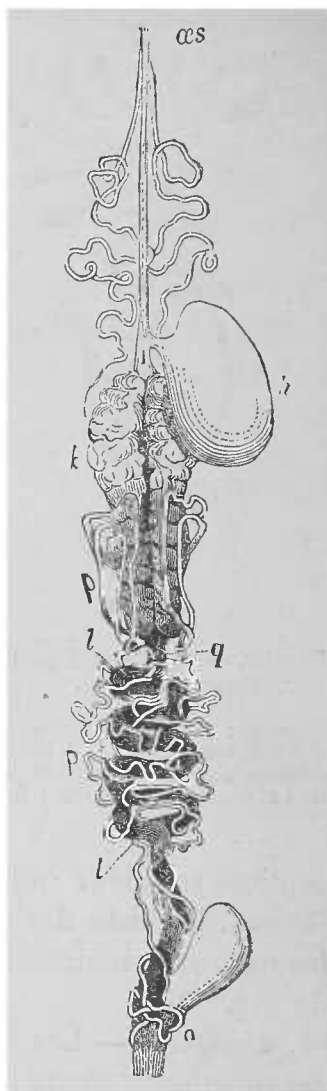


Fig. 72. — Canal digestif du Sphinx du trône, insecte suceur.

Dans ces deux figures : *œs*, œsophage ; *h*, jabot ou premier estomac ; *b*, gésier ou deuxième estomac (dans le Carabe seulement) ; *k*, estomac proprement dit ; *q*, insertion des canaux biliaires, près du pylore ; *p, q*, canaux biliaires repliés autour du canal digestif ; *l*, intestin ; *m*, cœcum ; *re*, rectum ; *s*, glande anale.

riations suivant la manière de vivre de ces articulés : si on considère le tube digestif d'un Coléoptère, ou d'un Orthoptère, on y distingue un œsophage qui se dilate pour former un premier

estomac, le *jabot*; un *gésier* muni de lames cornées, qui constitue un appareil de trituration; un estomac proprement dit ou *ventricule chylifique*, la partie la plus importante; un intestin grêle et un gros intestin. Toutefois, chez un grand nombre d'Insectes, le jabot et le gésier manquent.

Au canal intestinal sont annexées des glandes salivaires qui débouchent dans l'œsophage et les tubes de Malpighi, organes glandulaires qui s'ouvrent dans le rectum.

APPAREIL DIGESTIF CHEZ LES ANIMAUX VERTÉBRÉS.

73. Poissons. — Les Poissons ont presque tous une armure buccale composée de dents nombreuses qui présentent la plus grande diversité de forme et qui servent à saisir et à retenir

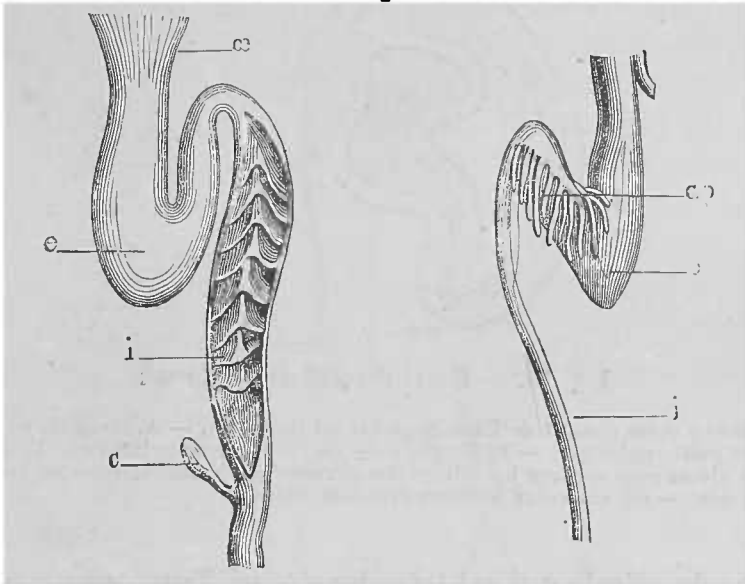


Fig. 73. — Canal digestif d'un Sélacien. Fig. 74. — Canal digestif du Saumon.

c, œsophage; *e*, estomac; *i*, intestin avec sa valvule spirale; *o*, appendice (fig. 73);
e, estomac; *cp*, appendices pyloriques; *i*, intestin (fig. 74).

les petits animaux dont ils se nourrissent; aussi, en dehors de celles qui sont implantées sur les mâchoires, on en trouve sur le vomer, les os palatins, l'os hyoïde et même sur les arcs branchiaux.

La première partie de l'intestin, qui représente le pharynx ou l'œsophage, se continue presque sans ligne de démarcation avec l'estomac. L'intestin grêle est presque droit, comme chez le Brochet, quelquefois sinueux, comme chez les Cyprins.

Chez les Sélaciens et les Ganoïdes, il porte à l'intérieur un repli

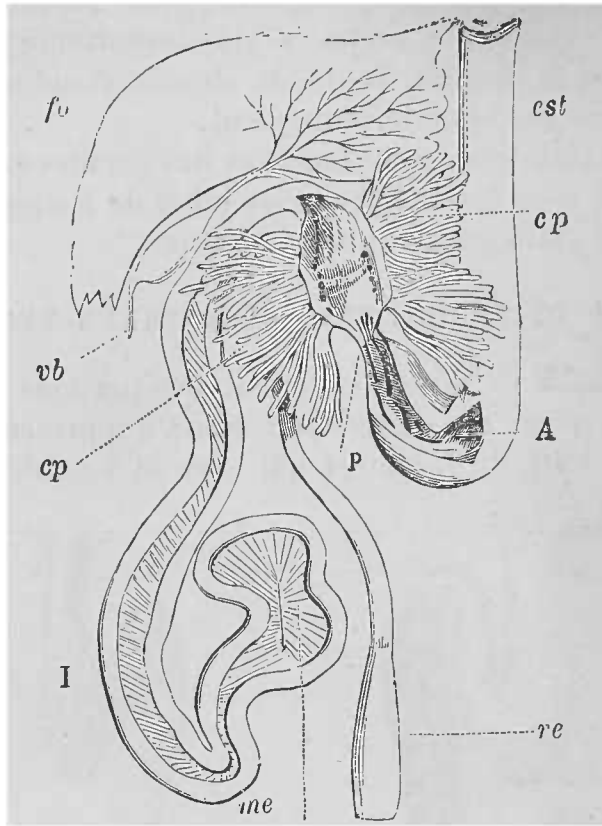


Fig. 75. — Canal digestif de la Morue.

est, estomac à peine distinct de l'œsophage qui est très court. — *A*, cavité de ce viscère ouvert dans sa partie pylorique. — *P*, le pylorc. — *cp, cp*, cœcums pyloriques; l'intestin *I* est ouvert à ce niveau pour montrer les orifices des cœcums. — *me*, mésentère. — *re*, rectum. — *fo*, portion du foie. — *vb*, vaisseaux biliaires avec leur vésicule.

en forme de spirale qui est très-développé. Tous ont un pancréas et un foie volumineux.

76. Reptiles. — La plupart des Reptiles sont carnivores et avalent leurs aliments sans les mâcher. Aussi, ils ont une bouche largement ouverte et très-dilatable, surtout les Serpents non venimeux, ce qui leur permet d'engloutir dans leur estomac une proie très-volumineuse. Les mâchoires sont ordinairement armées de dents nombreuses, uniformes d'aspect et dans lesquelles la forme conique prédomine, du moins dans les espèces vivantes : quelques-uns possèdent certaines dents dites à crochet qui sont en relation avec un appareil glandulaire spécial venimeux; mais chez les Tortues, les dents sont remplacées par des plaques cornées.

L'estomac des Reptiles, généralement simple et fusiforme, se distingue peu de l'œsophage, à l'exception des Tortues et des Crocodiles ; chez ces derniers, le cardia en se rapprochant du pylore donne à ce viscère la forme d'un sac arrondi muni d'un disque tendineux, ce qui rappelle le gésier des oiseaux. L'intestin est long et légèrement sinueux chez le Serpent ; mais, chez les Tortues et le Crocodile, il décrit plusieurs circonvolutions. Dans le voisinage des mâchoires se trouve une chaîne d'organes glandulaires qui sécrètent une humeur gluante. Tous ont un foie et un pancréas.

77 Oiseaux. — En l'absence de toute formation dentaire, l'armure buccale des Oiseaux est représentée par des productions cornées qui résultent des modifications de la couche épithéliale des bords des mâchoires et dont l'ensemble constitue le bec. Cet instrument de préhension varie dans sa forme et dans sa dureté suivant les usages auxquels il est destiné. Ainsi, il est allongé et effilé chez les espèces qui se nourrissent de vers ou d'insectes, aussi bien que chez celles qui cherchent leurs aliments dans la vase ou dans l'eau ; il est élargi et souvent muni de prolongements lamelleux comme chez les *Canards*, les *Oies* et les *Cygnés*, ce qui a valu à ces Palmipèdes le nom de *lamellirostres*. Les Oiseaux de proie ont le bec court, fort et terminé par une pointe recourbée, et, chez les Perroquets qui se nourrissent de fruits à coques dures, il acquiert une grande dureté et se fait remarquer par une forme crochue. La mastication des Oiseaux est presque nulle ; mais elle est suppléée par l'action puissante d'un estomac musculeux, le gésier.

Le tube digestif offre des formes particulières à cette classe (fig. 76). Il comprend trois estomacs distincts qui sont le *jabot*, le *ventricule succenturié* et le *gésier*. Le jabot est une dépendance de l'œsophage et remplit le rôle de réservoir alimentaire. Cette poche très-développée chez les Oiseaux granivores, chez les Oiseaux de proie diurnes, chez les Canards et les Perroquets, manque aux Oiseaux de proie nocturnes et à la plupart des Palmipèdes, des Échassiers et des Insectivores.

La seconde poche stomacale (*ventricule succenturié*) est peu développée ; mais elle a une grande importance au point de vue de la digestion, à cause de la présence d'un grand nombre de glandules pepsiques. Le gésier varie dans sa structure et

sa capacité : c'est ainsi que ses parois sont minces chez les oiseaux de proie aussi bien que chez quelques espèces aquatiques, tandis qu'elles sont très-épaisses et garnies d'une tunique musculuse puissante chez les Granivores : chez ces derniers

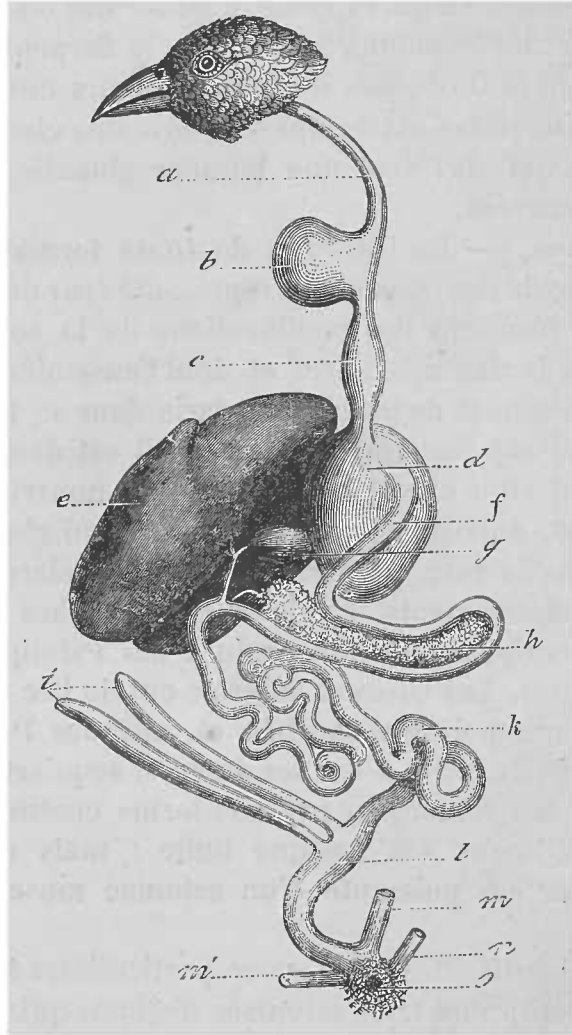


Fig. 76. — Appareil digestif de la Poule.

a, œsophage ; *b*, jabot ; *c*, ventricule succenturié ; *d*, gésier ; *f*, duodénum ; *g*, conduits hépatiques et vésicule biliaire ; *e*, foie ; *h*, pancréas ; *k*, intestin grêle ; *l*, gros intestin ; *i*, appendices cœcaux ; *m*, *m'*, urctères ; *n*, oviducte ; *o*, cloaque.

même, la face interne est revêtue d'une couche dure et cornée, souvent renforcée par deux gros faisceaux charnus qui font saillie et qui, en s'appliquant l'un contre l'autre, peuvent agir à la manière d'une meule.

La longueur de l'intestin est également fort différente suivant les conditions du régime. Le cœcum est double ; le rectum se

termine dans une cavité, le *cloaque*, dans laquelle aboutissent les orifices de l'oviducte et des uretères.

L'appareil salivaire est représenté par un amas de glandules qui sécrètent une humeur visqueuse et gluante. Le foie, muni ordinairement d'une vésicule biliaire, déverse la bile dans le duodénum, le plus souvent, par deux conduits excréteurs distincts. Il existe aussi un pancréas.

78. Mammifères. — L'appareil digestif des Mammifères présente dans son ensemble les mêmes dispositions géné-

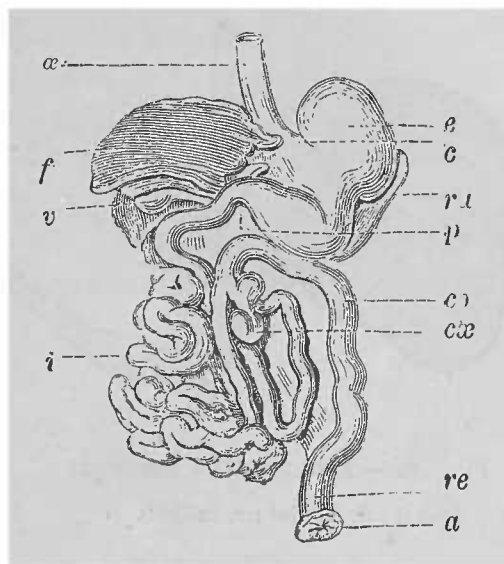


Fig. 77. — Canal digestif du Chien.

æ, œsophage ; *e*, estomac ; *ca*, cardia ; *p*, pylore ; *i*, intestins grêles ; *co*, gros intestin ou côlon ; *cæ*, cœcum ; *re*, rectum ; *a*, anus ; *f*, foie ; *v*, vésicule biliaire ; *ra*, rate.

rales que celui de l'homme. Les principales différences organiques qu'on y observe sont en rapport avec le régime de ces animaux.

Presque tous les mammifères ont des appareils dentaires et masticateurs de forme et d'usages très-variés suivant le mode d'alimentation, ainsi que nous l'avons déjà établi à propos de la dentition.

Le canal intestinal diffère dans sa longueur et sa capacité selon que les aliments qui doivent y séjourner sont d'origine animale ou végétale. Ainsi, chez les Carnassiers, qui se nourrissent de chair, substance très-azotée, la longueur du tube alimentaire ne dépasse pas quatre à cinq fois la longueur du

corps, tandis que chez les Herbivores, qui accumulent des masses considérables de nourriture dans leur estomac, elle est de dix à quatorze et même vingt-huit fois cette longueur (Bœuf, Mouton). L'estomac de la plupart des Mammifères est simple comme celui de l'homme. La forme seule varie beaucoup. Les Carnassiers, les Insectivores, quelques Rongeurs, l'Éléphant, le Rhinocéros, etc., ont un estomac simple. Chez quelques singes, comme les Semnopithèques, chez quelques Rongeurs, comme le Hamster et le Rat d'eau, chez un certain nombre de

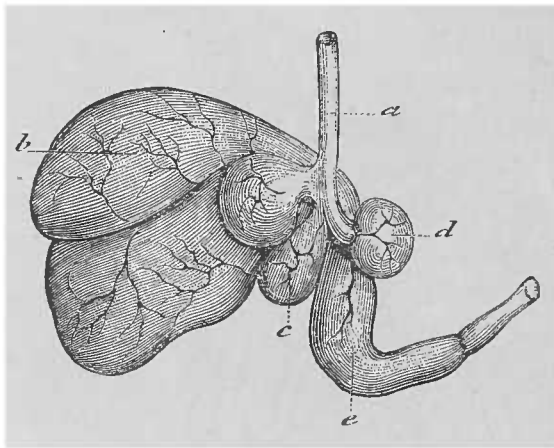


Fig. 78. — Estomac d'un ruminant.

a, œsophage ; *b*, panse ; *c*, bonnet ; *d*, feuillet ; *e*, caillette.

Pachydermes, tels que l'Hippopotame, le Pécari, les Sirénides et les Cétacés proprement dits, ce viscère se divise en un certain nombre de compartiments de valeur physiologique différente. Enfin chez les Ruminants, l'estomac est encore plus complexe. Il se compose de quatre poches distinctes qui sont la *panse* ou *herbier*, le *bonnet*, le *feuillet* et la *caillette*. La panse constitue un vaste réservoir tapissé d'un épithélium épais qui sert à recevoir des quantités considérables d'aliments ; tout près du cardia, elle est en communication avec le bonnet qui en est une dépendance et auquel succède le feuillet, remarquable par l'existence d'un grand nombre de replis longitudinaux qui figurent les feuillets d'un livre. A ce troisième estomac se rattache la caillette dont la muqueuse renferme des glandes pepsiques, ce qui la fait considérer comme le véritable estomac.

Les connexions qui existent entre ces quatre réservoirs déterminent, chez les animaux qui en sont pourvus, le phénomène spé-

cial de la rumination. Les aliments imparfaitement mâchés se rendent d'abord dans la panse et le bonnet, puis ils remontent dans la bouche où ils subissent une nouvelle mastication, redescendent de nouveau et arrivent directement dans le feuillet et de là dans la caillette. Les relations qui existent entre ces divers compartiments et l'œsophage expliquent facilement le phénomène de la rumination. En effet, l'œsophage s'ouvre dans la panse par une rigole longitudinale située à sa partie postérieure, et qui se continue sur la paroi antérieure du bonnet jusqu'au feuillet : lorsque les replis qui limitent cette gouttière s'écartent, les aliments tombent dans la panse et le bonnet. Cet écartement est déterminé par les matières solides et grossièrement triturées. Lorsque ces replis se rapprochent, les aliments suivent la gouttière œsophagienne et descendent dans le feuillet et la caillette, ce qui a lieu quand, ramenés de nouveau dans la cavité buccale, ils sont soumis à une mastication et à une insalivation complète qui les transforme en bouillie

ABSORPTION

ABSORPTION EN GÉNÉRAL.

79. On donne le nom d'absorption à l'introduction dans l'organisme de matières liquides et gazeuses et à leur passage dans le sang. L'existence de cette propriété, l'une des conditions fondamentales du mouvement vital, peut être rendue manifeste par les expériences suivantes :

Qu'on plonge, par exemple, une grenouille dans de l'eau, la tête étant maintenue hors du liquide, après quelques minutes d'immersion, on constate une augmentation du poids du corps due à l'entrée de l'eau dans les tissus à travers la peau. Une dissolution saline quelconque injectée dans la plèvre ou dans le péritoine d'un chien disparaît au bout d'un temps très-court. Enfin, c'est par un phénomène d'absorption que les animaux et les plantes reçoivent les matériaux de leur nutrition, les gaz qu'ils respirent ou les poisons qui les tuent. Ces expériences et d'autres tout aussi concluantes établissent ce fait général, que toutes les surfaces vivantes, la peau, la muqueuse digestive, la muqueuse pulmonaire, les membranes séreuses, les réservoirs

des glandes, les cavités articulaires, etc., sont, à divers degrés, le siège d'une absorption plus ou moins prompte, que l'on peut toujours constater en faisant agir sur elles des liquides tenant en dissolution des sels faciles à reconnaître chimiquement, soit dans le sang, soit dans l'urine.

Diverses conditions ont une influence marquée sur l'activité de l'absorption. Les principales sont :

1° *La nature de la substance.* — Les membranes animales étant les filtres les plus fins que l'on connaisse et le système vasculaire étant clos de toute part, on conçoit *à priori* qu'il n'y ait que des substances liquides et gazeuses qui puissent pénétrer par absorption véritable à travers les parois des vaisseaux. La condition indispensable de toute absorption est donc l'état liquide ou gazeux aussi bien pour les animaux que pour les plantes. Parmi les substances solubles, les unes comme les *crystalloïdes* (dissolutions salines, acides, sucres, etc.), pénètrent très rapidement dans le torrent de la circulation ; les autres, comme les *colloïdes* (solutions d'albumine, de gomme, de gélatine, etc.), passent lentement à travers les membranes organisées. La pénétration des matières grasses a lieu plus difficilement encore ; l'absorption de ces corps est facilitée par l'état de division, par la pression et surtout par la présence de liquides alcalins. C'est ainsi que la bile favorise l'absorption des corps gras, dans la digestion intestinale.

2° *La nature de la surface absorbante.* — Plus une membrane est mince et délicate, plus elle se laisse traverser facilement par les liquides. C'est ainsi que la peau de la Grenouille absorbe l'eau avec une grande énergie, tandis que la peau de l'homme, qui est épaisse et recouverte d'un épithélium stratifié, oppose une grande résistance à l'entrée des liquides.

3° *L'état de la circulation.* — La rapidité du cours du sang est une des conditions qui ont le plus d'influence sur la quantité de matière absorbée dans un temps donné. L'arrêt du mouvement de ce fluide, tout en ne s'opposant pas à l'imbibition, empêche au moins le transport des matériaux en voie d'absorption et les effets si prompts sur l'organisme de certaines substances toxiques. Une augmentation de pression du sang ou la réplétion du système vasculaire s'oppose en partie à l'absorption ; la déplétion des vaisseaux caractérisée par une diminution de pression accélère, au contraire, ce phénomène.

Ces notions générales étant établies, nous allons passer successivement en revue les principales espèces d'absorptions locales.

30. Absorption par la peau. — La peau de l'homme, malgré la couche épidermique qui la revêt, est facilement perméable aux gaz et aux substances volatiles ; mais elle s'oppose à l'entrée des liquides. Il n'en est pas de même des animaux qui, comme la Grenouille et la Limace, ont la peau nue ; dans ce cas, la surface externe livre un passage facile aux liquides qui la baignent.

L'absorption du gaz et des vapeurs est incontestable. Ainsi on peut empoisonner rapidement un Lapin, ou un Oiseau, en le plongeant dans un vase plein d'hydrogène sulfuré, tout en laissant la tête à l'air libre.

L'absorption des liquides n'est pas aussi simple à démontrer chez l'homme. Quelques physiologistes nient absolument que la peau puisse se laisser pénétrer par un liquide ; ils n'admettent ce mode d'absorption que dans le cas où on altère le tégument externe par des actions mécaniques, par le frottement, comme dans les frictions avec des pommades, par des actions chimiques, comme dans les applications de teintures alcooliques ; il n'en est pas de même lorsque la peau est privée de son épiderme ; l'absorption s'effectue alors avec une grande activité. La médecine met souvent à profit ce fait pour déterminer rapidement l'absorption de médicaments, de la morphine, par exemple. La puissance absorbante du derme explique le danger qu'il y a de toucher certaines substances toxiques lorsque la peau de la main est privée de sa couche épidermique.

En ce qui concerne l'absorption de l'eau, la question est encore controversée. Quelques expériences faites sur l'homme semblent démontrer que de l'eau pénètre dans l'organisme à la suite d'un séjour prolongé dans un bain. Dans tous les cas, on peut dire que, si la peau saine livre passage aux liquides, elle ne peut le faire qu'avec une très-grande lenteur à cause de son revêtement épithélial et à cause de la matière sébacée qui empêche le liquide de mouiller, circonstance qui s'oppose à l'imbibition, qui est la condition première de l'absorption.

31. Absorption par la muqueuse digestive. — C'est par la muqueuse du tube digestif que l'organisme reçoit les matériaux

propres à la réparation. Cette membrane étend son action non-seulement sur les produits provenant du travail chimique de la digestion, mais encore sur les matières étrangères, les poisons, etc. ; toutefois ce pouvoir absorbant n'est pas également réparti en tous les points de cette grande surface. Faible dans la cavité buccale, dans le pharynx et dans l'œsophage, elle devient très-marquée dans l'estomac ; mais elle acquiert toute sa puissance dans l'intestin grêle merveilleusement disposé pour accomplir cet acte à cause de ses valvules conniventes et de ses villosités intestinales, que les anciens considéraient comme des bouches absorbantes et que les modernes ont comparées aux racines des végétaux.

82. Absorption par la muqueuse pulmonaire. — C'est surtout par la membrane pulmonaire que les liquides, les vapeurs et les gaz pénètrent dans le sang avec la plus grande activité. L'étendue de cette surface, sa richesse vasculaire et la minceur des parois qui forment les capillaires en font l'instrument d'absorption par excellence. C'est, en effet, par la surface respiratoire que s'effectuent le passage de l'oxygène dans le sang et la sortie de l'acide carbonique. L'observation de chaque jour nous montre que cette surface est aussi la voie par laquelle les gaz délétères et les miasmes s'introduisent dans l'organisme et y déterminent avec promptitude des accidents graves et même la mort. L'inspiration de quelques gouttes d'acide cyanhydrique pur ou de quelques bulles d'hydrogène sulfuré tue un animal en quelques secondes. Le chimiste Gehlen succomba rapidement à la suite de l'inspiration de quelques bulles d'hydrogène arsénié. Chacun connaît l'heureuse application de l'inhalation des substances anesthésiques : si le chloroforme ou l'éther inspiré nous plonge dans le sommeil et abolit momentanément la sensibilité, c'est que la matière volatile rapidement absorbée par la muqueuse pulmonaire passe dans la circulation et paralyse certaines parties du système nerveux.

Enfin, les liquides eux-mêmes introduits dans les voies respiratoires disparaissent promptement. Ainsi des chiens, des lapins ont pu survivre à une injection dans la trachée d'une quantité d'eau dépassant 400 grammes.

MÉCANISME DE L'ABSORPTION.

83. Le premier acte de l'absorption est l'*imbibition*, c'est-à-dire la pénétration progressive d'un liquide dans la trame des tissus, pénétration qui peut se produire en dehors de la vie et qui, en définitive, n'est que le résultat d'une action capillaire analogue à celle qui détermine l'ascension des liquides dans un morceau de sucre ou une mèche de coton. Mais l'imbibition n'est que l'acte préparatoire de l'absorption : pour expliquer les échanges qui se passent entre les liquides qui baignent les tissus et ceux au milieu desquels ils sont placés, il faut l'intervention de deux actions nouvelles qui sont la *filtration* et l'*endosmose*, c'est-à-dire la diffusion à travers les membranes organisées.

84. Filtration. — Ce phénomène consiste dans le passage d'un liquide à travers une membrane qui peut être mouillée par lui. Les membranes organiques étant sillonnées dans tous les sens par des canaux étroits qui communiquent ensemble, forment un système de tubes très-fins dans lesquels s'engagent les liquides en vertu d'une action capillaire. La rapidité de la filtration est en rapport avec le degré de pression exercée par le liquide et avec la température : en général, les solutions des cristaalloïdes (solutions salines) filtrent sous la plus faible pression. Les colloïdes (solutions d'albumine, de gomme) passent difficilement et exigeant une pression plus forte.

85. Endosmose. — En 1826, Dutrochet découvrit toute une série de phénomènes qui offrent la plus grande analogie avec les actions capillaires et dont la connaissance est très-importante pour l'explication du mécanisme de l'absorption chez les animaux et chez les végétaux. Le fait fondamental de ces découvertes est le suivant :

Un tube vertical ouvert est fixé à la tubulure d'une cloche dont le fond est fermé par une peau de vessie ou par toute autre membrane organique ; on remplit la cloche d'une dissolution étendue de sucre, de gomme ou d'une autre substance jusqu'à la naissance du tube, et on la plonge dans un vase contenant de l'eau distillée de manière que le niveau soit le même à l'intérieur et à l'extérieur ; cet appareil porte le nom d'*endosmomètre* ou *osmomètre*. Bientôt, on voit le niveau s'élever dans le tube par suite de l'introduction de l'eau à travers la membrane, tandis

que le liquide extérieur se charge d'une quantité plus ou moins grande de la dissolution intérieure ; en d'autres termes, il s'établit à travers la cloison poreuse deux courants d'inégale intensité et de sens contraire. La hauteur à laquelle s'élève le liquide dans le tube sert à mesurer l'effet osmotique. En général, ces effets varient avec les substances tenues en dissolution, avec

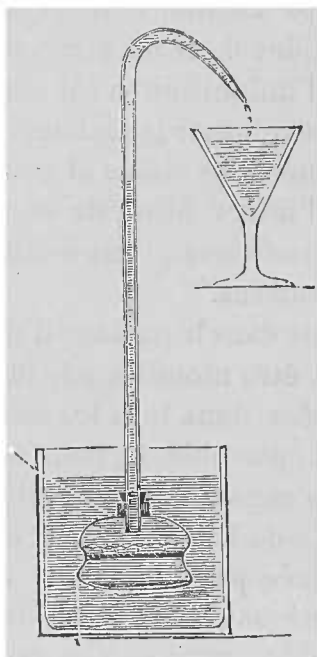


Fig. 79.— Osmomètre.

leur degré de concentration et la nature de la cloison organique (fig. 79).

Les actions osmotiques permettent d'expliquer en grande partie ce qui se passe dans l'absorption. En effet, les conditions spéciales qui favorisent les phénomènes osmotiques se retrouvent dans l'organisme vivant, savoir : d'une part, des membranes qui sont perméables aux liquides qui les baignent ; d'autre part, des dissolutions acides, salines et albumineuses, qui possèdent une grande puissance osmotique. On doit donc considérer l'imbibition, la filtration et l'osmose comme étant, parmi les forces physiques, celles qui jouent le plus grand rôle dans l'absorption physiologique. Ces forces nous donnent l'explication de l'entrée et de la sortie des matériaux d'une cavité dans une autre, d'un tissu dans un tissu voisin, d'une cellule dans une cellule, en d'autres termes de l'échange incessant et nécessaire qui a lieu entre l'être vivant et le monde extérieur, échange que nous avons déjà signalé comme constituant l'essence même de la vie.

VOIES DE L'ABSORTION.

36. Chez les Animaux vertébrés, l'absorption peut s'exercer par deux voies distinctes, les veines et un système particulier de vaisseaux appelés *vaisseaux lymphatiques*. Pour démontrer l'absorption par les veines, nous citerons les deux expériences suivantes que l'on doit à Magendie :

1° On met à nu et on isole une anse intestinale d'un Chien, de manière qu'elle ne communique avec le reste du corps que par une veine et une artère : en injectant quelques gouttes d'une

dissolution de noix vomique dans cette cavité, l'animal, après quelques minutes, donne des signes manifestes d'empoisonnement.

2° On détache le membre inférieur d'un chien de manière qu'il ne communique avec le tronc que par une veine et une artère ; quelques gouttes d'un poison violent introduites dans la patte ainsi isolée déterminent rapidement des accidents mortels.

3° On peut, par des expériences semblables, démontrer l'absorption par les vaisseaux lymphatiques, non-seulement pour le tube digestif, mais pour la plupart des organes, et considérer ces vaisseaux comme formant un grand système jouissant du pouvoir absorbant au même titre que les veines ; seulement, il est très-difficile de déterminer le rôle particulier que l'on doit attribuer à chacun de ces deux ordres de vaisseaux.

SYSTÈME LYMPHATIQUE.

37. Vaisseaux lymphatiques. — On donne le nom de vaisseaux lymphatiques à des vaisseaux transparents qui charrient la lymphe et le chyle. Leur disposition générale et leur structure présentent avec les veines la plus grande analogie. Comme les veines, ils ont une direction convergente ou centripète et se distribuent de la même manière, en formant un plan superficiel et un plan profond ; comme elles, ils sont constitués par une tunique externe formée de tissu conjonctif, une tunique moyenne composée de fibres musculaires lisses et de fibres élastiques, et une tunique interne qui se réduit à une mince couche épithéliale. Intérieurement, leurs parois contiennent un grand nombre de valvules formées par les replis de la tunique interne dont le rôle est de donner aux liquides en mouvement une direction constante.

Les vaisseaux lymphatiques ont pour origine la trame même des tissus et pour point de départ un réseau capillaire d'une finesse extrême. Dans leur trajet, ils traversent de petites masses nommées *glanglions lymphatiques* où ils semblent se perdre pour se reconstituer ensuite et se rendre définitivement dans deux troncs, savoir : le *canal thoracique* et la *grande veine lymphatique*.

Le canal thoracique est l'aboutissant des lymphatiques de toutes les parties du corps, à l'exception de ceux du membre supérieur droit, du cou et de la portion droite de la tête qui se

jettent dans la veine lymphatique. Ce canal commence au niveau de la deuxième ou troisième vertèbre lombaire par la réunion

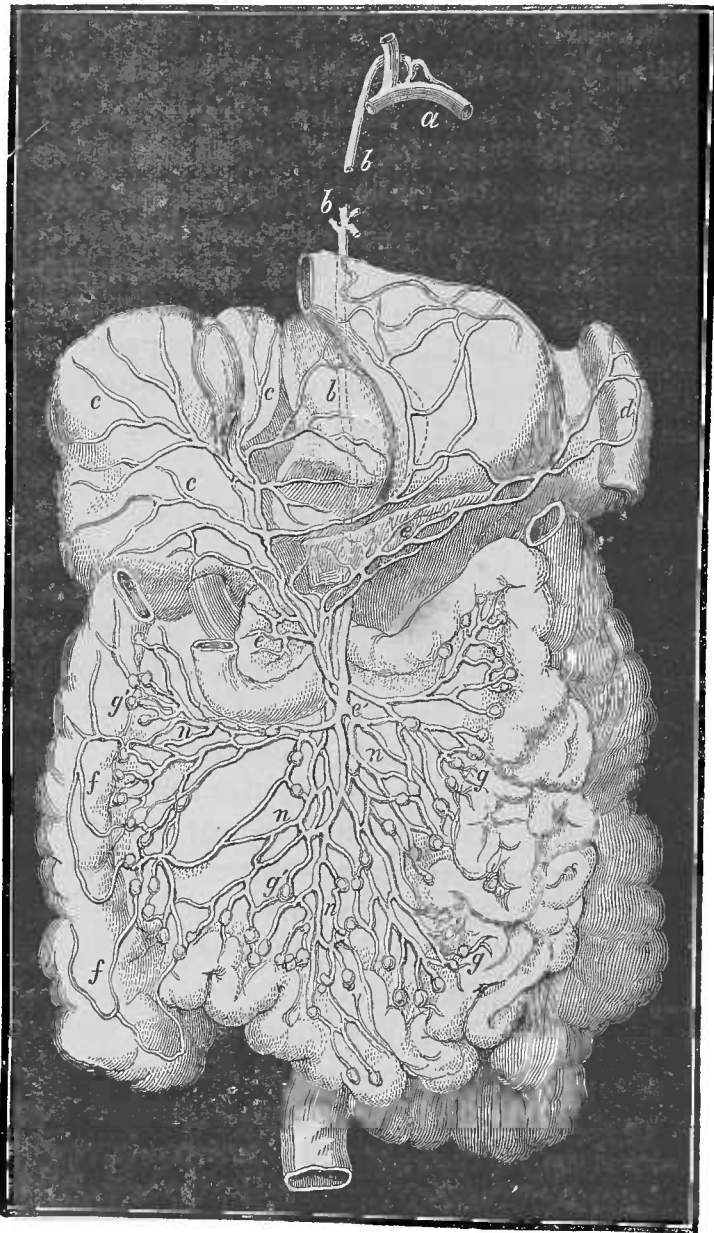


Fig. 80. — Ensemble du système lymphatique.

b, b, canal thoracique; *a*, veine sous-clavière; *c, c*, vaisseaux lymphatiques du foie; *d*, idem de la rate; *e, e*, idem du pancréas; *f, f*, idem du gros intestin; *n, n*, idem de l'intestin grêle (vaisseaux chylifères) avec leurs ganglions *g, g*.

de rameaux qui convergent tous vers une dilatation ou ampoule nommée *citerne thoracique* ou de *Pecquet*; de là, il monte verti-

calement le long de la colonne vertébrale; puis, parvenu au niveau de la clavicule, il se recourbe en crosse et va se jeter dans la veine sous-clavière gauche. La grande veine lymphatique qui naît aussi de la citerne se jette dans la veine sous-clavière droite.

88. Vaisseaux chylifères. — On donne ce nom aux vaisseaux

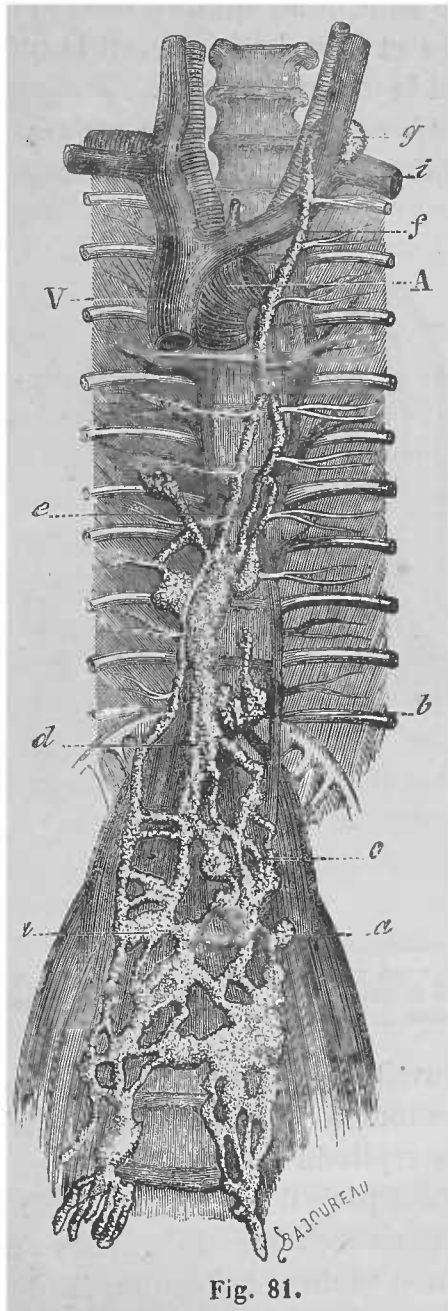


Fig. 81.

Vaisseaux chylifères débouchant dans le canal thoracique et celui-ci dans la veine sous-clavière gauche; *a, a*, chylifères et ganglions lymphatiques; *d*, citerne thoracique; *b, f, g*, canal thoracique aboutissant en *g* à la veine sous-clavière *i*; *e*, origine de la grande veine lymphatique. — *A*, crosse de l'aorte; *V*, veine cave supérieure.

lymphatiques qui naissent du centre des villosités intestinales. Ces vaisseaux, après avoir traversé de nombreux ganglions disséminés dans le mésentère, se réunissent en un tronc volumineux qui aboutit ainsi au canal thoracique : leur rôle est d'amener le chyle dans le sang (fig. 81).

Les chylifères ne sont donc qu'une section du système lymphatique, Chylifères et lymphatiques ont la même structure et probablement aussi la même origine.

89. Découverte des vaisseaux lymphatiques. — La découverte des vaisseaux lymphatiques comprend trois périodes : en 1622

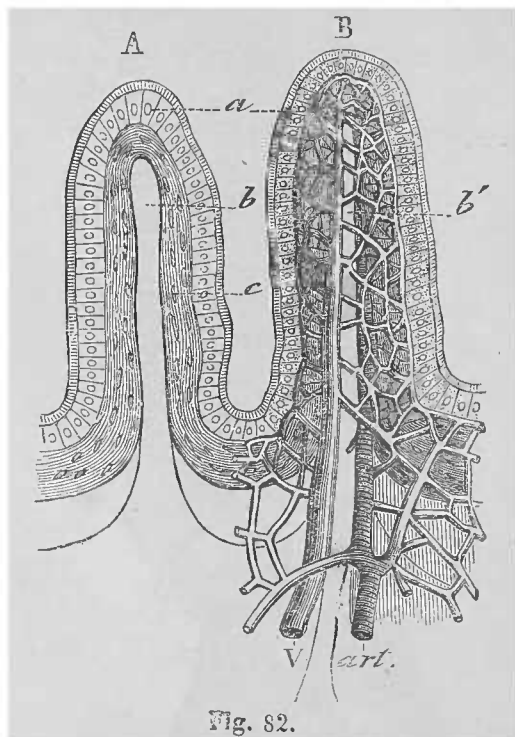


Fig. 82.

A, villosité intestinale avec son vaisseau chylifère central *b*. — B, villosité montrant le réseau vasculaire qui entoure le chylifère *b'*. — *c*, épithélium ; *a*, membrane muqueuse ; *v*, veine de la villosité ; *art.*, artère de la villosité.

Gaspard Aselli découvrit les vaisseaux chylifères sur un chien sacrifié par hasard au moment du travail digestif. L'anatomiste italien aperçut dans les replis du mésentère de gros canaux remplis d'un liquide laiteux auxquels il donna le nom de *vaisseaux lactés*. En répétant ses expériences sur de grands mammifères en pleine digestion, veaux, vaches et chevaux, il obtint toujours les mêmes résultats ; il reconnut en outre que, sur les animaux à jeun, ces vaisseaux n'étaient plus visibles : c'est ainsi qu'il démontra que les vaisseaux lactés sont les véritables conducteurs

du chyle qui y est contenu. Mais, guidé par une opinion préconçue, Aselli commit une grave erreur en admettant que les chylières de l'intestin se rendent directement au foie. En 1647, *Jean Pecquet* découvrit le canal thoracique, et démontra, contrairement à l'opinion d'Aselli, que les vaisseaux chylières ne se rendent pas au foie.

Trois ans plus tard, Bartholin et Olaüs Rudbeck signalèrent dans toutes les parties du corps l'existence de vaisseaux blancs identiques aux chylières auxquels ils donnèrent le nom de vaisseaux lymphatiques.

90. Vaisseaux lymphatiques des vertébrés. — Les véritables vaisseaux lymphatiques n'existent que chez les animaux vertébrés.

Chez les *Poissons*, à part l'*Amphioxus*, on rencontre ces vaisseaux dans la plupart des organes, où ils forment des réseaux qui se réunissent le plus souvent en deux troncs et se terminent dans des veines correspondantes aux sous-clavières. Mais on n'a pu constater la présence de ganglions.

Dans les *Reptiles*, les canaux lymphatiques sont volumineux et présentent souvent de larges dilatations et des ganglions lymphatiques. On y trouve des réservoirs musculaires contractiles qui poussent la lymphe dans les principaux troncs veineux : on donne à ces sacs pulsatiles le nom de *cœurs lymphatiques*. Chez les *Batraciens*, il en existe quatre dont deux antérieurs et deux postérieurs. Les reptiles n'en ont qu'une paire.

Les vaisseaux lymphatiques des *Oiseaux* sont petits et pourvus de valvules. Il existe quelques ganglions dans le voisinage du cou.

Enfin, chez les *Mammifères*, il n'y a aucune différence notable, quant à la disposition et à la structure, avec le système lymphatique de l'homme.

ABSORPTION INTESTINALE.

91. L'absorption dans le tube digestif a lieu par le réseau capillaire de l'intestin y compris les capillaires de l'estomac, et par les vaisseaux chylières qui naissent des villosités intestinales. Ces villosités se présentent sous la forme de petits appendices très-fins qui, chez les Mammifères, donnent aux parties de la muqueuse digestive, sur lesquelles on les observe, un aspect velouté.

On les trouve surtout dans l'intestin grêle ; et elles sont d'autant plus nombreuses, qu'on les observe en des points plus élevés. Le centre de chaque villosité est occupé par un chylifère entouré lui-même d'un réseau capillaire artériel et veineux (fig. 82).

1° Absorption par les capillaires veineux. — Les produits de la digestion qui s'engagent plus spécialement dans les veines sont en général ceux qui sont très-solubles. Ainsi, l'absorption par cette voie, porte spécialement sur le sucre, les boissons, les solutions salines. Les peptones paraissent aussi être absorbées par les capillaires veineux. Quant aux graisses, elles ne passent pas dans le sang directement.

2° Absorption par les chylifères. — Les matières grasses neutres pénètrent dans le sang par la voie détournée des chylifères.

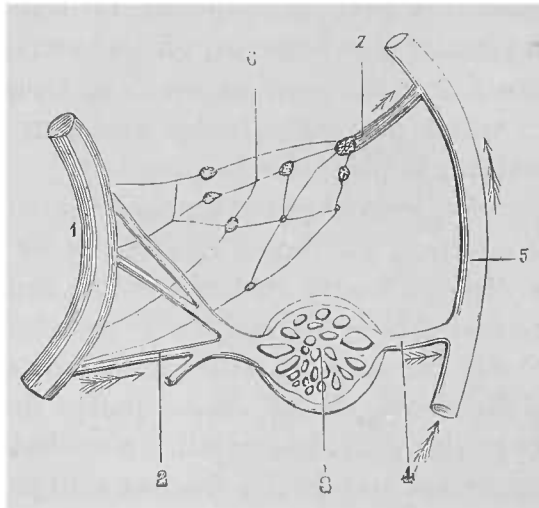


Fig. 83. — Schéma montrant les voies de l'absorption digestive.

1, intestin ; 2, vaisseaux d'origine de la veine porte ; 3, foie ; 4, veine sus-hépatique ; 5, veine cave inférieure ; 6, chylifères ; 7 canal thoracique ; 8, veine cave supérieure.

Cette absorption est démontrée par l'aspect des vaisseaux lactés et par une augmentation de graisse dans le chyle pendant le travail digestif. Une grande partie des peptones s'engage dans les chylifères et se mélange aux graisses. L'absorption de l'eau, du sucre et des sels a lieu aussi par la même voie, mais d'une manière plus restreinte.

En résumé, nous voyons que les produits liquides de la digestion se partagent en deux parties : l'une s'engage dans les chylifères et se rend au sang par le canal thoracique ; l'autre passe dans les veines intestinales qui concourent à la formation de la

veine porte et traversent le foie pour se rendre dans la veine cave inférieure (fig. 83).

3° Absorption par les vaisseaux lymphatiques. — De même que les chylifères, de concert avec les veines, absorbent les produits de la digestion; de même les lymphatiques absorbent à la surface comme dans la profondeur des tissus les matériaux exhalés par les capillaires sanguins et qui sont déposés dans leurs interstices. La différence entre ces deux modes d'absorption, c'est que l'action des chylifères s'exerce sur des produits toujours nouveaux, tandis que celle des lymphatiques ramène dans la circulation des matériaux apportés par le sang dans les organes et qui n'ont pu être utilisés; mais en dehors du travail digestif, chylifères et lymphatiques ont les mêmes fonctions. Un autre usage des lymphatiques est de conduire dans le sang les *déchets* des tissus, autrement dit les produits de la décomposition de ces tissus. Le rôle des vaisseaux lymphatiques est donc l'analogie des veines.

LYMPHE ET CHYLE.

92. Lymphé. — La lymphé, contenu des vaisseaux lymphatiques, est un liquide incolore ou légèrement coloré en jaune, un peu opalin et d'une réaction alcaline. L'examen microscopique montre qu'elle tient en suspension dans un liquide incolore des gouttelettes de graisse et particulièrement des globules spéciaux identiques aux globules blancs du sang et qu'on nomme *globules lymphatiques*; on y trouve aussi quelques globules rouges, surtout dans la lymphé de la rate. Abandonnée à elle-même dans un vase, elle se coagule rapidement comme le sang, en donnant lieu à un *caillot* incolore et à un liquide ou *sérum*. Le caillot se compose de fibrine insoluble, qui tient dans ses mailles tous les globules blancs.

On se procure la lymphé de diverses manières, en piquant la grande veine lymphatique droite, et mieux le canal thoracique sur un animal à jeun; sur le cheval ou le bœuf, on peut la recueillir à l'aide de petits tubes introduits dans les vaisseaux lymphatiques du cou; et on a eu l'occasion de recueillir quelquefois ce liquide sur l'homme à la suite d'ouvertures accidentelles des veines lymphatiques.

Les composés chimiques contenus dans la lymphé sont à

peu près les mêmes que ceux du sang, moins ceux qui entrent dans les globules : ce sont des albuminoïdes, des graisses, des matières extractives et des sels minéraux.

93. Chyle. — Le chyle est le liquide qui circule dans les lymphatiques de l'intestin pendant la période digestive. C'est un liquide blanc presque laiteux pendant la digestion, surtout après l'ingestion de graisses. Chez l'animal à jeun, il est opalin, souvent blanc jaunâtre ou rosé ; sa réaction est alcaline. Comme le sang, le chyle se coagule quelques minutes après son extraction et donne un caillot qui présente la consistance de la gelée et qui, au contact de l'air, prend une couleur d'un rouge vif.

On se procure le chyle en l'extrayant du canal thoracique pendant la digestion. Le chyle que l'on retire des radicules chylofères ne contient pas encore des globules lymphatiques, mais seulement quelques granulations moléculaires et des gouttelettes de graisse ; ce n'est que lorsqu'il a traversé les ganglions mésentériques qu'apparaissent les globules lymphatiques.

Sa composition varie avec le genre d'alimentation, on y trouve de l'eau, des albuminoïdes (albumine et fibrine), des graisses, du sucre et des sels.

94. Circulation de la lymphe et du chyle. — La circulation de ces deux liquides présente une grande analogie avec la circulation veineuse. La lymphe est animée d'un mouvement qui la transporte de toutes les parties du corps vers le canal thoracique. Ce mouvement est surtout déterminé par la pression du sang. A cette cause principale, s'ajoutent d'autres causes accessoires qui activent cette circulation : ce sont les mouvements respiratoires, les contractions musculaires et aussi la contractilité des vaisseaux lymphatiques. De même le chyle est soumis à un mouvement qui le fait progresser des radicules chylofères au canal thoracique, lequel le déverse dans le système veineux. La contraction des villosités intestinales, en chassant le contenu du chylofère central, doit déterminer la pénétration du chyle dans les chylofères, et la présence des valvules l'empêche de refluer en arrière quand la contraction cesse. La vitesse du courant lymphatique est d'environ 4 millimètres par seconde.

CIRCULATION

LE SANG.

95. Le sang est le liquide qui contient tous les éléments de la nutrition ; il reçoit, en effet, les produits modifiés de la digestion et transporte à toutes les parties du corps les matériaux nécessaires à leur entretien ; en même temps, il entraîne les matériaux décomposés de ces parties vers des organes spéciaux chargés de les éliminer. Le sang a donc un rôle double : il est à la fois réparateur et épurateur, ce qui l'a fait considérer de tout temps comme le premier des liquides de l'économie.

CONSTITUTION PHYSIQUE DU SANG.

96. Lorsque, sur un animal vertébré, on ouvre une artère ou une veine, il s'écoule du sang, c'est-à-dire un liquide dont la couleur varie du rouge-cerise clair au rouge brun, d'une odeur particulière suivant l'espèce animale, d'une saveur légèrement salée et d'une réaction alcaline. Sa densité est de 1,045 à 1,075.

L'examen microscopique du sang fait voir que ce liquide n'est pas homogène, mais qu'il est formé d'une portion fluide, le *plasma* (liqueur du sang), et d'une portion solide composée d'un grand nombre de corpuscules qui nagent dans le plasma et sont entraînés avec lui dans le mouvement circulatoire. Ces corpuscules sont de deux sortes : les uns rouges et les autres blancs. On donne aux premiers le nom de *globules sanguins* ou *globules rouges* et aux seconds le nom de *globules lymphatiques* ou *globules blancs*. C'est Malpighi qui, le premier, en 1662, signala dans le sang du Hérisson l'existence de ces petits corps ; en 1673, Leeuwenhoek constata leur présence dans le sang de l'homme et des autres vertébrés.

97. Globules rouges. — Si l'on dépose une goutte de sang sur une lame de verre et si, sur cette goutte, on applique une seconde lame mince, le liquide s'étale entre ces deux lames et, au moyen du microscope, on aperçoit une infinité de petits corps solides, variables de forme et de grandeur, les uns rouges, les autres blancs.

Les globules rouges, chez l'homme, ont la forme de disques

aplatis plus épais aux bords qu'au centre et dont le diamètre moyen est de $0^{\text{mm}},006$ à $0^{\text{mm}},007$. Leur teinte est jaunâtre, mais vus en masse, ils ont une coloration rouge. Leur nombre est considérable : il y en a environ 5 millions dans un millimètre cube ; leur totalité représente une surface d'environ 3,000 mètres carrés. Chez les Mammifères, les globules présentent la même forme que ceux de l'homme, à l'exception des Caméliens chez lesquels ils ont la forme ovalaire ; leur diamètre est de $\frac{1}{130}$ à $\frac{1}{160}$ de millimètre. Les plus petits sont ceux de la Chèvre ; ils ont, en moyenne, $\frac{1}{250}$ à $\frac{1}{300}$ de millimètre.

Les Vertébrés ovipares (Oiseaux, Reptiles, Batraciens et Pois-

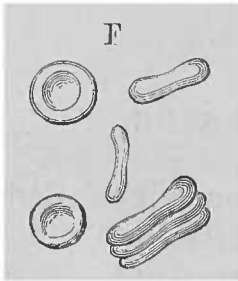


Fig. 84. — Globules du sang de l'Homme.

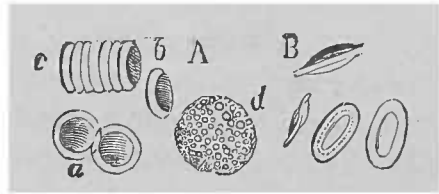


Fig. 85. — Globules du sang des Mammifères et des Oiseaux.

A, globules de l'homme grossis 600 fois. — a, globules vus de face ; b, vus de profil ; c, globules empilés. — B, globules d'un oiseau ; d, globule blanc.

sons) ont des globules à forme elliptique avec un noyau très-visible. Ils sont un peu plus grands chez les Oiseaux que chez les Mammifères ; ils augmentent même chez les Reptiles et les Poissons ; mais c'est chez les Batraciens qu'ils atteignent des dimensions assez notables. Ainsi, dans la classe des Oiseaux, le grand diamètre du globule varie de $\frac{1}{80}$ à $\frac{1}{70}$; il est d'environ $\frac{1}{60}$ à $\frac{1}{40}$ chez les Reptiles et de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{18}$ chez les Batraciens.

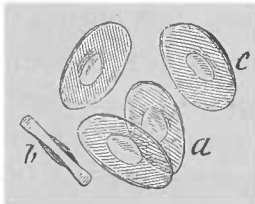


Fig. 86. — Globules du sang de la Grenouille, grossis 225 fois, vus de profil en b, et de face en a et c.

Considérés au point de vue de la structure, les globules représentent des petites masses protoplasmiques associées à des composés chimiques particuliers. A l'origine, ces éléments anatomiques portent tous les caractères des cellules : en effet, chez l'embryon de tous les animaux, les globules sont munis d'un noyau et souvent pourvus d'une membrane d'enveloppe. Ce noyau persiste, en général, sauf dans le cas des Mammifères, où il dispa-

rait très-vite; d'autre part, on sait que les globules sanguins dérivent des globules chylifères ou lymphatiques qui sont de véritables cellules.

98. Globules blancs. — Ces globules, appelés aussi *globules lymphatiques, leucocytes*, sont un peu plus gros que les globules rouges et bien moins nombreux. On compte 1 globule blanc pour 400 ou 500 globules rouges. Les globules blancs n'appartiennent pas seulement au fluide sanguin; on les trouve aussi dans un grand nombre de liquides de l'économie, dans le chyle, dans la lymphe, etc. Ils ont une forme sphérique avec un noyau simple ou double; leur diamètre est d'environ $\frac{1}{100}$ de millimètre. Ils servent à former les globules rouges très-probablement, car l'on trouve, entre ces deux espèces, certaines formes qui semblent indiquer le passage de l'une à l'autre. Dans quelques circonstances, le nombre de ces éléments incolores augmente considérablement de manière à donner au sang un aspect laiteux; c'est ce que l'on nomme la *leucémie*. Notons enfin que les globules blancs sont surtout plus nombreux dans le sang de la rate et du foie, fait important pour la physiologie de ces organes, comme nous le verrons plus loin.

99. Sang des Invertébrés. — Le sang des animaux invertébrés contient aussi des globules blancs qui sont identiques à ceux des Vertébrés. Ces globules sont les uns circulaires, plus ou moins aplatis, comme chez les Mollusques et les Crustacés; les autres, fusiformes comme chez les Insectes. Leur volume est généralement supérieur à celui des globules de l'homme; le fluide qui les charrie porte le nom de *sang blanc* et joue le même rôle physiologique que le sang rouge des Vertébrés. Cette espèce particulière de sang se rencontre dans les Mollusques, les Crustacés et les Insectes. Seulement, au lieu d'être incolore, il présente presque toujours une teinte jaunâtre ou verte, quelquefois bleue ou lilas. Mais cette coloration est due au plasma et non à des corpuscules colorés.

COAGULATION DU SANG.

100. Lesang sorti de la veine et abandonné à lui-même dans un vase perd sa fluidité et son aspect homogène; peu à peu il s'épaissit et se prend en une masse gélatineuse qui, en se contractant de plus en plus, laisse échapper de sa substance un liquide jau-

nâtre qui vient surnager à la surface. Ce phénomène s'appelle la *coagulation du sang*. Par suite de cette modification, le sang se sépare en deux parties : l'une solide qu'on nomme *caillot*, l'autre liquide qu'on appelle *sérum*. La coagulation commence généralement quatre à cinq minutes après la sortie de ce liquide hors des vaisseaux ; mais elle n'est complètement terminée qu'au bout de douze à quarante-huit heures. Le caillot est constitué par de la fibrine coagulée qui tient emprisonnés les globules sanguins ; le sérum est le plasma dépouillé de fibrine ; il est transparent, et un peu jaunâtre.

C'est à la présence de la fibrine que le sang doit la propriété de se coaguler. Cette fibrine en dissolution dans le plasma se précipite et entraîne avec elle les globules comme dans un réseau : c'est ce qu'on peut démontrer par une expérience célèbre due à Muller, expérience qui consiste à filtrer du sang de grenouille de manière à séparer les globules du plasma ; en se coagulant, le plasma donne lieu à un caillot de fibrine qui est incolore. D'ailleurs, on sait depuis longtemps que le sang défibriné par le battage ne se coagule pas, et l'on peut s'assurer par l'examen microscopique que dans cette opération les globules n'éprouvent ni altération ni déchirure.

La fibrine ainsi obtenue par le battage est blanche, filamenteuse, élastique et insoluble dans l'eau. Les recherches des physiologistes modernes semblent prouver que la fibrine telle qu'elle se trouve dans le caillot ne préexiste pas dans le sang, mais qu'elle provient de la combinaison de deux albuminoïdes qui sont en circulation dans le sang, savoir : la *substance fibrinogène* et la *substance fibrino-plastique*. Lorsque ces deux corps sont soustraits à l'influence de la paroi vivante des vaisseaux, ils se combinent entre eux et donnent naissance à un nouvel albuminoïde insoluble dans l'eau.

Enfin, d'après des recherches plus récentes, l'acide carbonique serait le véritable agent de cette transformation : en se portant sur la fibrine, cet acide en déterminerait la coagulation spontanée ; et si, pendant la vie, ce changement ne se produit pas, c'est grâce à la présence des globules rouges qui fixent cet acide.

Plusieurs causes peuvent retarder la coagulation : nous citerons en particulier l'absence de l'oxygène, le froid, l'addition de petites quantités d'acide ou de base. Le contact de l'oxygène de l'air l'accélère ; et le battage que l'on pratique pour défibriner

le sang n'a d'autre effet que de rendre plus intime le contact de ce gaz avec la fibrine.

Le sang des individus frappés par la foudre ou morts par asphyxie perd la propriété de se coaguler. Les globules paraissent aussi jouer un certain rôle dans la production de ce phénomène et hâter par leur présence la solidification de la fibrine.

Lorsque par un moyen quelconque (addition de sucre ou d'alcali) on retarde la coagulation, une partie des globules se précipite au fond du vase et échappe ainsi à l'action enveloppante de la fibrine ; l'on voit alors le caillot présenter à sa surface des parties blanchâtres d'une épaisseur qui varie avec le degré de lenteur ou de rapidité de la coagulation : ces parties blanches ont reçu le nom de *couenne*. Ce phénomène s'observe naturellement dans le sang du cheval qui se coagule très-lentement. Chez l'homme, la couenne ne se montre que dans le cas des maladies dites inflammatoires.

COMPOSITION CHIMIQUE DU SANG.

101. Le sang est un mélange de substances très-diverses, dont les unes sont en dissolution dans le plasma et les autres en combinaison sous forme d'éléments organisés. Il contient des matières albuminoïdes, des corps hydrocarbonés, des graisses et des matières minérales. Cette composition complexe est en rapport avec la destination physiologique de ce fluide.

1° Albuminoïdes. -- Les principaux albuminoïdes contenus dans le sang sont : l'albumine, la globuline ou la substance fibrino-plastique, la substance fibrinogène et l'hémoglobine. Ce que l'on nomme la fibrine et qui s'obtient par la coagulation du sang est une combinaison de substance fibrino-plastique et de substance fibrinogène. L'hémoglobine constitue la matière colorante rouge des globules ; sous l'influence de certains agents, elle se transforme en une substance cristallisée appelée *hémocristalline*.

Les albuminoïdes du sang sont les parties les plus importantes de ce fluide, parce que ce sont elles qui doivent former les parties vivantes de l'organisme.

2° Hydrocarbonés. — Dans le plasma, on trouve toujours du sucre ou glycose et des dérivés du sucre, tels que l'acide lactique, etc.

3° *Corps gras*. — Ce sont la cholestérine, le protagon (matière azotée et phosphorée), l'oléine, la stéarine, la palmitine, des acides gras combinés avec la soude (oléate, stéarate et palmitate de soude).

4° *Minéraux*. — On trouve dans le sang : en première ligne, l'eau qui en forme la plus grande partie, des sels minéraux (chlorure de sodium, carbonates, phosphates, sulfates de potasse, de soude et de magnésie), de la soude libre et du fer.

5° *Matières accessoires*. — A ces diverses substances, s'ajoutent d'autres principes qui se trouvent normalement dans le sang sans en être les éléments constitutants et qui, résultant du travail chimique de la nutrition, sont destinés à être éliminés par la voie des sécrétions : ce sont l'urée, l'acide urique, l'acide hippurique, la créatine, la créatinine, etc. Ajoutons enfin des gaz qui impriment à ce liquide des modifications remarquables, savoir : l'oxygène qui entre en combinaison avec l'hémoglobine, l'azote qui se trouve en dissolution dans le plasma et l'acide carbonique qui existe en partie à l'état libre et en partie à l'état de combinaison avec les carbonates et les phosphates alcalins.

Si maintenant on détermine par l'analyse chimique les proportions de ces diverses substances, on trouve que les unes s'y trouvent en quantités très-notables, d'autres ne s'y rencontrent qu'en proportions très-minimes. Ainsi l'eau forme la majeure partie de la masse sanguine; elle en constitue environ les $\frac{4}{5}$ èmes du poids total. Après elle, viennent les divers albuminoïdes, puis les matières grasses et sucrées, et enfin les sels inorganiques. C'est ce que nous montre le tableau suivant de la composition du sang de l'homme d'après Berzelius.

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Eau..... | 785,0 |
| Globules desséchés..... | 134,0 |
| Albumine..... | 70,0 |
| Fibrine..... | 2,2 |
| Matières grasses..... | 1,6 |
| Sels et matières extractives..... | 7,2 |
| | 1000,0 |

Toutefois la composition chimique du plasma n'est pas la même que celle des globules. Le plasma est essentiellement formé d'eau tenant en dissolution ou en suspension l'albu-

mine, la fibrine, la caséine, des graisses, du sucre, l'urée, l'acide urique et des sels alcalins. Les globules sont essentiellement formés par la globuline associée à l'hémoglobine combinée avec l'oxygène (oxyhémoglobine). En outre, ces éléments figurés contiennent un peu de graisse, du fer et des sels de potasse.

102. Quantité de sang. — La détermination de la masse totale du sang contenu dans l'organisme présente de grandes difficultés pratiques, parce qu'on ne peut extraire complètement la totalité de ce fluide, ni mesurer rigoureusement le volume des cavités qui le contiennent, ni enfin déterminer le rapport entre la portion qui a été extraite et celle qui imprègne les tissus : il suit de là que les différents procédés auxquels on a eu recours pour résoudre ce problème ne donnent que des nombres approximatifs. Les expériences faites sur quelques vertébrés ont donné les résultats suivants : chez l'homme la quantité de sang représente $1/12^e$ du poids du corps, ce qui donne 5 à 6 kilogrammes. Chez le Chien, on trouve $1/13^e$, chez le Chat $1/15^e$, et chez le Bœuf $1/12^e$.

En général, la quantité de sang est d'autant plus considérable que l'activité physiologique est plus grande. Ainsi, ce sont les Mammifères et les Oiseaux qui, à poids égal, possèdent une plus grande proportion de fluide sanguin.

ROLE PHYSIOLOGIQUE DU SANG.

103. Le sang est le liquide essentiellement nourricier ; de là le nom de *chair coulante* que lui donnait *Bordeu*. Non-seulement il contient les matériaux nécessaires à l'entretien des tissus, mais encore il reçoit les déchets qui en proviennent, pour les éliminer au dehors par la voie des sécrétions.

L'action vivifiante du sang est démontrée par ce fait que toutes les fois qu'on interrompt l'arrivée du sang dans un organe, toutes les fonctions sont suspendues : C'est ainsi que la ligature de l'artère principale d'un membre amène la paralysie. Si, à l'exemple de *Brown-Séguard*, on lie les artères qui se rendent à la tête d'un animal, on abolit toutes les fonctions cérébrales ; si on rétablit le cours du sang, on ramène graduellement la vie dans cette tête momentanément inanimée. C'est surtout

dans les globules rouges que réside l'action vivifiante du sang. Les globules, en condensant l'oxygène de l'air qu'ils transportent dans tous les organes, entretiennent l'activité vitale, c'est-à-dire la nutrition, le mouvement, l'innervation et distribuent la chaleur dans toutes les parties du corps. Les globules sont donc ce qu'on pourrait appeler l'*organe du sang*. Aussi toute augmentation de globules accroît l'activité vitale; toute diminution amène un état inverse, que l'on nomme l'*anémie*, état où l'organisme a perdu ses forces et où la vie semble s'éteindre.

104. Transfusion du sang. — Le rôle physiologique des globules rouges est encore démontré par les effets que l'on observe dans l'hémorrhagie. La perte d'une certaine quantité de sang est toujours accompagnée d'un affaiblissement de l'organisme qui se traduit par le refroidissement, la diminution des forces et le ralentissement de la circulation et de la respiration. Si l'écoulement continue, la face se décolore, la sensibilité diminue, le pouls devient petit et intermittent; il survient des mouvements convulsifs, une syncope et la mort.

Tous ces effets de l'hémorrhagie disparaissent par l'introduction de nouveaux globules sanguins dans les vaisseaux; cette opération inverse s'appelle la *transfusion*. Du sang injecté dans les veines d'un animal de même espèce peut donc remplacer le sang perdu par l'hémorrhagie. Dans cette transfusion le principal rôle revient aux globules rouges; le sérum n'a aucune action, le sang d'une espèce animale différente n'a plus la même action et détermine rapidement la mort.

C'est vers le milieu du dix-septième siècle qu'eut lieu la première opération de la transfusion. Elle fut appliquée avec succès sur l'homme, par Denis, à Paris, et par Richard Lowehr, à Londres.

APPAREIL CIRCULATOIRE DE L'HOMME

105. L'appareil de la circulation se compose d'une portion centrale, le *cœur*, organe musculaire et contractile qui donne l'impulsion au sang, et d'une portion périphérique constituée par de nombreux canaux ramifiés, les *vaisseaux*, comprenant :
1° les *artères*, qui portent le sang dans toutes les parties du corps;

2° les capillaires, vaisseaux très-fins qui continuent les artères et qui, sous forme de réseaux très-serrés, font partie de la sub-

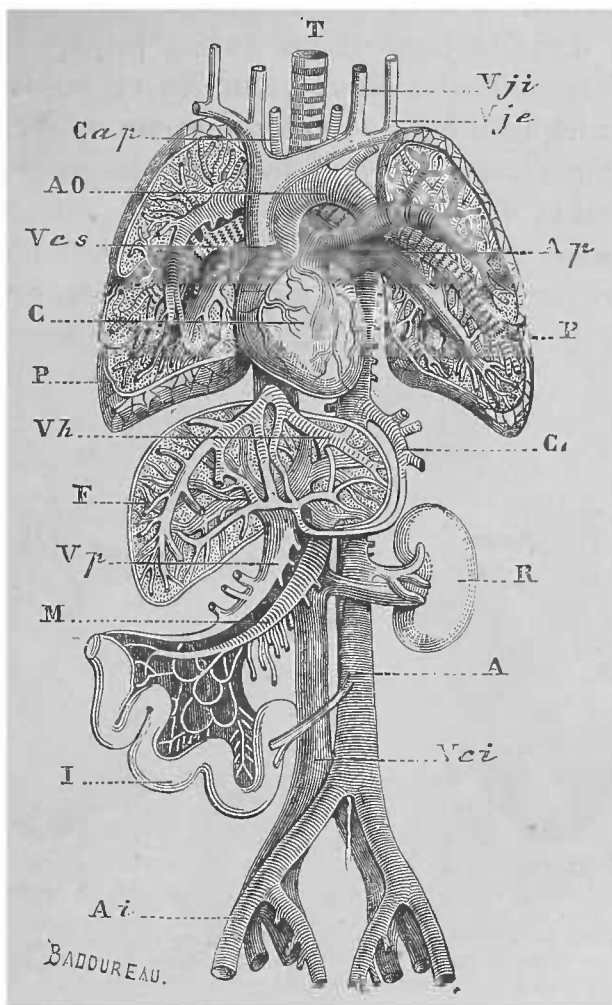


Fig. 87. — Ensemble du système circulatoire.

C, cœur. — P, P, poumons. — Ao, crosse de l'aorte. — Cap, carotide primitive. — Ap, artère pulmonaire et ses ramifications. — Vcs, veine cave supérieure. — Vji, veine jugulaire interne. — Vje, veine jugulaire externe. — A, aorte descendante. — Ai, artère iliaque primitive. — Cœ, tronc cœliaque. — R, rein montrant l'artère et la veine rénales. — M, mésentérique supérieure qui se distribue dans l'intestin I. — Vci, veine cave inférieure. — Vp, veine porte et ses ramifications dans le foie. — Vz, veines sus-hépatiques qui se jettent dans la veine cave.

stance des tissus ; 3° les *veines* qui naissent des capillaires et sont chargées de ramener au cœur le sang de tous les organes.

DU CŒUR.

106. Le cœur est l'organe central de la circulation ; c'est lui

qui, par ses contractions répétées, lance dans toutes les parties du corps le sang qu'il a reçu des veines.

107. Situation du cœur. — Cet organe est situé dans la cavité thoracique, derrière le sternum qui le protège à la manière d'un bouclier, entre les deux poumons et au-dessus du diaphragme sur lequel il repose ; il est maintenu dans cette position par une poche séreuse, le *péricarde*, et par les gros vaisseaux qui en sortent et qui s'y rendent.

108. Volume, poids et forme du cœur. — Le volume du cœur a été comparé par Laënnec à celui du poing ; mais cette évaluation n'est pas rigoureuse parce que ce viscère peut augmenter entre

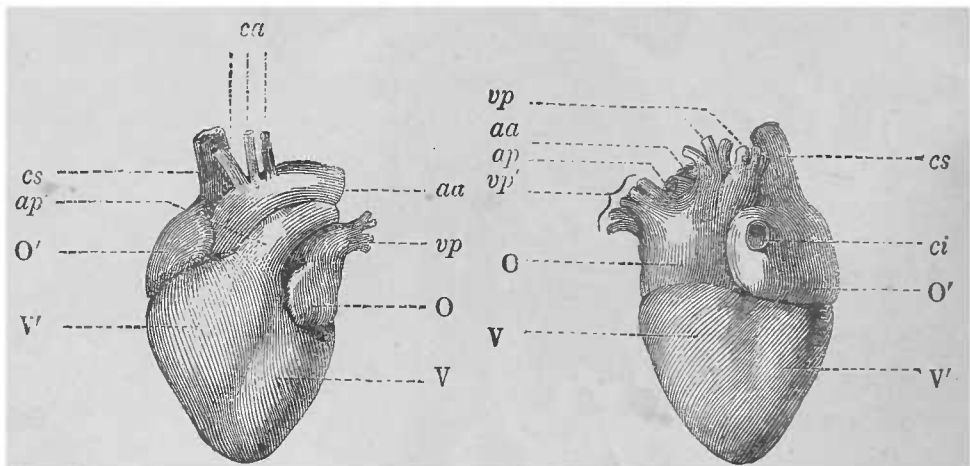


Fig. 88. — Face antérieure du cœur de l'homme.

Fig. 89. — Face postérieure du cœur de l'homme.

O, oreillette gauche. — V, ventricule gauche; aa, aorte. — O', oreillette droite. — V', ventricule droit. — ap, artère pulmonaire. — vp, veines pulmonaires gauches. — vp', veines pulmonaires droites. — cs, veine cave supérieure. — ci, veine cave inférieure. — ca, troncs qui naissent de la crosse de l'aorte.

des limites assez étendues. Son poids est compris entre 250 et 300 grammes ; enfin sa forme est celle d'un cône un peu comprimé et renversé dont l'axe est obliquement dirigé de droite à gauche et d'arrière en avant, ce qui fait que sa pointe se porte en bas et à gauche vers l'intervalle qui sépare les cartilages des cinquième et sixième côtes.

109. Cavités du cœur. — Le cœur peut être considéré comme constitué par deux tubes musculaires, l'un placé sur le trajet du sang artériel, l'autre sur le trajet du sang veineux. Il existe par conséquent deux cœurs : le *cœur gauche* ou *artériel* et le *cœur droit* ou *veineux* ; chacun d'eux, à son tour, est séparé en deux moitiés par une cloison incomplète ; d'où il suit que le cœur est

creusé de quatre cavités : deux supérieures qui portent le nom d'*oreillettes*, deux inférieures qu'on nomme *ventricules*.

1° *Ventricules*. — Les ventricules placés à la pointe et à la partie antérieure du cœur occupent les trois quarts de l'organe ; leurs parois intérieures sont réticulées et surmontées de saillies musculaires très-nombreuses, connues sous le nom de colonnes charnues. Le ventricule droit, de forme triangulaire, porte à sa base un orifice (*orifice auriculo-ventriculaire*) qui le fait communiquer avec l'oreillette correspondante et un autre qui est l'origine de l'artère pulmonaire.

L'orifice auriculo-ventriculaire est entouré d'un repli membraneux nommé *valvule tricuspide* ou *triglochine* (de $\tau\rho\iota\gamma\lambda\acute{o}\chi\iota\nu$, trois

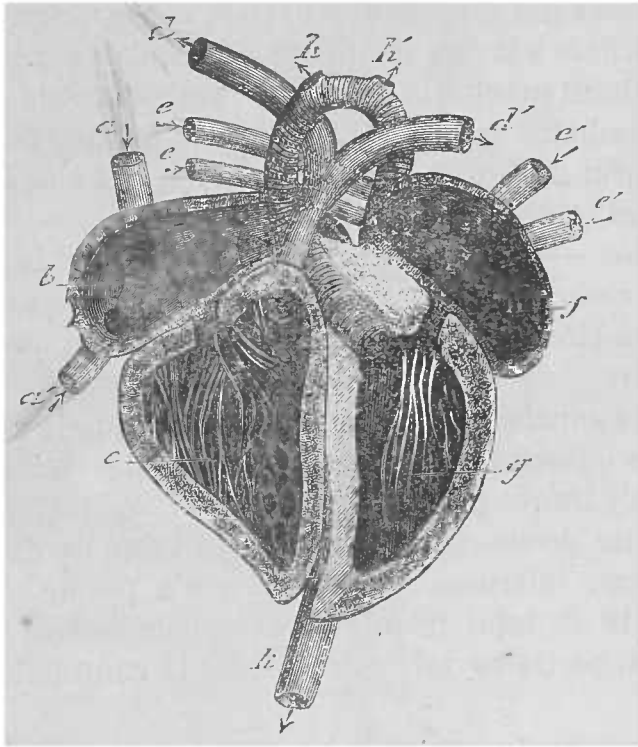


Fig. 90. — Coupe verticale du cœur de l'homme montrant les quatre cavités, l'origine des principaux vaisseaux et les valvules.

a, a', veines caves supérieure et inférieure. — *b*, oreillette droite. — *c*, ventricule droit. — *d, d'*, artères pulmonaires. — *e, e, e', e'*, veines pulmonaires. — *f*, oreillette gauche. — *g*, ventricule gauche. — *h, h'*, crosses de l'aorte. — *k*, aorte descendante.

pointes), parce que son bord, quoique irrégulièrement découpé, présente trois languettes principales auxquelles aboutissent un grand nombre de cordons tendineux dont les uns naissent du sommet des colonnes charnues et les autres directement des parois du cœur ; la disposition de ces cordons est telle que leur

traction a pour effet de tendre la valvule en l'abaissant. L'orifice pulmonaire de forme circulaire est pourvu de trois replis bien distincts désignés sous le nom de valvules *semi-lunaires* ou *sygmoïdes* que Winslow comparait à de paniers de pigeons ; ces voiles en s'abaissant ferment l'ouverture pulmonaire.

Le ventricule gauche, de forme conique, est plus épais que le ventricule droit, destiné qu'il est à lancer le sang dans presque tout le système artériel. Il présente à sa base un orifice (*orifice auriculo-ventriculaire gauche*) qui conduit à l'oreillette correspondante, et un orifice aortique, origine de l'aorte : le premier est muni d'un voile membraneux auquel Vésale a donné le nom de *valvule mitrale*, parce que son bord libre se termine par deux valves opposées qui rappellent les valves d'une mitre d'évêque ; des cordons fixés à la face inférieure ainsi qu'au bord libre de la valvule, en tirant sur elle, l'abaissent et permettent le passage du sang de l'oreillette dans le ventricule. De même, l'orifice aortique est garni de trois *voiles sygmoïdes* qui ont aussi pour rôle de fermer cet orifice lorsqu'ils s'abaissent.

2° *Oreillettes*. — Les oreillettes occupent la base et la partie postérieure du cœur. En arrière, elles sont séparées des ventricules par un sillon circulaire dans lequel se logent les vaisseaux propres au cœur.

L'oreillette gauche, beaucoup plus petite que la droite, présente quatre ouvertures qui sont les orifices des veines pulmonaires. On n'y trouve pas de valvules.

A l'oreillette droite viennent aboutir la veine cave supérieure et la veine cave inférieure. La première n'a pas de valvule ; la seconde porte un repli membraneux appelé *valvule d'Eustache* qui ferme en partie ce vaisseau pendant la contraction auriculaire.

110. Structure du cœur. — Le cœur est un muscle creux à fibres rouges striées compris entre deux membranes séreuses, savoir : le *péricarde* qui l'entoure sans le contenir et l'*endocarde* qui en tapisse les parois intérieures. Il a pour charpente quatre anneaux fibreux qui occupent les orifices ventriculaires.

Les fibres musculaires du cœur sont très-nombreuses et très-complicquées. Les fibres des ventricules et celles des oreillettes sont parfaitement indépendantes les unes des autres, fait qui est établi par l'examen des coupes du cœur au niveau des orifices.

Les fibres des ventricules se distinguent en fibres propres à chaque cavité et en fibres communes aux deux. Les fibres propres naissent du pourtour des zones fibreuses ventriculaires; elles se contournent en anse autour du ventricule correspondant, descendent vers la pointe du cœur et remontent ensuite vers la base pour se terminer près du lieu de leur origine. Dans leur ensemble, elles constituent deux sacs parfaitement distincts.

Les fibres communes ou fibres unitives forment un troisième sac qui contient les deux autres. Ce sac est composé de deux faisceaux, l'un antérieur, et l'autre postérieur. Le premier descend obliquement à gauche vers la pointe du cœur pour s'y réfléchir

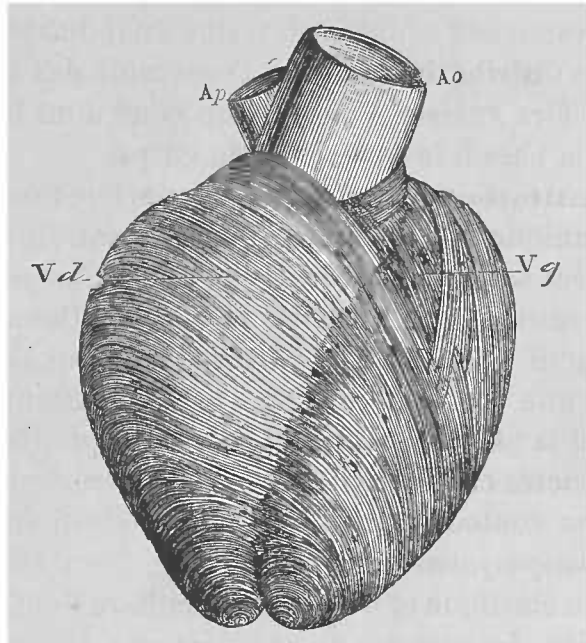


Fig. 91. — Disposition des fibres musculaires de la face antérieure des ventricules.

Vg, ventricule gauche. — Vd, ventricule droit. — Ao, aorte. — Ap, artère pulmonaire.

en tourbillonnant, pénètre dans l'intérieur du ventricule, remonte vers la base et va se terminer sur les anneaux fibreux; le second, qui part des orifices auriculo-ventriculaires, se dirige vers la droite jusqu'au tourbillon de la pointe et se réfléchit à son tour pour se terminer au niveau des mêmes anneaux fibreux.

Comme les ventricules, les oreillettes ont aussi des fibres communes et des fibres propres lesquelles se réunissent en faisceaux multiples qui s'insèrent à différents points du cœur.

ARTÈRES.

111. On donne le nom d'artères à des canaux contractiles et élastiques qui sont chargés de porter le sang dans toutes les parties du corps. Tous ces canaux émanent de deux troncs : l'un, représenté par l'*artère pulmonaire*, a son origine dans le ventricule droit et se ramifie dans les poumons ; l'autre, représenté par l'*artère aorte*, naît du ventricule gauche et distribue dans tous les organes le sang vivifié dans l'appareil respiratoire. Chacun de ces troncs se subdivise en canaux de plus en plus étroits nommés branches, rameaux et ramuscules, de manière à former les vaisseaux capillaires, terme final du système artériel. Ce mode de distribution fait que l'ensemble des divisions artérielles peut être envisagé comme un cône dont le sommet est au cœur et la base à la périphérie du corps.

112. Constitution des artères. — Les artères sont constituées par trois tuniques superposées qui, à raison de leur position, sont désignées sous le nom de *tunique externe, moyenne et interne*. La tunique externe ou celluleuse est essentiellement formée de tissu conjonctif mêlé à des fibres élastiques qui s'entre-croisent et forment une sorte de feutrage assez résistant. La tunique moyenne est la plus importante ; c'est elle qui donne aux artères ses propriétés caractéristiques et qui intéresse le plus le physiologiste ; sa couleur jaune et sa grande élasticité lui ont valu le nom de *tunique jaune, tunique élastique*. Deux éléments essentiels, du tissu élastique et du tissu musculaire lisse, entrent dans sa constitution. Le premier de ces éléments domine au sommet du cône artériel, et l'aorte est presque uniquement formée par ce tissu. A la base, c'est-à-dire dans les petites artères, c'est l'élément musculaire que l'on rencontre ; dans les artères moyennes, on trouve un mélange à peu près égal de fibres élastiques et de fibres musculaires. Quant à la tunique interne, c'est une lame mince, lisse et transparente qui est la continuation de l'endocarde.

PRINCIPALES ARTÈRES

ARTÈRE PULMONAIRE.

113. Cette artère naît de la partie antérieure du ventricule

droit et se dirige obliquement en haut en croisant l'aorte de droite à gauche. Après un trajet assez court, elle se divise en deux branches : l'une qui se porte vers le poumon gauche ;

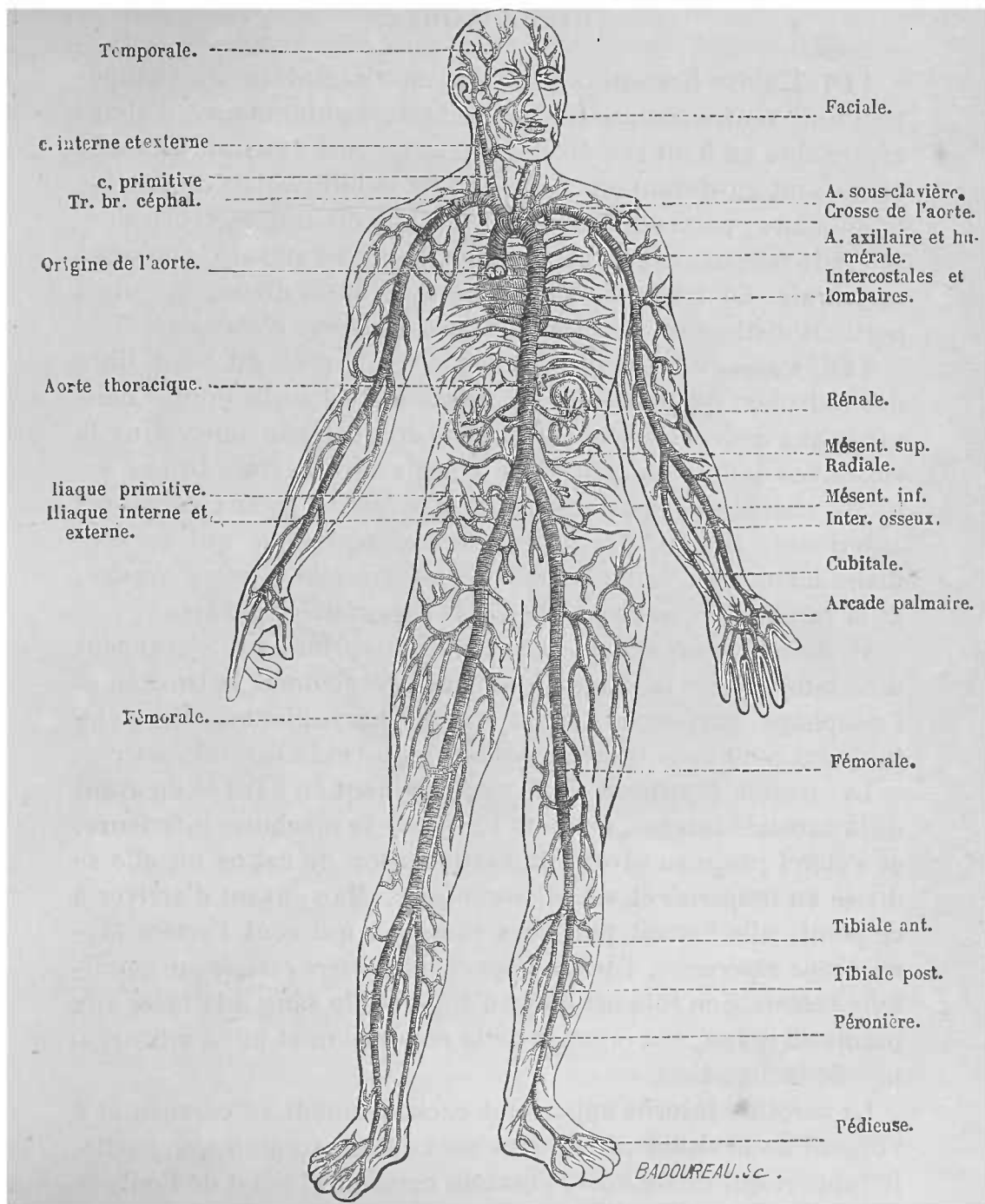


Fig. 92. — Ensemble du système artériel.

l'autre qui passe transversalement derrière l'aorte et la veine cave supérieure et pénètre dans le poumon droit ; dans le point

où a lieu cette bifurcation, se trouve un petit canal, vestige du canal artériel qui, chez le fœtus, sert à relier l'artère pulmonaire à l'aorte.

ARTÈRE AORTE.

114. L'aorte tire son origine de la partie antérieure et supérieure du ventricule gauche, derrière l'artère pulmonaire : d'abord ascendante en haut et à droite, elle se recourbe ensuite à gauche en passant au-devant et au-dessus de la bifurcation de l'artère pulmonaire; parvenue au niveau de la troisième vertèbre dorsale, elle redevient verticale et descendante en suivant la colonne vertébrale. Ce trajet de l'aorte permet de la diviser en deux portions distinctes : la *croisse de l'aorte* et l'*aorte descendante*.

115. Croisse de l'aorte. — A son origine, près du bord libre des valvules sigmoïdes, cette portion de l'aorte donne naissance aux *artères coronaires* chargées de porter le sang dans la substance même du cœur. Elle fournit ensuite trois troncs artériels chargés de distribuer le sang à la tête et aux membres antérieurs ; ce sont : 1° le *tronc brachio-céphalique* qui se subdivise bientôt en *carotide primitive* et en *sous-clavière droites* ; 2° la *carotide primitive gauche* ; 3° la *sous-clavière gauche*.

1° *Artères carotides.* — Les carotides primitives s'avancent directement vers la tête en longeant latéralement la trachée et l'œsophage; parvenues dans la région pharyngienne, elles se bifurquent pour constituer la *carotide interne* et la *carotide externe*.

La carotide externe se porte verticalement en haut et en avant de la carotide interne, derrière l'angle de la mâchoire inférieure, et s'étend jusqu'au niveau de l'articulation de cet os où elle se divise en *temporale* et *maxillaire interne*. Mais, avant d'arriver à ce point, elle fournit plusieurs rameaux qui sont l'*artère thyroïdienne supérieure*, l'*artère linguale* et l'*artère faciale* ou *maxillaire externe*. Son rôle est donc d'apporter le sang à la face, aux parois du crâne, aux organes de la respiration et aussi aux organes de la digestion.

La carotide interne appartient exclusivement au cerveau et à l'organe de la vision : de là vient sans doute, au moins en partie, le rapport qui existe entre l'état du cerveau et l'état de l'œil, ce qui a fait dire que l'œil est le miroir de l'âme. Cette artère s'enfonce par la base du crâne dans l'intérieur de cette boîte; là, elle donne naissance à l'artère ophthalmique qui se distribue au

globe oculaire et à ses dépendances (muscles, paupières, voies lacrymales, rétine, etc.); enfin elle se termine par trois branches, les *cérébrales*, qui se ramifient dans l'encéphale.

116. 2° Artères sous-clavières.— Ces artères, comme nous l'avons déjà dit, naissent, la droite, du tronc brachio-céphalique, la gauche, directement de la crosse de l'aorte. Elles sont destinées aux membres thoraciques et prennent successivement le nom d'*ar-*

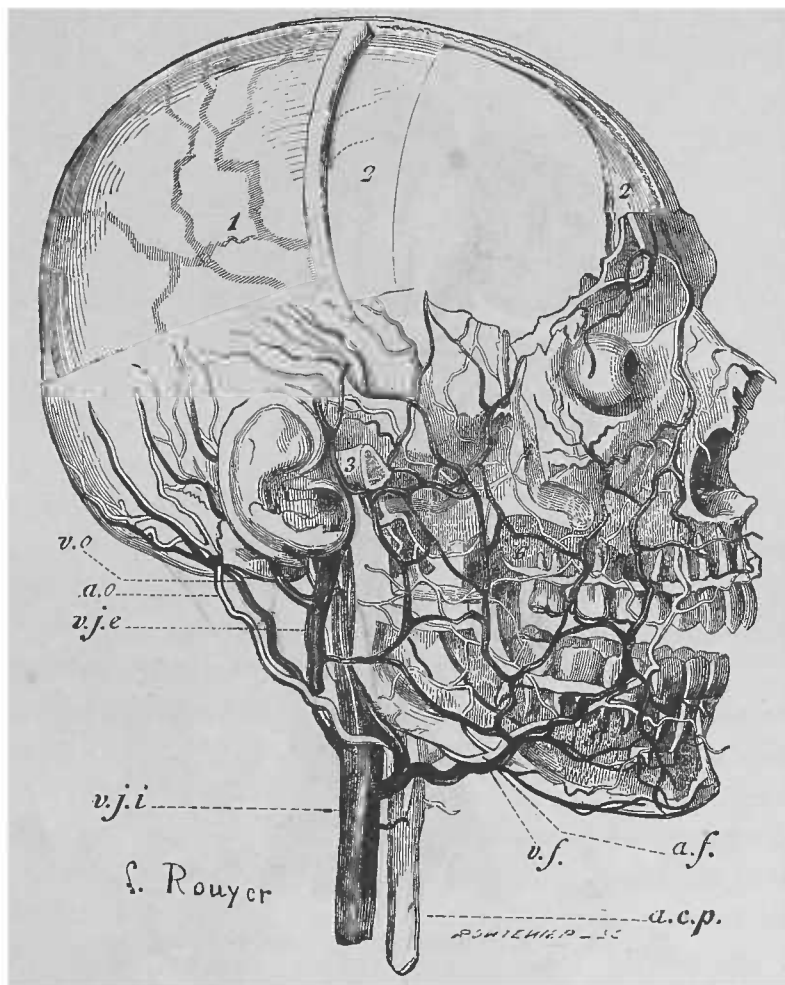


Fig. 93. — Artères et veines superficielles de la tête.

a.c.p., carotide primitive. — *a.f.*, artère faciale. — *a.o.*, artère occipitale. — *v.j.i.*, veine jugulaire interne. — *v.j.e.*, veine jugulaire externe. — *v.f.*, veine faciale. — *v.o.*, veine occipitale

tère axillaire au delà du bord de la clavicule et d'*artère humérale* ou *brachiale* dans le bras. A leur origine, elles fournissent plusieurs branches qui se rendent au cou, à la partie antérieure du thorax et aux muscles de l'épaule, etc.; les plus importantes sont l'*artère vertébrale* et l'*artère thyroïdienne inférieure*. L'*artère hu-*

mérale marche le long du bras depuis l'aisselle jusqu'à la partie inférieure du pli du coude où elle se divise en deux branches : l'artère radiale et l'artère cubitale. La radiale, plus superficielle que la cubitale, s'étend jusqu'à la paume de la main ; la cubitale, plus volumineuse, se porte en dedans, au-devant du cubitus, et

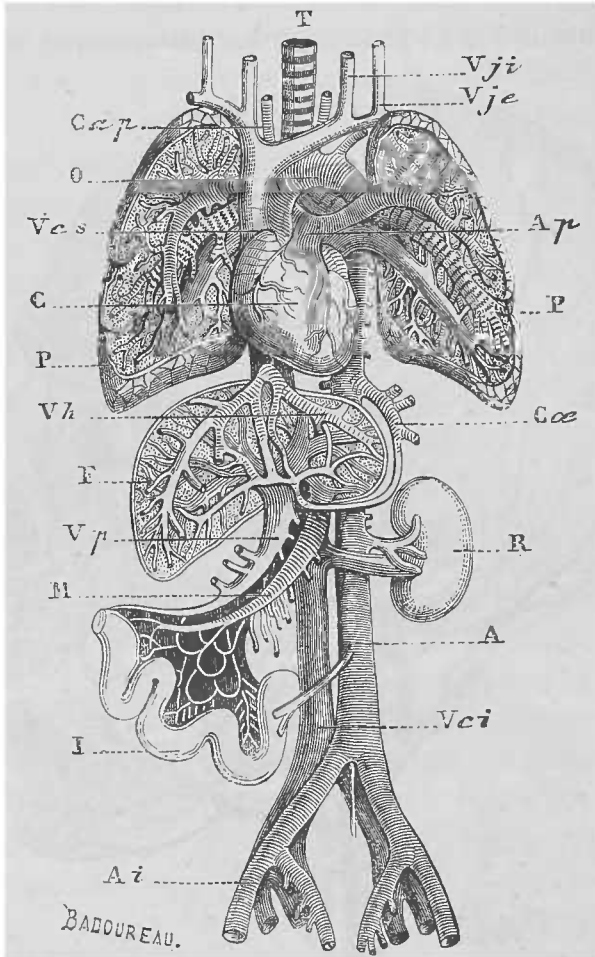


Fig. 24. — Ensemble du système circulaire.

C, cœur. — P, P, poumons. — Ao, aorte. — Cap, carotide primitive. — Ap, artère pulmonaire et ses ramifications. — Vcs, veine cave supérieure. — Vji, veine jugulaire interne. — Vje, veine jugulaire externe. — A, aorte descendante. — Ai, artère iliaque primitive. — Cœ, tronc cœliaque. — R, rein montrant l'artère et la veine rénales. — M, Mésentérique supérieure qui se distribue dans l'intestin I. — Vci, veine cave inférieure. — Vp, veine porte et ses ramifications dans le foie. — Vh, veines sus-hépatiques qui se jettent dans la veine cave.

fournit une grosse artère dite *interosseuse* ; à la paume de la main, elle s'anastomose avec la radiale et concourt avec elle à former des arcades d'où partent des petites artères destinées aux doigts.

117 Aorte descendante ou thoracique et abdominale. —

Après avoir fourni les troncs d'où naissent les vaisseaux destinés à la tête et aux membres supérieurs, l'aorte longe la colonne vertébrale à gauche et se dirige presque en ligne droite vers le bassin. Dans le thorax, elle fournit les artères intercostales et, dans la région abdominale, les artères lombaires. Au-dessous du diaphragme, naît un tronc volumineux, le *tronc cœliaque*, d'une longueur d'environ 0^m,01, qui se divise en trois branches, savoir : 1° l'*artère coronaire stomacique* ou *gastrique supérieure* qui suit la petite courbure de l'estomac et envoie des rameaux à ce viscère et à l'œsophage ; 2° l'*artère hépatique* destinée particulièrement au foie ; 3° l'*artère splénique* qui se porte spécialement à la rate et fournit aussi quelques rameaux au pancréas et à l'épiploon gastro-splénique.

Au-dessous du tronc cœliaque et à peu de distance, apparaît l'*artère mésentérique supérieure* qui envoie des branches à l'intestin grêle et à la moitié droite du gros intestin et, un peu plus bas, l'*artère mésentérique inférieure* qui fournit des rameaux à la portion gauche du gros intestin et au rectum. Enfin, au-dessus de ce dernier vaisseau, naissent les deux artères rénales, remarquables par leur volume considérable et leur direction transversale ; elles pénètrent dans la substance de la glande et, après s'être partagées en plusieurs branches, elles se résolvent en un réseau capillaire d'une disposition particulière, comme nous le verrons en parlant de la structure des reins.

118. Branches terminales de l'aorte et artères du membre inférieur. — Parvenue au niveau de la quatrième vertèbre lombaire, l'aorte se partage en deux troncs pour former les *iliaques primitives*. Ces vaisseaux très-volumineux se dirigent en bas jusqu'au niveau de l'articulation sacro-vertébrale où elles se divisent en : 1° *artère iliaque interne* ou *hypogastrique* qui est destinée principalement aux organes intérieurs et externes du bassin, et 2° *artère iliaque externe* destinée au membre inférieur ; cette dernière est pour le membre abdominal ce que la sous-clavière est pour le membre thoracique. En quittant le bassin, sous l'arcade crurale, elle prend le nom d'*artère crurale* ou *fémorale*, le long de la cuisse, et d'*artère poplitée* dans le creux du jarret. Arrivée à la partie postérieure et supérieure de la jambe, elle donne naissance à deux nouveaux vaisseaux dont l'un s'appelle *tibial antérieur* et l'autre tronc *tibio-peronier* ; ce dernier se subdivise en deux autres pour former l'*artère tibiale posté-*

rière et l'artère péronière. Cette disposition est l'analogie de celle du membre supérieur.

Au niveau du pied, la tibiaie antérieure prend le nom de pédieuse et se continue jusqu'à la plante du pied pour former l'arcade plantaire d'où partent des rameaux destinés au pied. De même, la tibiaie postérieure se rend directement à la face plantaire de l'extrémité inférieure pour contribuer à l'arcade plantaire d'où partent des rameaux destinés aux orteils. Quant à la péronière, elle ne forme pas d'arcade superficielle et se termine dans le voisinage de la malléole.

VAISSEAUX CAPILLAIRES.

119. Sous ce nom, on désigne des vaisseaux très-ténus qui servent à établir la communication entre les ramifications des artères et les premières radicules des veines. Ces vaisseaux ont des parois extrêmement minces formées d'une couche transparente de substance amorphe qui ne présente aucune trace de fibres et de cellules, si ce n'est quelques noyaux placés de distance en distance. Leur diamètre varie de 0,02 de millimètre à 0,006 de millimètre.

Les capillaires sont situés dans l'épaisseur des organes dont

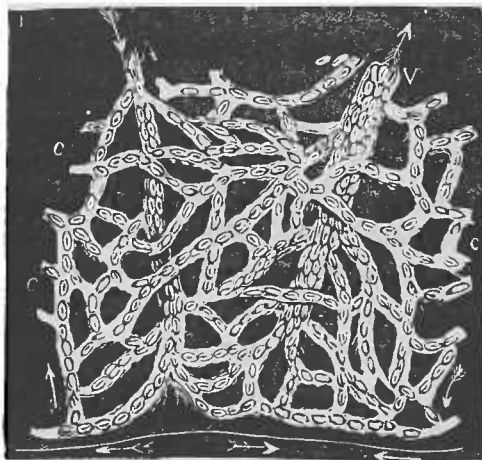


Fig. 95. — Réseau capillaire de la Grenouille grossi 250 fois en diamètre. A, artériole, — cc, réseau capillaire. — V, veinule.

ils sont un des éléments constitutifs ; ils forment dans la substance même des tissus des mailles ou des réseaux plus ou

moins serrés communiquant très-souvent entre eux. La disposition des capillaires n'est pas la même dans les différents organes. Ainsi, dans les glandes qui sont très-riches en sang, les vaisseaux capillaires forment des réseaux arrondis à mailles très-serrées. Dans les muscles et les nerfs, ces vaisseaux marchent parallèlement aux fibres et aux tubes nerveux et envoient de distance en distance des rameaux transversaux ; enfin dans les muqueuses, ils affectent la forme de réseaux à larges mailles arrondies.

De tous les organes du corps, ce sont les poumons qui sont les plus riches en vaisseaux capillaires très-serrés ; viennent ensuite les glandes et particulièrement le foie, le rein et la rate. Un certain nombre de tissus et même des organes entiers sont privés de capillaires : tels sont les épithéliums, l'épiderme, l'ivoire et l'émail des dents, ainsi que les cartilages d'encroûtement.

VEINES.

120. On donne le nom de veines aux vaisseaux sanguins qui ramènent aux oreillettes du cœur le sang qui revient de toutes les parties du corps. Il existe deux systèmes veineux correspondant aux deux systèmes artériels : 1° le *système veineux pulmonaire* qui conduit, des poumons à l'oreillette gauche, le sang vivifié par l'oxygène de l'air ; 2° le *système veineux général* qui ramène, de toutes les parties du corps à l'oreillette gauche, le sang qui, au contact des tissus, a perdu ses qualités nutritives. A ces deux systèmes vient s'ajouter un troisième, le *système de la veine porte*, qui tire son origine des organes de la digestion et se réunit en un seul tronc qui s'enfonce dans le foie, où il se divise et se subdivise à l'infini pour jouer, en quelque sorte, le rôle d'une artère.

Envisagés dans leur ensemble, le système veineux général et le système veineux pulmonaire représentent chacun un cône dont le sommet répond à l'oreillette droite pour le premier, à l'oreillette gauche pour le second. Seulement, tandis que les deux systèmes artériels tirent chacun leur origine uniquement d'un seul tronc, le système veineux général se termine par deux troncs, les veines caves, et le système pulmonaire par quatre veines, deux pour chaque poumon.

Les veines sont plus grosses et plus nombreuses que les artè-

res. Outre qu'il existe des veines superficielles ou sous-cutanées qui constituent un mode spécial de circulation, on trouve encore des veines profondes qui ont la même direction que les artères ; de plus, dans les membres, chaque artère est accompagnée de deux veines qui portent le même nom qu'elle et qu'on nomme ses *satellites*. De cette disposition anatomique, on doit conclure que la capacité totale du système veineux doit l'emporter sur celle du système artériel. On admet que la capacité des veines est à celle des artères dans le rapport de 4 à 1.

Les veines naissent des réseaux capillaires des organes de la même façon que les artères s'y terminent. Ce fait est aujourd'hui bien démontré. Les capillaires qui font partie intégrante des tissus donnent naissance à des veinules formant des espèces de plexus d'où partent des rameaux plus volumineux qui forment des branches et des troncs.

121. Structure des veines. — La structure des veines ne diffère pas essentiellement de celle des artères. On y trouve une tunique externe, la plus épaisse ordinairement, qui est formée de tissu conjonctif, mélangé à quelques fibres musculaires lisses ; une tunique moyenne constituée par un assemblage de fibres de tissu conjonctif de fibres musculaires à forme circulaire et de quelques fibres élastiques ; enfin une tunique interne, membrane amorphe, transparente, revêtue d'une couche de cellules épithéliales. Cette structure se modifie suivant le calibre des veines. Mais ce qu'il importe surtout de signaler dans

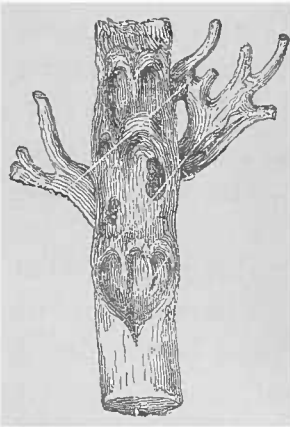


Fig. 96. — Valvules des veines.

la texture des veines quand on la compare à celle des artères, c'est l'absence presque complète de tissu élastique, ce qui est le caractère distinctif des artères, de sorte que les veines, contrairement aux artères, n'ont aucune tendance à rester béantes lorsque le sang s'en est écoulé. Par contre, la présence de l'élément musculaire leur donne la propriété d'être contractiles et dilatables.

Valvules. — La plupart des veines sont pourvues intérieurement de replis membraneux ou *valvules* analogues pour la forme aux valvules sigmoïdes. Ces valvules minces et transparentes sont très-résistantes ; elles sont le plus souvent accolées deux à

deux, rarement isolées. Leur face concave et leur bord libre regardent du côté du cœur; leur face convexe est dirigée vers les capillaires.

Ces replis, véritables soupapes, sont destinés à faciliter la progression du sang dans ces vaisseaux : en s'abaissant, elles ferment plus ou moins complètement les canaux veineux et s'opposent ainsi à toute marche rétrograde du sang vers les extrémités. C'est à la suite d'une longue étude de leur forme et de leur disposition que Harvey parvint à en établir l'usage et, par suite, à découvrir la circulation.

Toutes les veines ne possèdent pas de valves; leur nombre et leur développement sont en raison des obstacles que rencontre la circulation veineuse : aussi elles sont très-considérables dans les veines des membres inférieurs où le mouvement du sang doit surmonter de grandes résistances.

PRINCIPALES VEINES.

122. Veines pulmonaires. — Ces veines ramènent, des poumons à l'oreillette gauche du cœur, le sang qui a subi l'influence de l'air. Elles sont au nombre de quatre, deux pour chaque poumon, et s'ouvrent isolément dans l'oreillette gauche. Elles naissent, dans chaque lobule, du réseau capillaire qui tapisse les vésicules pulmonaires et se réunissent successivement de manière à constituer un tronc veineux pour chaque lobe, ce qui fait qu'il y a trois branches pour le poumon droit et deux pour le poumon gauche. Seulement, la branche du lobe moyen droit ne tarde pas à se réunir à celle du lobe supérieur en sorte que, finalement, tout se réduit aux quatre veines pulmonaires.

123. Veine cave supérieure ou descendante. — La veine cave supérieure est le confluent commun de toutes les veines de la moitié supérieure du corps. Elle s'étend depuis l'oreillette droite jusqu'au niveau du cartilage de la première côte où elle se continue avec les deux troncs *brachio-céphaliques*, l'un qui vient du côté droit et l'autre du côté gauche. Ces deux troncs sont formés par la réunion des veines jugulaires internes et sous-clavières.

124. Veines jugulaires. — Les *veines jugulaires* (de *jugulum*, gorge), sont au nombre de trois de chaque côté, savoir : la

veine jugulaire interne, la veine jugulaire antérieure et la veine jugulaire externe.

1° La *veine jugulaire interne* naît de la dilatation du sinus connu sous le nom de *golfe de la veine jugulaire* où se rend le sang qui revient de l'encéphale et finit au tronc veineux brachio-céphalique qu'elle concourt à former, en se réunissant à la veine sous-clavière.

Ses principales branches sont : la faciale, la linguale, la pharyngienne inférieure, les thyroïdiennes supérieure et moyenne,

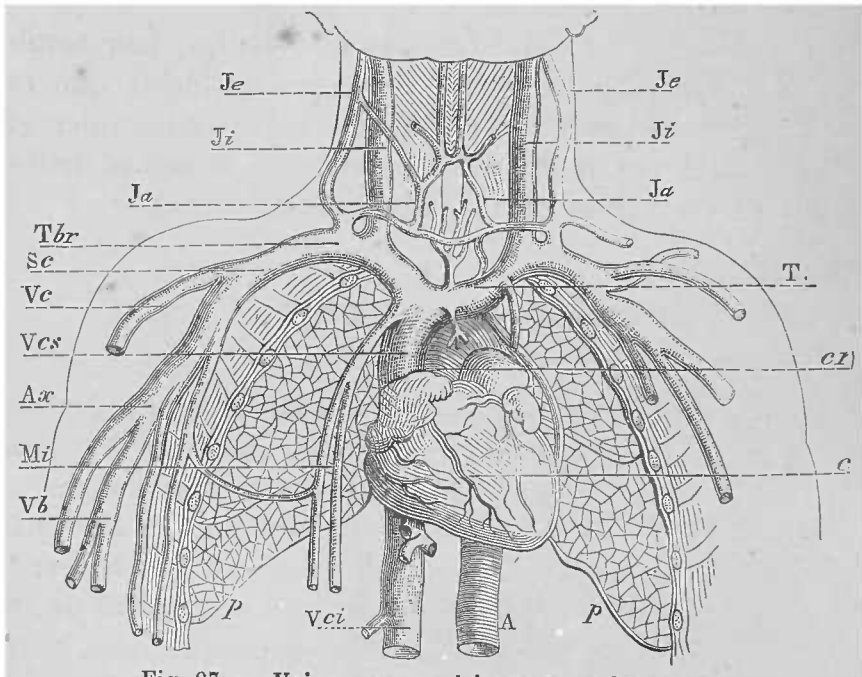


Fig. 97. — Veine cave supérieur et ses branches.

Je, veine jugulaire externe. — Ji, veine jugulaire interne. — Ja, veine jugulaire antérieure. — Tbr, tronc brachio-céphalique. — Sc, veine sous-clavière. — Vcs, veine cave supérieure. — Vc, veine céphalique. — Ax, veine axillaire et humérale. — Vb, veine basilique. — c, cœur. — cr, crosse de l'artère. — Vci, veine cave inférieure. — A, aorte descendante.

la maxillaire interne, etc. Plusieurs de ces vaisseaux appartiennent aussi souvent à la jugulaire interne qu'à la jugulaire externe. On voit donc que le rôle de la jugulaire interne est d'assurer le retour du sang des parties profondes de la tête et du cou vers le centre circulatoire.

2° La *veine jugulaire externe* s'étend du condyle de la mâchoire jusqu'à la veine sous-clavière, près de la jugulaire interne. Le plus souvent elle est formée par la réunion de la veine temporale et de la maxillaire interne ; souvent elle reçoit la faciale.

Ainsi constituée, cette artère ramène au cœur la presque totalité du sang de la face et des parties superficielles du crâne.

Sur le devant du cou, on trouve deux autres veines (les *jugulaires antérieures*) qui, comme les autres veines jugulaires, vont déboucher dans le tronc sous-clavier.

125. Veines du membre thoracique. — Les veines des membres thoraciques auxquelles les précédentes viennent se réunir, dans le voisinage du cœur, se divisent en veines profondes et en veines superficielles ou sous-cutanées. Les veines profondes suivent rigoureusement le trajet des artères auxquelles elles servent de satellites et portent le même nom : ainsi il y a deux veines radiales, deux veines cubitales et deux veines humérales. Les veines superficielles rampent sous la peau de la main, de l'avant-bras et du bras ; elles sont d'autant plus grosses que les muscles de ces régions sont soumis à des contractions plus énergiques et forment deux troncs : l'un externe, c'est la *veine céphalique* ; l'autre interne, c'est la *veine basilique*. La veine céphalique résulte de la réunion de la veine radiale et de la médiane céphalique ; la veine basilique plus volumineuse est formée par la jonction des veines cubitale et médiane basilique. La première se jette dans la veine axillaire, et la seconde, tantôt dans l'axillaire, tantôt dans la brachiale.

En résumé, toutes les veines du bras, superficielles et profondes, constituent un tronc unique, la *veine axillaire*, qui, sous la clavicule, prend le nom de *sous-clavière*, à laquelle aboutissent la jugulaire externe et la jugulaire antérieure.

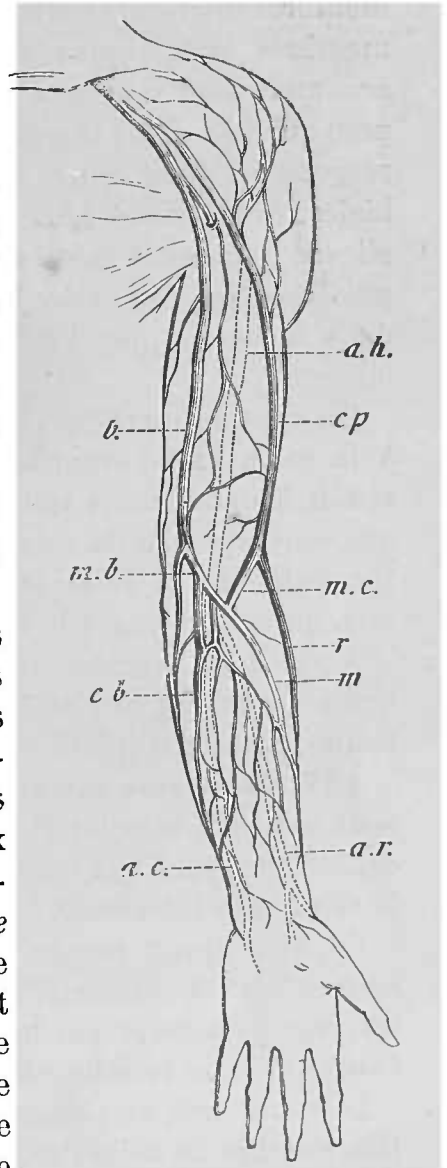


Fig. 98. — Veines superficielles du membre supérieur.

ah, artère humérale. — *ac*, artère cubitale. — *ar*, artère radiale. — *cp*, veine céphalique. — *mc*, veine médiane basilique. — *mb*, veine médiane basilique. — *cb*, veine cubitale. — *r*, veine radiale.

rieure et, dans le voisinage, la jugulaire interne, ce qui donne lieu au tronc brachio-céphalique.

126. Veines des membres inférieurs. — Les veines des membres inférieurs offrent les mêmes dispositions que celles des membres thoraciques. Celles qui sont situées profondément accompagnent comme d'ordinaire les artères et portent le même nom qu'elles. Dans la jambe et dans le pied, à chaque artère correspondent deux veines satellites : ainsi il existe deux veines tibiales, deux veines pédieuses, etc. A partir du creux du genou, elles se réunissent en un seul tronc sous le nom de veine poplitée, puis de veine fémorale, le long de la cuisse, laquelle pénètre dans le bassin par l'arcade crurale où passe aussi l'artère fémorale.

Les veines superficielles forment au pied et à la jambe, comme à la main et à l'avant-bras, un réseau à larges mailles qui se réduit à deux troncs veineux, savoir : 1° la *veine saphène interne* qui correspond à la veine radiale et débouche dans la veine fémorale ; 2° la *veine saphène externe*, l'analogue de la cubitale, qui se jette dans la veine poplitée.

A partir de l'arcade crurale, la fémorale prend le nom d'iliaque externe ; en se réunissant à l'iliaque interne ou hypogastrique, elle constitue la veine iliaque primitive.

127 Veine cave inférieure. — Les veines iliaques primitives sont aux membres inférieurs ce que les troncs veineux brachio-céphaliques sont aux membres supérieurs : Leur réunion forme la veine cave inférieure.

Ce gros tronc monte verticalement jusqu'au diaphragme, adossé à la colonne vertébrale, à droite de l'aorte ventrale. Elle traverse ce muscle par le même orifice qui donne passage à l'aorte et va se terminer à l'oreillette droite.

La veine cave, en remontant ainsi sur le thorax, reçoit un certain nombre de veines dont la plus remarquable est la veine rénale. Mais les veines de toute la portion abdominale, du canal digestif, de la rate et du pancréas n'y débouchent pas directement ; elles forment par leur réunion un tronc veineux considérable, la *veine porte*, qui se ramifie dans le foie, et finalement vient aboutir à la veine cave par l'intermédiaire des veines sus-hépatiques.

128. Système de la veine porte. — La *veine porte* représente un système veineux spécial qui est un appendice du système veineux général.

Chez l'homme, la veine porte a pour origine tous les vaisseaux veineux qui ramènent le sang de la portion sous-diaphragmatique du canal alimentaire, de la rate et du pancréas ; elle est formée : 1° par la veine *mesentérique supérieure* qui ramène le sang de l'intestin grêle et de la moitié droite de l'intestin ; 2° par la veine *mesentérique inférieure* qui vient de la moitié gauche du côlon et du rectum ; 3° par la veine splénique qui a son origine dans la rate et qui reçoit aussi du sang de l'estomac et du duodenum.

La veine porte, en pénétrant dans le foie, se bifurque en deux branches qui se rendent à chaque lobe du foie ; bientôt, elles se divisent et se subdivisent en ramifications nombreuses qui se portent à tous les lobules du foie, accompagnées par les ramifica-

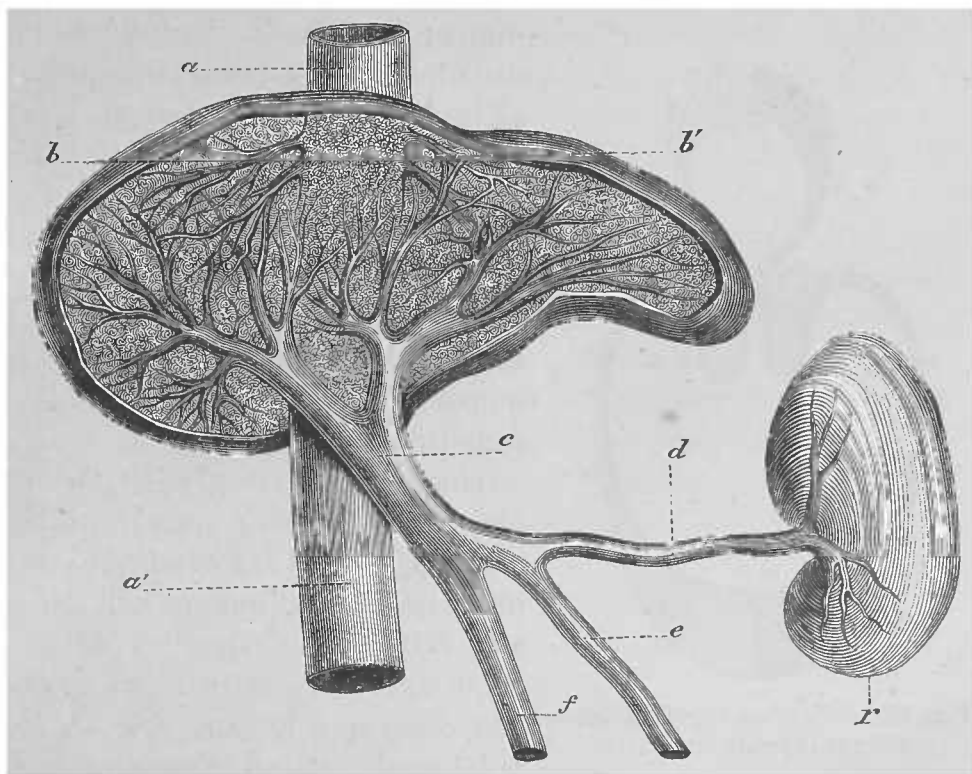


Fig. 99. — Système de la veine porte.

aa', veine-cave inférieure. — *f*, veine mésentérique supérieure. — *e*, veine mésentérique inférieure. — *d*, veine splénique ramenant le sang de la rate *r*. — *c*, veine-porte se ramifiant dans le foie. — *b, b'*, veines sus-hépatiques se jettant dans la veine cave inférieure.

tions de l'artère hépatique et des canaux biliaires. Du réseau capillaire des lobules partent les radiculés des veines *sus-hépatiques* qui, finalement, constituent deux troncs lesquels vont déboucher dans la veine cave.

MÉCANIQUE DE LA CIRCULATION

MOUVEMENTS DU SANG.

129. Le sang est, dans le corps de l'homme, animé d'un mouvement circulaire continu et régulier qui se passe dans un système de canaux ramifiés et clos de toute part. Le centre de ce mouvement est le cœur, organe contractile, d'où partent les artères et où aboutissent les veines. En rapportant ce mouvement au cœur, on peut diviser la circulation générale du sang en deux parties : 1° la *petite circulation* ou *circulation pulmonaire* qui porte le sang du cœur droit au cœur gauche en traversant les poumons ;

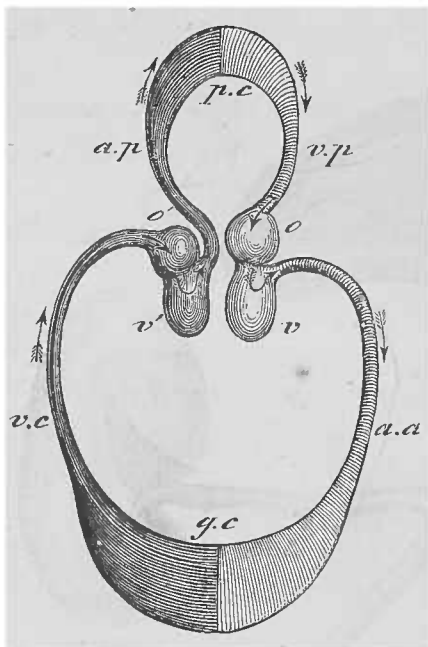


Fig. 100. — Schéma représentant la grande et la petite circulation.

la *grande circulation* qui distribue le sang à tout l'organisme et le ramène au cœur droit. C'est ce que montre la figure 100. La petite circulation commence en *v'* par l'artère pulmonaire *ap* qui fournit les capillaires du poumon (*pc*) ; ces capillaires, par leur réunion, forment les veines pulmonaires (*vp*) qui se jettent dans l'oreillette gauche *o*.

Dans la grande circulation, l'aorte (*aa*) porte le sang dans tous les organes, fournit les capillaires généraux (*gc*) qui donnent naissance aux veines (*vc*) lesquelles débouchent dans l'oreillette droite *o'*. On voit donc que le sang pris en un point quelconque de l'appareil vas-

culaire ne peut revenir à son point de départ qu'après avoir parcouru le trajet de ce double circuit et, par conséquent, après avoir traversé deux fois le cœur.

Le sang que le cœur envoie dans les artères chemine du centre à la périphérie ; sa direction est centrifuge. Celui qui, par les veines, se rend au cœur a une direction centripète. Dans la grande circulation, les artères contiennent du sang rouge ver-

meil, et les veines du sang rouge-brun ; le contraire a lieu dans la petite circulation à cause de la position des poumons dont le rôle est la régénération du sang, c'est-à-dire sa transformation en sang rouge vermeil.

Dans l'étude du mécanisme de la circulation, nous allons décrire successivement les phénomènes qui se passent dans le cœur, dans les artères, dans les capillaires et dans les veines.

CIRCULATION CARDIAQUE.

130. Mouvements du cœur. — Le cœur, organe musculaire et contractile, est l'agent principal de l'impulsion du sang. Sa propriété essentielle est une contractilité qui semble lui être inhérente et qui fait, qu'extrait d'un animal récemment tué, le cœur se contracte et se relâche alternativement et, même, quand on le divise en morceaux, chacun d'eux palpite encore pendant quelque temps.

Dans son action, le cœur agit à la manière d'une pompe foulante à double courant dont le piston est remplacé par les parois.

A chaque contraction, les parois du cœur, en se rapprochant, rétrécissent les cavités et chassent le liquide qui les remplit.

A chaque dilatation, les parois se relâchent et les cavités se remplissent de nouveau.

La contraction du cœur s'appelle *systole* ; sa dilatation a reçu le nom de *diastole*.

La systole est l'état actif du cœur ; la diastole est un état passif qui correspond au repos de la fibre musculaire.

Les mouvements des diverses cavités du cœur affectent une forme rythmique déterminée : en prenant le cœur à l'état de repos, le mouvement commence par la contraction des oreillettes qui est, immédiatement après, suivie de la contraction des ventricules. Le commencement de la contraction ventriculaire coïncide avec la diastole des oreillettes, et lorsque les ventricules sont à l'état de relâchement, les oreillettes restent encore au repos pendant un temps très-court.

D'après ce qui précède, on peut admettre dans le mouvement rythmique du cœur trois temps à peu près égaux :

Premier temps : systole des oreillettes et diastole des ventricules ;

Deuxième temps : systole des ventricules et diastole des oreillettes ;

Troisième temps : diastole des oreillettes, diastole des ventricules ou repos du cœur.

Cette alternance des mouvements des oreillettes et des ventricules peut être mise en évidence sur l'animal vivant. Si, par exemple, on met à nu le cœur d'une grenouille, on voit la portion ventriculaire qui se gonfle et rougit en même temps que les oreillettes se resserrent et pâlisent, et *vice versa*. On a pu constater aussi ce phénomène, chez l'homme, dans le cas où, par suite d'un vice de conformation, le cœur était à découvert hors des parois du thorax, ou bien encore sur des suppliciés. De nos jours, on a pu observer directement les mouvements du cœur au moyen d'instruments nommés *cardiographes*. Ces sortes d'appareils consistent en un levier très léger qui reçoit et enregistre les pulsations du cœur ; le plus usité est le cardiographe de Marey (Voir le *sphygmographe*, fig. 103).

Le cardiographe de Marey (fig. 101) comprend deux parties :

1° Un tambour A destiné à recevoir les pulsations du cœur, consistant en un entonnoir dont le pavillon est formé par deux

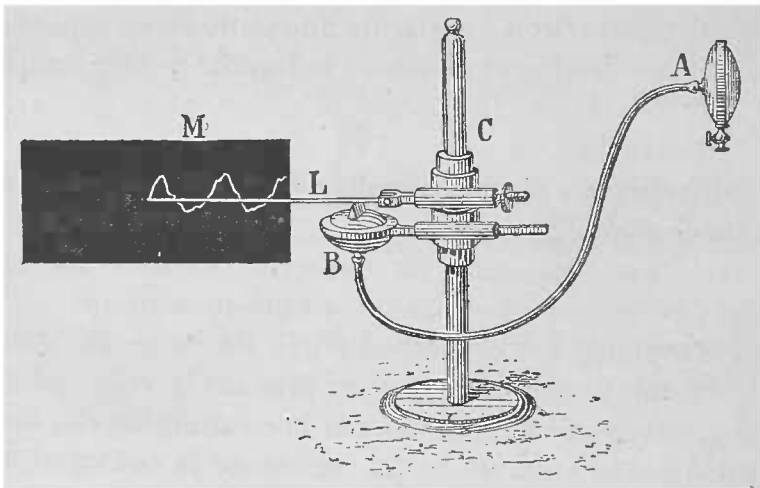


Fig. 101. — Appareil cardiographe de Marey pour l'inscription directe des pulsations du cœur.

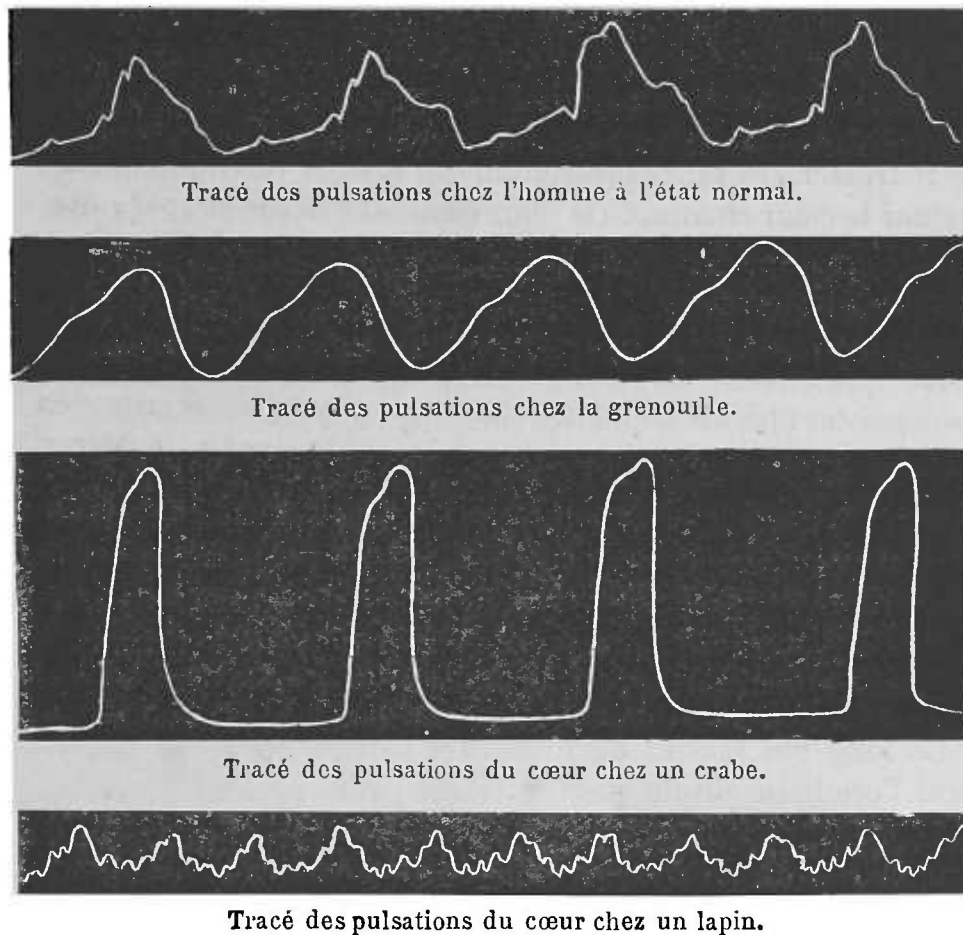
A, tambour propre à percevoir les battements du cœur ; — B, tambour enregistreur surmonté d'une pointe qui supporte le levier L ; — M, tableau mobile qui reçoit l'inscription des mouvements du levier représentant les battements du cœur.

membranes de caoutchouc et rempli d'eau ; 2° un tambour B, bouché par une seule membrane de caoutchouc qui porte une petite pointe sur laquelle repose un levier très léger L. Ces deux

tambours sont reliés par un tube de caoutchouc C qui transmet les vibrations du tambour récepteur A au tambour enregistreur B.

Voici quelques exemples de tracé de battements du cœur :

Fig. 102.



151. Changement de forme et de position du cœur. — Les contractions alternatives des diverses cavités du cœur déterminent des changements dans le volume, la forme et la position de cet organe.

Pendant la diastole, le cœur perd un peu de sa rigidité et augmente dans tous ses diamètres ; pendant la systole, au contraire, il durcit et se raccourcit. En même temps les ventricules subissent un changement de position qui consiste dans un mouvement de rotation autour de son axe longitudinal de telle sorte que le cœur tourne légèrement de gauche à droite. Pendant la diastole, le cœur reprend sa position première et par conséquent exécute un mouvement de torsion en sens inverse. On doit con-

sidérer la direction oblique de la plupart des fibres circulaires comme la cause principale de ce mouvement tournant. En outre, on observe le relèvement de la pointe du cœur et une projection en avant à laquelle on donne le nom de *choc du cœur* ou mieux *pulsation du cœur*. Ce choc est isochrone à la systole ventriculaire : pour l'expliquer, on admet, qu'à ce moment, l'ondée sanguine projetée dans les courbures de l'aorte et de l'artère pulmonaire, c'est-à-dire dans des canaux élastiques, a pour effet de redresser ces vaisseaux comme un ressort élastique et d'entraîner le cœur en avant. Ce redressement détermine sur la paroi thoracique gauche un battement sensible à la main appliquée sur la poitrine d'un homme et quelquefois visible dans l'intervalle compris entre la cinquième et la sixième côte. Aujourd'hui, on pense que ce choc du cœur est simplement dû au durcissement brusque des fibres musculaires succédant à l'état de relâchement, ce que l'on peut reconnaître au doigt sur un cœur qui se contracte.

152. Mouvements du sang dans le cœur. — La circulation du sang dans le cœur est déterminée par les contractions périodiques qui se passent dans les oreillettes et les ventricules. La direction du courant sanguin est réglée par la disposition et le jeu de l'appareil valvulaire que nous avons décrit.

Le sang qui revient de toutes les parties du corps pénètre dans l'oreillette droite par les veines caves et dans l'oreillette gauche par les veines pulmonaires. Cet afflux commence au moment même de la diastole et, par conséquent, au moment où commence la systole ventriculaire ; il se continue encore après la systole et pendant l'intervalle du repos. Quand les oreillettes sont pleines, celles-ci se contractent d'une manière brusque et rapide et le fluide sanguin est chassé vers les ventricules. Il est vrai que le contenu tend à suivre aussi la voie des veines ; mais, de ce côté, le sang trouve des obstacles qui sont : la pression de la colonne sanguine qui arrive aux oreillettes et la contraction des fibres musculaires qui commence aux orifices veineux. Du côté des ventricules, le sang ne rencontre aucun obstacle, grâce au relâchement de ses parois ; les valvules auriculo-ventriculaires s'abaissent et le sang s'introduit librement dans les ventricules jusqu'à ce qu'il y ait équilibre de pression.

Dès que les ventricules sont pleins, le contact du sang détermine la contraction rapide et totale de ces cavités ; mais cette systole dure un peu plus longtemps que celle de l'oreillette parce

que le ventricule doit lancer son contenu dans l'arbre artériel qui présente une grande résistance.

Pendant cette contraction, les orifices auriculo-ventriculaires se trouvent fermés par le rapprochement des valvules qui garnissent ces ouvertures et les valvulés sygmoïdes se redressent le long des parois artérielles sous la pression de l'ondée sanguine. Lorsque les ventricules sont à peu près vidés, ces valvules pressées en sens contraire par la colonne liquide s'abaissent et opposent ainsi une résistance au retour du sang dans ces cavités.

153. Bruits du cœur. — Le passage du sang à travers les cavités du cœur donne lieu à des bruits particuliers que l'on perçoit seulement en appliquant l'oreille dans la région précordiale. Ces bruits, au nombre de deux, se succèdent à de courts intervalles, puis survient un silence qui dure un peu moins que les deux bruits réunis. Le premier bruit est sourd, profond, et a son maximum d'intensité dans l'intervalle compris entre la quatrième et la cinquième côte, au-dessous et un peu en dehors du mamelon gauche ; il correspond à la systole ventriculaire. On admet généralement qu'il est produit par le jeu des valvules auriculo-ventriculaires et probablement aussi par l'ébranlement dû à la contraction musculaire des ventricules.

Le second bruit est sec, éclatant et plus supercifiel ; son maximum d'intensité a lieu au niveau de la troisième côte. Il coïncide avec la diastole et par conséquent avec le repos du cœur. Sa cause réside dans le soulèvement brusque des valvules sygmoïdes qui arrêtent l'ondée sanguine : ce qui le prouve, c'est que la destruction de ces valvules entraîne avec elles la disparition de ce bruit.

154. Force et travail mécanique du cœur. — La force du cœur est celle qui détermine le mouvement du sang après avoir surmonté toutes les résistances. Elle est égale au poids d'une colonne de sang qui a pour base l'unité et une hauteur H qui mesure la pression de ce liquide dans l'intérieur du cœur. Cette pression évaluée au moyen du sphygmographe par Chauveau et Marey, est représentée, en colonne de mercure, par les nombres suivants :

| | |
|--------------------------|---------------------|
| pour l'oreillette droite | 2 ^{mm} ,5 |
| ventricule droit | 25 ^{mm} ,0 |
| ventricule gauche | 17 ^{mm} ,0 |

La comparaison de ces nombres montre que la force du ventricule droit n'est que le cinquième de celle du ventricule gau-

che, résultat qui est en rapport avec la différence de masse musculaire des deux cœurs et avec la différence de résistance qu'ils doivent surmonter.

MOUVEMENT DU SANG DANS LES VAISSEAUX.

155. Pour bien comprendre le mouvement du sang dans les vaisseaux, il importe de rappeler d'abord la disposition générale de l'appareil vasculaire. On sait que, quand un tronc se bifurque, le calibre des deux branches est supérieur à celui du vaisseau qui lui a donné naissance; il suit de là que le système artériel va en s'élargissant du centre à la périphérie, on peut donc, au point de vue mécanique, faire abstraction de la forme ramifiée de l'arbre artériel et le remplacer par un cône dont le sommet est au cœur et dont la base très-élargie est formée par les capillaires. La même chose s'applique au système veineux. Théoriquement, on peut donc figurer le système vasculaire de la grande circulation par deux cônes adossés par leurs bases et ayant leurs sommets au cœur; on peut de même représenter la circulation pulmonaire par un autre double cône en communication avec le premier au moyen des quatre cavités du cœur (fig. 100).

Ceci posé, connaissant la circulation cardiaque, il nous sera facile, au moyen de cette figure schématique, d'établir les conditions générales de la circulation dans les artères, dans les capillaires, dans les veines, et de mesurer la pression et la vitesse du sang en un point quelconque du trajet circulatoire. Or la première cause de la circulation, la cause la plus importante, est le mouvement rythmique du cœur : à chaque systole, les ventricules refoulent dans les artères une colonne de sang d'environ 200 grammes, et chaque oreillette reçoit par les veines une quantité égale de ce liquide. L'effet de cette contraction est d'exercer une pression considérable au sommet du cône artériel, pression qui va en diminuant à mesure qu'on s'éloigne des ventricules jusqu'aux limites du système capillaire, à cause des résistances. Il y a, au contraire, au sommet du cône veineux une pression nulle ou même négative déterminée par le relâchement subit de l'oreillette correspondante. Cette inégalité de pression donne lieu à un courant sanguin qui marche des artères vers les veines jusqu'à ce qu'il s'établisse un équilibre hydrostatique; mais, les contractions cardiaques se répétant périodiquement, l'excès de pression, à l'origine du système artériel, sur celle qui existe à

l'autre extrémité se reproduit sans cesse, et l'écoulement continue dans le même sens. C'est ainsi qu'au point de vue mécanique, le cœur fait l'office d'une pompe à double courant.

Nous allons maintenant étudier les changements et les modifications qu'éprouve le mouvement du sang successivement dans les artères, dans les vaisseaux capillaires et dans les veines.

CIRCULATION ARTÉRIELLE.

156. La principale cause du cours du sang dans les artères est le mouvement rythmique du cœur : à chaque systole, une ondée sanguine pénètre par compression dans le cône artériel comme le ferait le coup de piston d'une pompe foulante. La force impulsive du sang étant intermittente, le courant, à la sortie du ventricule, l'est aussi ; mais, à mesure qu'il s'éloigne du cœur, ce mouvement tend à devenir régulier et constant jusqu'à ce qu'il le soit en réalité dans les capillaires et dans les veines : c'est ce que l'on peut constater expérimentalement : en ouvrant une artère, on voit le sang s'échapper d'une manière continue ; Le jet, il est vrai, augmente un peu à chaque systole, mais il ne s'arrête pas pendant la diastole, tandis que, si l'on observe le mouvement dans les petites artères, on voit que l'écoulement s'effectue d'une manière uniforme.

157 Rôle de l'élasticité des artères. — Cette transformation graduelle d'un mouvement intermittent en un mouvement régulier résulte de ce que le sang circule dans un système de canaux élastiques, ce qui est conforme aux lois de l'écoulement des liquides dans des tubes élastiques, sous une pression intermittente.

L'élasticité artérielle joue le même rôle que la chambre à air d'une pompe à incendie. L'eau expulsée du corps de pompe comprime l'air du réservoir pendant la descente du piston ; l'air ainsi refoulé réagit à la manière d'un ressort et chasse le liquide pendant l'ascension du piston. De même, l'ondée sanguine poussée par la systole distend les parois artérielles et en augmente le calibre ; dès que l'action cesse, les parois revenant sur elles-mêmes compriment le fluide qui les presse et le chassent au-devant d'elles.

Un autre effet de cette élasticité est d'augmenter la quantité

de liquide qui s'écoule et de rendre plus efficace l'action du cœur. C'est ce qui résulte des expériences de Marey. Ce physiologiste a démontré que, dans l'écoulement du liquide sous pression intermittente, la quantité de liquide débité est plus grande dans les tubes élastiques que dans les tubes rigides.

L'élasticité artérielle remplit donc deux usages importants dans la circulation : d'une part, elle économise au cœur un déploiement de forces considérables ; d'autre part, elle fournit aux vaisseaux un débit régulier.

138. Contractilité artérielle. — Outre cette propriété, les artères possèdent encore la propriété contractile. Ces vaisseaux, par le resserrement des fibres lisses de leurs parois, peuvent modifier activement leur calibre et par suite la circulation ; comme les fibres circulaires abondent surtout dans les petites artères, ce sont elles qui manifestent cette contractilité avec le plus d'énergie.

Ces propriétés contractiles sont utilisées pour arrêter les hémorragies ; et les hémostatiques dont on fait usage, dans ce cas, n'ont pas seulement pour but de coaguler le sang, mais encore d'exciter la contractilité des petites artères et d'en diminuer le calibre. Le froid, surtout, est très-propre à amener ces contractions. La rougeur de la face, sous l'influence d'une émotion légère, et quelquefois sa pâleur, sous l'influence d'une émotion plus vive, sont une preuve de la contractilité artérielle.

POULS.

139. — Lorsqu'on applique le doigt sur une artère qui repose sur un plan résistant, on perçoit, à chaque systole ventriculaire, un choc particulier auquel on donne le nom de *pouls*. Ce phénomène est déterminé par l'arrivée subite d'une ondée sanguine laquelle donne lieu à une dilatation artérielle isochrone à la systole ventriculaire. Mais la propagation de l'ondulation exigeant un certain temps, la pulsation artérielle ne coïncide pas rigoureusement avec la systole ; il s'écoule un certain temps qui augmente à mesure qu'on s'éloigne du cœur : Ainsi le pouls de la radiale est un peu en retard sur celui de la carotide et en avance sur celui de la pédieuse ; Mais ces retards sont très-petits et ne dépassent pas $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{12}$ de seconde. La déformation du vaisseau sous le doigt qui le presse est une

condition nécessaire pour percevoir la pulsation d'une artère ; c'est pourquoi on ne sent aucun soulèvement lorsqu'on déprime une artère entourée de parties molles et qui fuit sous la compression qu'on exerce. Les artères radiale, temporale, pédieuse, qui reposent sur des plans osseux, sont très-propres à l'étude du phénomène du pouls.

La production du pouls est donc liée intimement aux changements de pression du sang dans les artères : chaque fois que le doigt est soulevé, ce mouvement indique qu'une systole lance une ondée sanguine dans l'arbre artériel ; lorsque les parois s'affaissent, le ventricule est à l'état de repos et le sang continue à s'écouler peu à peu dans l'arbre veineux.

Le nombre de pulsations, chez l'homme, est de 60 à 70 ; dans la première enfance, il est de 134 ; puis il descend à 100 et plus

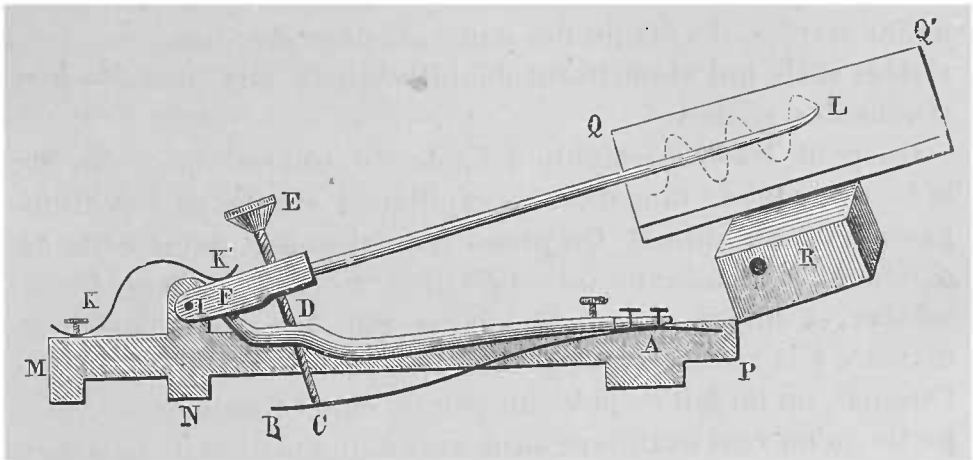


Fig. 103. — Sphygmographe.

AB, ressort qui s'applique sur l'artère. — EC, vis de pression. — D, levier mû par le ressort (AB). — FL, levier mû par D. — KK, ressort. — QQ', plaque motrice. — R, moteur. — MNP, support.

tard à 90 ; il atteint le nombre 70 à l'âge adulte ; enfin il augmente dans la vieillesse.

La fréquence du pouls varie avec l'âge, le sexe, l'alimentation, etc.

Dans ces dernières années, divers appareils nommés sphygmographes ont été inventés pour étudier avec précision les caractères du pouls, c'est-à-dire sa forme, son rythme et sa fréquence. tous ces instruments consistent en un petit levier dont la plus courte branche exerce une pression légère sur l'artère et dont la plus longue munie d'un crayon trace sur une feuille de pa-

pier animé d'un mouvement uniforme les déplacements amplifiés des pulsations artérielles (fig. 103).

Cette méthode autographique donne des résultats très-exacts parce qu'elle supprime les impressions personnelles, qui sont variables et incertaines, et les remplace par des indications qui sont toujours très exactes. Le sphygmographe de Marey est le plus simple et le plus généralement employé. (*V. cardiographe*, fig. 101).

CIRCULATION CAPILLAIRE.

140. Le sang, parvenu dans les dernières ramifications des artères, s'engage dans les vaisseaux capillaires où il prend un mouvement continu et uniforme. Là, par suite des innombrables anastomoses qui font de ces vaisseaux des réseaux à mailles plus ou moins serrées, il s'établit des courants dans des directions très-variées mais qui aboutissent définitivement aux premières divisions des veines.

On peut très-facilement, à l'aide du microscope, observer le mouvement du sang dans les capillaires sur des parties transparentes d'un animal. On prend ordinairement, pour cette expérience, la membrane interdigitale d'une grenouille ou le mésentère, et mieux encore la langue que l'on peut étaler de manière à la rendre transparente. Pour éviter le mouvement de l'animal, on lui fait respirer un peu de chloroforme et on fixe la partie qu'on veut examiner au-dessus d'une plaque de liège percée d'une petite ouverture. La queue du Têtard, les embryons des Poissons se prêtent très-bien à ce genre d'observations. On aperçoit les globules qui se meuvent d'un mouvement uniforme et continu au milieu d'un liquide incolore, roulant les uns sur les autres comme des cailloux emportés par un torrent. Dans les capillaires larges, la vitesse du courant sanguin est considérable, surtout vers le centre; dans les plus petits vaisseaux, les globules cheminent avec une certaine lenteur, s'allongent et s'infléchissent pour traverser ces canaux plus étroits. D'autres fois, au milieu de ce réseau inextricable, on voit des globules arrivant dans des directions opposées passer un à un dans un capillaire unique et, quelquefois, derrière eux, apparaît une colonne sanguine qui, immobile d'abord, se met tout à coup en marche.

La cause véritable de la circulation capillaire est l'impulsion cardiaque qui, par l'intermédiaire des parois artérielles, se transforme en une pression constante laquelle détermine un mouvement uniforme. L'action directe de l'impulsion du cœur sur la circulation capillaire est démontrée par ce fait que le cours du sang qui, dans l'état normal, est uniforme, se transforme dans certaines circonstances en un mouvement saccadé, comme dans les grosses artères. C'est ce que l'on observe toutes les fois que l'organisme est épuisé et que les artères privées de leurs propriétés élastiques laissent passer le flot sanguin comme le feraient des tubes rigides. Cette intermittence peut être constatée facilement sur la Grenouille : en liant, par exemple, les veines de la cuisse, on observe des mouvements saccadés et même oscillatoires.

L'influence du cœur sur le cours du sang dans les capillaires étant établie, il ne nous reste plus qu'à signaler les résistances qu'éprouve dans ces vaisseaux le courant qui les traverse. Lorsqu'on examine au moyen du microscope le mouvement du sang dans les capillaires, on reconnaît facilement que le courant est plus rapide dans l'axe des vaisseaux que le long des parois. Il se produit à la face interne des capillaires une couche adhérente de plasma qui diminue considérablement la vitesse.

Les expériences de Poiseuille sur le mouvement des liquides dans des tubes capillaires établissent les deux lois suivantes :

1° Les quantités de liquide écoulé à travers des tubes de même diamètre sont en raison inverse de la longueur des tubes et en raison directe de la pression.

2° Ces quantités sont proportionnelles aux quatrièmes puissances des diamètres de ces tubes.

Ainsi, par exemple, si nous désignons par 1 le volume du sang qui s'écoule d'un tube capillaire d'un centième de millimètre, le volume qui s'écoulera d'un tube de $\frac{1}{2}$ centième de millimètre sera 16 fois moindre. Ces deux lois montrent le rôle que joue dans la circulation l'étendue des réseaux capillaires et le calibre des vaisseaux qui les constituent.

Du reste, les capillaires sont sujets à des changements de volume dont les causes sont variées : les unes sont dues à l'influence des tensions intérieures du fluide sanguin ; les autres résultent de la contractilité propre de ces canaux, contractilité qui amène des alternatives de dilatation et de rétrécissement.

Toutes ces influences modifient plus ou moins pendant un temps variable les circulations locales : Ainsi le froid ralentit la circulation capillaire ; la chaleur l'accélère.

CIRCULATION VEINEUSE.

141 Le mouvement du sang dans le système veineux est dû aussi à l'impulsion du cœur. Le sang, après avoir traversé les capillaires, s'engage dans les veines c'est-à-dire du côté où la résistance est moindre. Comme, dans le reste du système vasculaire, la circulation veineuse se produit donc sous l'influence de la différence de pression qui existe au sommet des cônes artériels et veineux ; cependant, cette inégalité ne serait pas suffisante pour donner lieu à la progression régulière et constante du fluide sanguin, si d'autres circonstances n'intervenaient pour contrebalancer les obstacles que la pesanteur, les compressions, etc., opposent à cette circulation.

Aussi à l'action du cœur s'ajoutent l'influence des valvules, la dilatabilité et la contractilité des parois veineuses, les contractions musculaires et les mouvements respiratoires.

La disposition des valvules ne permet au sang de progresser que dans une seule direction, celle qui le ramène au cœur, en sorte que toutes les causes extérieures qui, en comprimant les veines, tendent à les vider du liquide qu'elles contiennent, ont pour effet de déplacer la colonne sanguine dans une direction centripète. On sait, en effet, que les valvules sont disposées de manière qu'elles s'écartent pour laisser un libre passage au sang qui des capillaires se rend au cœur ; elles se rapprochent et s'abaissent toutes les fois que le sang tend à rétrograder ; de plus, les veines étant plus dilatables que les artères, cette propriété jointe à leur contractilité concourt encore au cours du sang.

L'action musculaire contribue d'une manière efficace à ce mouvement. Les muscles, en se contractant, se gonflent et durcissent ; les veines plongées dans leur épaisseur ou situées au-dessous étant comprimées, s'aplatissent et se vident dans le sens déterminé par les valvules. L'influence des contractions musculaires sur la rapidité du sang est mise en évidence dans l'opération de la saignée : si le membre est au repos, le sang s'écoule en moindre quantité que si l'on fait contracter l'avant-bras et la main.

Enfin les mouvements respiratoires constituent un accessoire puissant au cours du sang veineux : pendant l'inspiration, l'agrandissement de la cage thoracique produit une diminution de pression qui a pour effet l'entrée de l'air dans les poumons ; sous l'influence de cette cause, les gros troncs veineux se dilatent et se gonflent et la circulation devient plus active. Pendant l'expiration, il est vrai, un phénomène inverse se produit ; les parois veineuses sont alors soumises à une augmentation de pression qui tend à chasser le sang hors de la cage thoracique ; mais cet obstacle est compensé par le jeu des valvules.

PRESSION SANGUINE.

142. Nous avons vu qu'à chaque contraction, le ventricule lance 180 à 200 grammes de sang dans l'arbre artériel, ce qui a pour effet d'y maintenir une pression qui diminue du cœur aux capillaires et des capillaires au cœur.

La valeur maxima a lieu à l'origine de l'aorte, au moment de la systole ventriculaire, et le minima, au sommet du cône veineux, au moment de la diastole. On peut mesurer la pression moyenne exercée par le sang contre les parois des grosses artères au moyen de manomètres que l'on met en communication avec ces vaisseaux. Le plus simple est l'hémodynamomètre de Poiseuille qui n'est autre chose qu'un manomètre à air libre en forme de siphon dont la branche horizontale communique avec l'artère. Du mercure occupe les deux branches jusqu'à un certain niveau ; au-dessus de A est une solution de carbonate de soude qui retarde la coagulation.

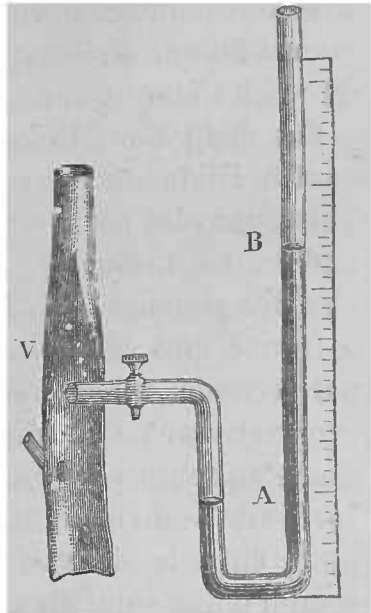


Fig. 104.
Hémodynamomètre.

Le sang, en pressant sur le mercure, le fait descendre en A et monter en B ; la différence de niveau AB mesure la pression sanguine. On trouve ainsi que la pression moyenne varie entre 150 et 190 millimètres de mercure ; chez le cheval, elle est égale à 280 millimètres et chez le chien à 150 millimètres ; dans les veines voisines du cœur, la pression est à peu près le dixième ou le vingtième de celle des

artères correspondantes. On n'a pu mesurer directement la pression capillaire, mais on peut admettre qu'elle est intermédiaire entre celle des veines et celles des artères.

Les expériences faites sur des animaux de toute taille ont donné à peu près les mêmes nombres, ce qui démontre que la pression sanguine est indépendante de la taille. On peut donc appliquer à l'homme les valeurs numériques fournies par les autres Mammifères.

145. Vitesse du sang. — Bien que le sang soit mis en mouvement par un moteur unique, le cœur, ce liquide n'a pas la même vitesse dans toute l'étendue du cône artériel. Cette vitesse dépend de la forme et de la direction du vaisseau considéré ainsi que de son calibre, et elle est d'autant plus grande qu'il a une section moindre. C'est ainsi qu'à la base du double cône (système capillaire), le courant sanguin est lent, tandis qu'au sommet, c'est-à-dire à l'origine de l'aorte et des veines caves, il atteint sa plus grande valeur, conformément à ce que l'on observe dans le courant d'une rivière qui diminue de rapidité à mesure que son lit va en s'élargissant.

Ces déductions théoriques peuvent être vérifiées en observant à l'aide du microscope le mouvement des globules sanguins dans les parties transparentes d'une Grenouille, ou bien encore en mesurant à l'aide de l'ophthalmoscope la marche des globules dans les vaisseaux réiniens de l'homme. On a trouvé que cette vitesse, est d'environ 0^{mm},5 à 1 millimètre par seconde, valeur très-faible quand on la compare à celle des gros vaisseaux. Cette diminution a pour cause l'adhérence du liquide aux parois artérielles et les frottements. Enfin, pour mesurer la vitesse du courant sanguin dans les gros vaisseaux, on interpose, entre les deux bouts d'une artère coupée, un tube de verre rempli d'une solution alcaline et on détermine le temps que ce liquide met à se déplacer sous l'influence de la pression du sang: C'est ainsi qu'on a trouvé, qu'à l'origine de l'aorte, cette vitesse est de 400 millimètres; à la carotide, elle est de 300 millimètres; à la crurale, elle n'est plus que de 160 millimètres et à la pédieuse, elle tombe à 50 millimètres; dans la jugulaire on trouve 225 millimètres.

On peut déterminer la durée d'un mouvement circulatoire complet, c'est-à-dire le temps que met le sang partant du ventricule pour y revenir. En admettant, qu'à chaque systole, il

entre dans les artères 200 grammes de sang et que la quantité totale de liquide soit égale à 6 kilogrammes, on trouve que 30 pulsations cardiaques suffisent pour que la totalité du sang passe dans le cœur, ce qui exige une durée d'environ 30 secondes. Cette vitesse de la circulation explique la rapidité avec laquelle sont absorbées les substances introduites dans l'organisme.

HISTORIQUE DE LA CIRCULATION DU SANG.

144. Les médecins de l'antiquité n'avaient que des idées vagues et imparfaites sur la circulation. Hippocrate, Aristote, Hérophile, Érasistrate petit-fils d'Aristote, qui vivaient au cinquième et au quatrième siècle avant l'ère chrétienne, avaient remarqué que le sang était contenu dans un système de canaux membraneux (les *veines*), en communication avec le cœur et chargés de conduire le sang dans toutes les parties du corps; ils distinguaient, en outre, un autre système de vaisseaux (les *artères*) qu'ils regardaient comme remplis d'air.

Galien (130 ap. J.-C.) démontra, par des expériences directes faites sur des animaux vivants, que les artères sont aussi des vaisseaux sanguins chargés comme les veines de distribuer le sang; de plus, il admit que ces deux ordres de vaisseaux communiquaient librement entre eux par l'intermédiaire de petites ouvertures pratiquées dans la cloison qui sépare les deux ventricules.

La doctrine de Galien régna dans la science pendant plus de treize siècles. Ce n'est qu'à l'époque de la renaissance que Vésale, le fondateur de l'anatomie moderne, réfuta l'erreur du médecin de Pergame en montrant que la cloison interventriculaire n'était pas perforée et, par suite, que le sang ne pouvait se rendre ainsi d'un ventricule à l'autre. Néanmoins, il continua à admettre avec les anciens que les veines sont aussi les distributeurs du sang dans les organes.

A peu près vers cette même époque (1553), Michel Servet, dans un ouvrage célèbre de théologie qui lui valut d'être brûlé vif par ordre de Calvin, annonçait, sans le démontrer, le passage du sang du ventricule droit au ventricule gauche à travers les vaisseaux pulmonaires et découvrait la circulation pulmonaire ou petite circulation. Ce résultat fut confirmé plus tard par les travaux de Colombo de Padoue et de Césalpin de Pise.

En 1574, Fabrice d'Acquapendente signala dans les veines la présence de valvules sans en faire une application à la direction centripète du cours du sang veineux.

Telle était l'état de la science, quand Guillaume Harvey (1657) publia son immortel ouvrage sur la circulation. Dans cet écrit, Harvey trace avec netteté les mouvements rythmiques du cœur; il montre les contractions alternatives des oreillettes et des ventricules, le jeu des valvules du cœur et le rôle des valvules veineuses dans la marche générale du sang. C'est ainsi que, s'appuyant sur la méthode expérimentale, il put établir la circulation générale du sang et distinguer la grande de la petite circulation.

En 1661, Malpighi constata le passage direct du sang des artères dans les veines, en examinant au microscope la circulation capillaire dans une partie transparente d'une Grenouille. Les injections de matières colorantes dans le système vasculaire sont la preuve la plus directe de la continuité entre les artères et la veine, entre les voies centripètes et les voies centrifuges.

DE LA CIRCULATION CHEZ LES ANIMAUX INVERTÉBRÉS.

145. Protozoaires. — Dans ces organismes inférieurs, l'absence de tout fluide nourricier préparé par la digestion conduit à l'absence de tout appareil vasculaire différencié.

Les mouvements du protoplasma, la formation de pseudopodes et la contraction dont ils sont le siège donnent lieu à des courants incessants qui sont rendus visibles par le déplacement de fines granulations qui y ont pénétré. On a observé ces mouvements dans les pseudopodes des *Rhizopodes*, aussi bien que dans le corps des *Radiolaires*; et même, chez quelques infusoires, on a constaté un courant circulaire des éléments nutritifs (*Paramécies*), suivant une direction déterminée.

146. Zoophytes (Cœlentérés). — Le système gastro-vasculaire des Cœlentérés que nous avons déjà décrit, à propos de la digestion, remplace, chez ces animaux, les organes circulatoires et, par suite, exclut la présence d'un appareil spécial affecté à cette fonction. Le liquide nourricier, qui est du chyme mélangé à de l'eau, est distribué dans le corps, en partie, par les cils vibratiles qui tapissent les parois des canaux et leurs appendices, en partie, par la contraction du corps et de ces canaux. Ce mode

de distribution, auquel Milne-Edwards a donné le nom d'*irrigation gastrique*, se rencontre avec des formes plus ou moins compliquées, suivant la disposition générale du corps, dans la grande classe des *Acalèphes* (*Hydres*, *Sertulaires*, *Méduses*, *Syphonophores*, *Cténophores*), chez les *Actinies* et chez les *Coraliaires*. Milne-Edwards a eu plusieurs fois l'occasion de constater dans le corps de ces animaux l'existence de courants rapides marqués par le déplacement de granulations tenues en suspension dans le fluide nourricier.

147 Mollusques. — L'appareil circulatoire des Mollusques présente diverses modifications qui sont en rapport avec les organes respiratoires. Tous les Mollusques ont un cœur aortique ou *artériel* situé au milieu de la région dorsale du corps et composé, au moins, d'une oreillette et d'un ventricule. Entre le cœur et l'intestin se trouvent deux sacs, les organes de Bojanus, qui s'ouvrent dans le système vasculaire. Le fluide sanguin est ordinairement incolore ; c'est le cas des Lamellibranches et des Gastéropodes. Quelquefois il a une teinte rouge, bleue, violette ou verte, comme on l'observe chez quelques Gastéropodes et chez les Céphalopodes, mais toujours les corpuscules sont incolores.

1° Le cœur des *Lamellibranches* (*Huîtres*, *Moules*, *Mactres*, *Bucardes*), placé dans la région dorsale, est traversé par la terminaison de l'intestin. Il se compose d'une oreillette et d'un ventricule ou de deux oreillettes et d'un ventricule (Moule commune) et, quelquefois, le ventricule est complètement séparé en deux moitiés par le passage du rectum à travers le cœur (*Arche*). Des troncs aortiques distribuent le sang aux divers organes d'où il se rend dans des cavités lacunaires, sorte de réservoirs sanguins qui remplacent le système veineux ; de là, il traverse les parois des glandes de Bojanus, se rend aux branchies et est ramené au cœur.

2° Les *Gastéropodes* (*Haliotides*, *Patelles*, *Éolides*, *Triton*, *Doris*, etc.), ont un cœur composé d'un ventricule arrondi et d'une oreillette de forme variable. L'intestin traverse cet organe chez plusieurs Gastéropodes (*Nérite*, *Néritine*, etc.) ; quelques-uns ont même deux oreillettes, disposition qui rattache ces animaux au groupe des Lamellibranches. Le ventricule envoie une artère principale (*aorte*), dont les divisions se distribuent dans les organes et vont se perdre dans des lacunes sanguines. Les voies de retour du sang sont différentes suivant

la forme et la disposition des organes respiratoires. Chez un certain nombre de Gastéropodes, le sang, après avoir été vivifié par son passage à travers les branchies, arrive directement dans l'oreillette sans le concours des veines; mais lorsque les branchies atteignent le plus haut développement, le sang se réunit dans des troncs veineux spéciaux qui débouchent dans l'oreillette; et même, chez les Gastéropodes pulmonés (*Colimaçon*, *Limace*, *Hélice*, *Lymnée*), les vaisseaux qui partent des cavités lacunaires constituent des canaux à parois distinctes qui, en pénétrant dans le sac pulmonaire, se résolvent en réseaux capillaires; ceux-ci donnent naissance ensuite à plusieurs autres

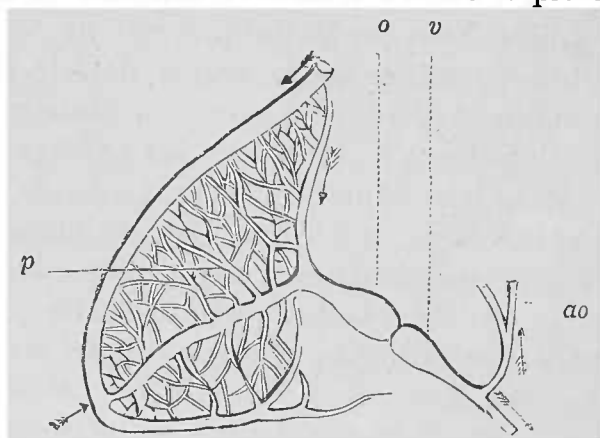


Fig. 105. — Circulation dans un Mollusque Gastéropode (*Colimaçon*).

p, sac pulmonaire avec son réseau vasculaire. — *o*, oreillette.
v, ventricule aortique. — *ao*, aorte et ses divisions.

gros vaisseaux, lesquels se réunissent en une veine pulmonaire qui se rend à l'oreillette (fig. 105).

3° Le cœur des Céphalopodes (*Nautile*, *Poulpe*, *Sèche*, *Calmar*, etc.), est situé sur le côté dorsal de l'intestin. Il est essentiellement formé par un ventricule arrondi qui reçoit le sang par des gros vaisseaux branchiaux dont le nombre correspond aux branchies, savoir : quatre pour le *Nautile* et deux pour les autres Céphalopodes. Ces veines portent, à leur point d'insertion, des élargissements contractiles que l'on considère comme des oreillettes.

Deux troncs artériels émanent du cœur et fournissent les diverses branches qui distribuent le sang aux organes. Un système capillaire bien développé établit le passage entre les artères et les veines.

Le système veineux est constitué par de véritables troncs

ayant des parois distinctes, mais aussi par de larges cavités qui sont des véritables lacunes analogues à celles que l'on trouve chez les autres Mollusques. La cavité du corps représente un grand réservoir périgastrique, et les organes qu'elle renferme sont baignés dans le sang veineux.

Enfin, chez la plupart des Céphalopodes, les artères branchiales portent un sac à parois charnues contractiles qu'on a dé-

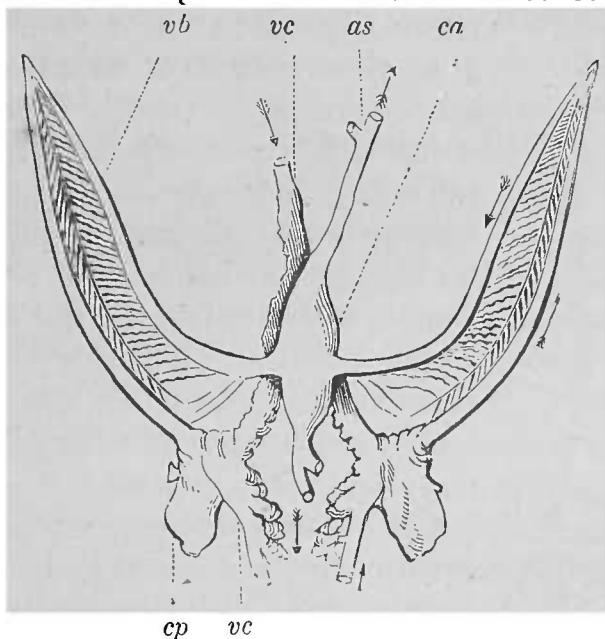


Fig. 106. — Circulation dans un Mollusque Céphalopode (le Calmar).

vc, vc, veines caves qui se rendent dans les sinus contractiles. — *cp*, cœur branchial. — *ab*, artère branchiale. — *vb*, veine branchiale. — *ca*, cœur aortique duquel part l'aorte supérieure *as* et l'aorte inférieure.

signé sous le nom de *cœur branchial*, *cœur veineux*, et qui, par ses brusques pulsations, aide à la circulation sanguine.

148. Vers. — Dans les divisions inférieures (*Trématodes*, *Cestoïdes*, *Rotifères*), c'est par une sorte d'infiltration des parois de la cavité digestive que le liquide nourricier se répand dans la trame des tissus, sans qu'on puisse distinguer une voie spéciale pour la circulation. Blanchard, d'après ses propres observations, admet l'existence d'un système vasculaire chez les Trématodes et chez les Cestoïdes.

Dans la classe des *Annélides* (*Lombric terrestre*, *Serpule*, *Arénicole*), l'appareil de la circulation est construit sur un plan qui est toujours le même. Il consiste en : 1° un *vaisseau dorsal* médian considéré comme artériel, contractile, que l'on a comparé à un cœur, et dans lequel le sang a une direction parfait-

tement déterminée; 2° un *vaisseau ventral* médian, veineux, placé au-dessous du canal digestif, qui s'anastomose, surtout à ses deux extrémités, avec le tronc dorsal.

Chez certaines Annélides, il existe, en outre, deux *vaisseaux latéraux* qui communiquent avec les premiers : c'est ce qui a

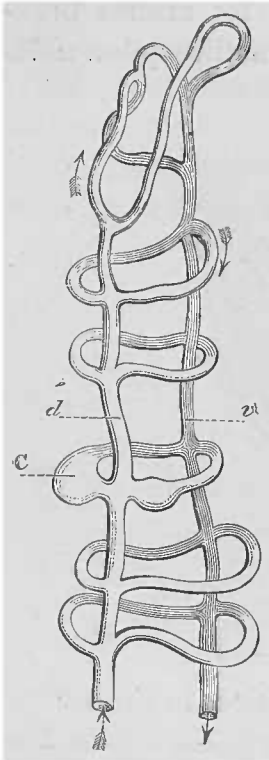


Fig. 107. — Système circulaire chez le Lombric.

d, vaisseau dorsal. — *v*, vaisseau ventral. — *c*, vaisseau transverse élargi représentant le cœur.

lieu dans la famille des *Hirudinées*. C'est ainsi que, dans la Sangsue, l'appareil vasculaire comprend : 1° un tronc médian *dorsal*; 2° un tronc *ventral*; 3° deux troncs *latéraux* longitudinaux qui envoient de nombreux rameaux à la surface cutanée. On considérerait autrefois le vaisseau dorsal comme un cœur, par analogie avec ce qui existe chez les insectes; mais il semble plutôt, que ce sont les vaisseaux latéraux qui jouent le rôle d'organe central; on y observe, en effet, des mouvements contractiles qui se transmettent de proche en proche jusqu'à l'extrémité postérieure (fig. 107).

149. Échinodermes. — Le sang des *Holothuries* circule dans un système de canaux membraneux distincts consistant en un vaisseau annulaire placé autour de l'œsophage, qui reçoit des ramifications provenant de l'intestin et se met en relation avec un second vaisseau circulaire qui paraît être contractile et qu'on a comparé à un cœur : ces deux vaisseaux émettent des ramifications rayonnantes dans les tentacules. On reconnaît dans cet ensemble l'ébauche d'un

système circulaire particulier.

Chez les *Astérides*, les troncs principaux des vaisseaux sanguins forment deux anneaux, l'un autour de l'œsophage, l'autre autour de l'anus; ils sont réunis par un canal contractile qui constitue un véritable cœur. Ce système envoie aussi quelques rameaux au canal digestif. On trouve des dispositions semblables dans l'*Échinide* (fig. 108).

150. Crustacés. — Le type le plus parfait de l'appareil circulaire est celui que l'on observe dans les Crustacés supérieurs, les *Décapodes* (Crabes, Homards, Écrevisses, etc.). Le cœur con-

siste en une cavité unique, de forme presque cubique, logé dans le céphalo-thorax et entouré d'un péricarde qui le soutient. Il est placé sur le trajet du sang artériel ; c'est donc un cœur *aor-*

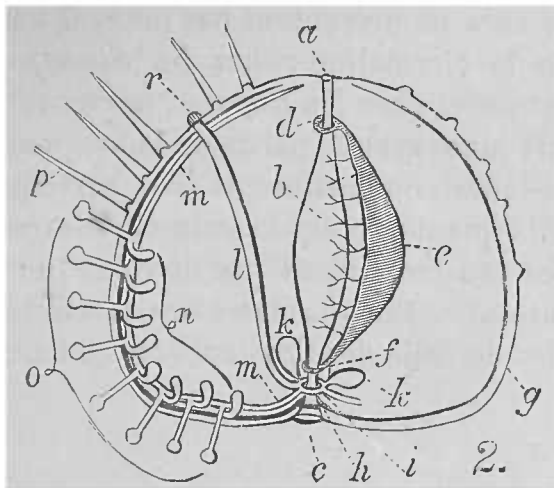


Fig. 108. — Circulation dans l'Echinide.

c, cœur. — *d* et *f*, anneaux vasculaires autour du canal alimentaire.

tique. Une cavité péricardique bien nette entoure cet organe lequel reçoit, par trois paires d'orifices munis de valvules, le sang qui revient des branchies par des vaisseaux afférents (*veines branchiales*). Le sang, poussé par les contractions du cœur, péné-

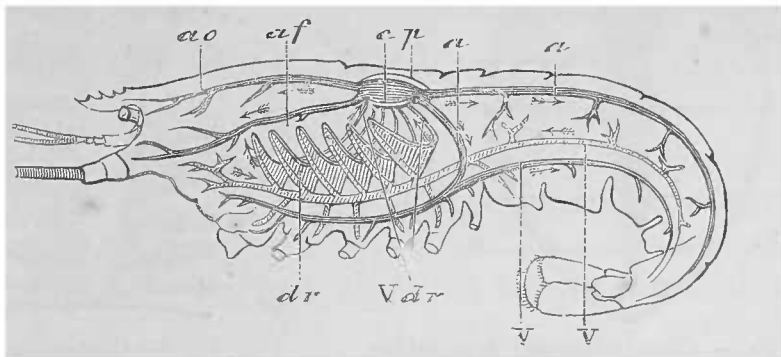


Fig. 109. — Appareil circulatoire du Homard.

c, cœur. — *p*, péricarde. — *ao*, artère antérieure. — *a,a*, artères postérieures. — *af*, artère du foie. — *V,V*, veines. — *dr*, branchies. — *Vdr*, veines branchiales.

tre dans un système de vaisseaux, les artères, qui le distribuent à toutes les parties du corps. Le sang veineux, avant de pénétrer dans le système respiratoire, s'accumule dans les espaces interorganiques baignant ainsi les muscles et les viscères ; c'est en passant par ces lacunes qu'il arrive à un large sinus central logé à la base de chaque branchie, lequel fournit à chacune d'elles un rameau afférent (*artère branchiale*). En traversant l'ap-

pareil respiratoire, il reprend le caractère de sang artériel et retourne au cœur pour recommencer de nouveau son mouvement circulaire (fig. 109).

Tous les Crustacés ne présentent pas un égal développement des organes de la circulation : chez les *Stomapodes* (*Squille*), chez les *Amphipodes* et chez les *Isopodes*, le cœur, de forme tubulaire, parcourt une grande partie de la longueur du corps et se divise en plusieurs compartiments d'où partent des canaux artériels ; mais la manière dont le sang circule est toujours la même. Quelques crustacés n'ont pas de cœur tubulaire.

151. Arachnides. — Dans la classe des Arachnides, la circulation diffère peu de celle des Crustacés : on y trouve un cœur

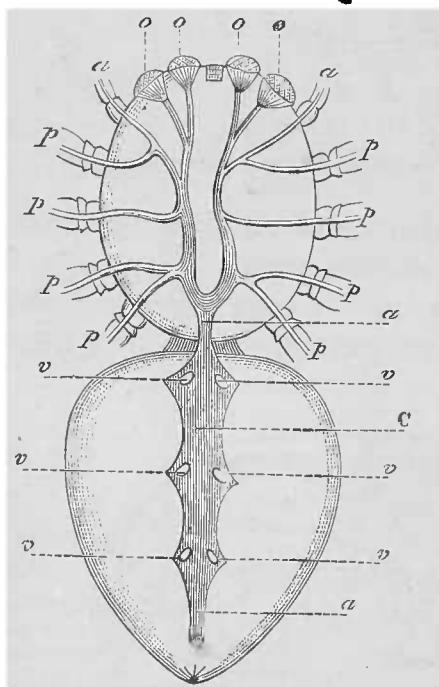


Fig. 110. — Circulation des Arachnides (Lycose).

o,o,o,o, yeux. — *c*, cœur. — *v,v,v,v*, sinus veineux. — *a,a*, artères et leurs ramifications.

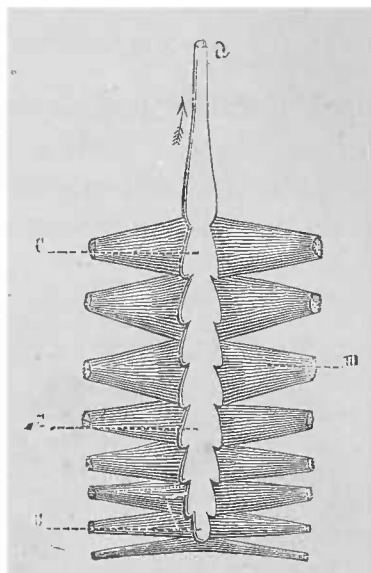


Fig. 111. — Cœur d'un Insecte.

c,c, cœur. — *a*, aorte. — *m*, ailes musculaires du cœur.

aortique allongé et divisé en chambres qui, par ses contractions, chasse le sang dans un système de canaux artériels et le distribue à tous les organes ; le sang se réunit ensuite dans des espaces inter-organiques ou lacunes d'où il est repris par des canaux veineux qui le ramènent au cœur.

C'est le Scorpion qui représente l'appareil circulatoire le plus compliqué et le mieux connu : le cœur, placé sous la ligne mé-

diane, est divisé en huit compartiments ou loges qui sont fixées aux téguments par une sorte de péricarde. Chaque chambre émet une paire de vaisseaux veineux et de nombreuses artères qui se ramifient dans les organes voisins. Comme chez les Crustacés, le sang veineux se rend dans un réservoir d'où il est ensuite conduit dans l'appareil respiratoire ; de là, il passe dans le cœur après avoir traversé le sinus péricardique. Les mêmes dispositions générales se retrouvent dans le système vasculaire des autres Arachnides pulmonaires (*Araignée, Mygale, etc.*).

152 Insectes. — La circulation du sang chez les Insectes, longtemps niée, est aujourd'hui définitivement admise depuis les observations de Carus sur des larves d'Éphémères. En plaçant sur le porte-objet du microscope un Insecte dont les téguments sont très-transparents, on peut constater facilement l'existence de courants sanguins rapides qui parcourent tout le corps et revien-

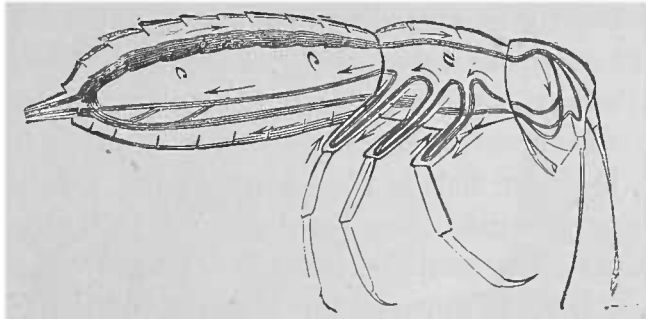


Fig. 112. — Circulation des Insectes.

c, c, vaisseau dorsal. — a, aorte se ramifiant dans la tête et les pattes.

nent à leur point de départ. La partie essentielle de cet appareil est un vaisseau dorsal situé sur la ligne médiane et qui s'étend dans toute la longueur du corps maintenu ainsi dans sa position par des appendices musculaires nommés *ailes du cœur* (fig. 111). Ce vaisseau se compose de deux parties, l'une antérieure, tubuleuse, qui forme une sorte d'aorte, l'autre postérieure, plus large, contractile, qui représente un cœur. Cette dernière portion est séparée par des cloisons transversales perforées au centre en petites chambres cardiaques qui se contractent les unes après les autres. Chacune de ces chambres est munie de petits orifices latéraux qui sont en communication avec des canaux irréguliers formés par les lacunes inter-organiques. La direction du courant sanguin est déterminée par le jeu des valvules qui garnissent les origines des vaisseaux afférents, ce qui empêche le sang qui a pénétré dans le cœur de refluer en arrière. Le

sang, poussé par les contractions successives de cette espèce de ventricule multiple, se distribue dans toutes les parties du corps. On le voit pénétrer dans les pattes, dans les nervures des ailes, passer dans les lacunes et s'engager dans la partie antérieure du vaisseau dorsal par les ouvertures latérales des chambres cardiaques (fig. 112).

DE LA CIRCULATION CHEZ LES ANIMAUX VERTÉBRÉS.

155. Dans la grande division des Vertébrés, l'appareil de la circulation présente un degré de perfectionnement que l'on ne trouve nulle part dans le groupe des Invertébrés.

Le sang des Vertébrés se meut dans un système de tubes membraneux clos de toutes parts qui, par ses nombreuses ramifications, se met en rapport avec tous les organes. La disposition générale de ces tubes rappelle plusieurs conditions existantes déjà dans les quelques Invertébrés et particulièrement chez les Vers. Mais l'apparition d'un organe central contractile entraîne une différenciation considérable : en effet, tandis que, chez les Invertébrés, le cœur naît le plus souvent du vaisseau dorsal, nous le voyons formé, chez les Vertébrés, aux dépens d'une portion ventrale. Un seul Vertébré fait exception ; c'est l'*Amphioxus*, chez lequel l'appareil circulatoire, dépourvu d'un organe central d'impulsion, offre la plus grande ressemblance avec celui des Vers. Il y a, en effet, chez l'*Amphioxus*, pour remplacer le cœur, une série de troncs contractiles chargés de donner le mouvement au sang et qui ont la plus grande analogie avec les bulbes pulsatiles de quelques Annélides. Ce singulier animal est un exemple de dégradation organique, un degré intermédiaire, entre les deux grandes divisions du règne animal.

Chez tous les Vertébrés, un organe unique, le cœur, formé aux dépens du système vasculaire, imprime le mouvement au fluide sanguin. Sous son état le plus simple, il est constitué par un tube divisé en deux chambres, une oreillette et un ventricule veineux. A mesure que l'organisation se perfectionne, le sang, après avoir traversé les poumons, est reçu dans une oreillette particulière qui le déverse dans le ventricule unique. Bientôt une cloison médiane sépare ce ventricule en deux, et alors l'organe central comprend quatre cavités, ce qui donne lieu à deux cœurs : un cœur droit ou veineux, un cœur gauche ou artériel.

Ces considérations nous montrent que le cœur se présente sous trois formes :

1° Un cœur veineux composé d'une oreillette et d'un ventricule (*Poissons* et *Batraciens imparfaits*);

2° Un cœur à trois cavités : deux oreillettes et un ventricule (*Reptiles* et *Batraciens parfaits*);

3° Un cœur à quatre cavités qui appartient aux *Oiseaux* et aux *Mammifères* : deux oreillettes et deux ventricules.

En se fondant sur ces dispositions organiques, les zoologistes appellent les Mammifères et les Oiseaux des Vertébrés à *circulation double et complète* ; les Reptiles, des Vertébrés à *circulation double et incomplète* ; les Poissons, des Vertébrés à *circulation simple et complète*.

154. Poissons. — Chez les Poissons, le cœur, situé sous le cou, dans une cavité formée en arrière par un diaphragme membraneux, se compose d'une oreillette et d'un ventricule placés sur le

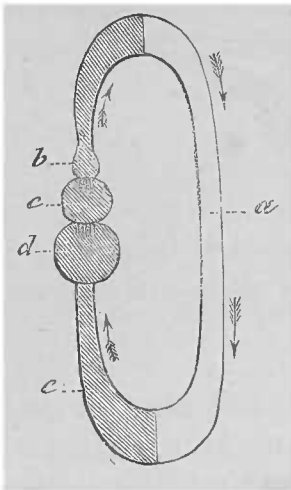


Fig. 113. — Schéma de la circulation chez les Poissons.

d, oreillette. — *c*, ventricule. — *b*, bulbe artériel. — *a*, système artériel. — *e*, système veineux.

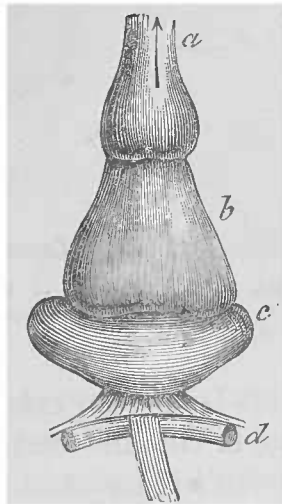


Fig. 114. — Cœur du Thon.

a, bulbe artériel. — *b*, ventricule. — *e*, oreillette. — *d*, veines caves.

trajet du sang veineux. Il correspond donc au cœur droit des Mammifères ; au ventricule s'ajoute, le plus souvent, un renflement contractile appelé *bulbe artériel*. Le sang rapporté par les veines de toutes les parties du corps s'engage dans un réservoir ou *sinus* qui débouche dans l'oreillette ; en quittant le sinus veineux, il pénètre dans l'oreillette, traverse le ventricule et le bulbe artériel où il reçoit successivement une impulsion qui le dirige

par un tronc unique vers l'appareil de la respiration. De ce tronc, partent, des deux côtés, le long des arcs branchiaux, des vaisseaux recourbés en forme de crosses dont le nombre est de quatre chez les Poissons osseux, de cinq chez les *Plagiostomes* ou *Sélaciens*, de six à sept, chez les *Cyclostomes* : on donne à ces arcs aortiques le nom d'*artères branchiales*. Chacune de ces artères se décompose en un réseau capillaire qui se distribue dans les feuillets branchiaux. Après avoir subi l'action de l'oxygène de l'air dissous dans l'eau, le sang remonte par les *veines bran-*

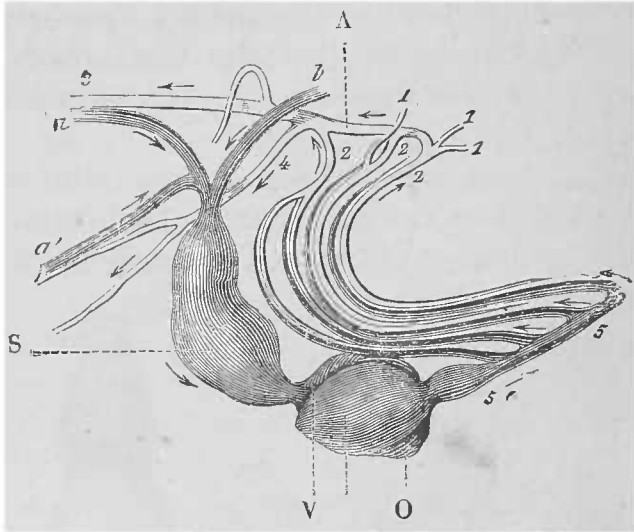


Fig. 115. — Cœur et gros vaisseaux de la Carpe.

O, oreillette. — V, ventricule. — S, sinus veineux qui reçoit le sang noir des veines caves, (a, a', b). A, artère dorsale recevant le sang des veines branchiales (2). — 5, artères branchiales et ses divisions.

chiales vers la base du crâne où il se réunit dans un grand canal qui longe la colonne vertébrale, depuis la partie antérieure de la tête jusqu'à l'extrémité de la queue; c'est l'*aorte dorsale*, dont les diverses ramifications portent le sang artérialisé dans tous les organes. Enfin le sang est repris par le système veineux qui le verse dans un réservoir, le vestibule de l'oreillette. Outre le système de la veine porte hépatique, il existe, chez les Poissons, le système de la veine porte rénale. Le caractère de la circulation des Poissons est donc d'avoir un cœur simple veineux qui est traversé par toute la masse du sang; la circulation est dite simple et complète.

155. Batraciens. — L'appareil circulatoire des Batraciens imparfaits, c'est à dire à l'état de têtard ou de larve, offre des dispositions analogues à celui des Poissons pendant tout le temps que

ces animaux respirent au moyen des branchies; plus tard, lorsqu'ils ont atteint l'état parfait et qu'ils possèdent des poumons, le système vasculaire se modifie pour s'adapter au service d'une respiration pulmonaire.

Dans la première période, le cœur des Batraciens se compose d'une oreillette et d'un ventricule avec bulbe artériel : c'est ce que l'on observe chez les têtards de la Grenouille, chez les larves des Tritons, etc. Dans la seconde période, soit que le Batracien ne possède que des poumons, soit qu'il possède à la fois des poumons et des branchies, l'oreillette se sépare en deux loges par une cloison verticale : il y a alors deux oreillettes, l'une droite qui reçoit

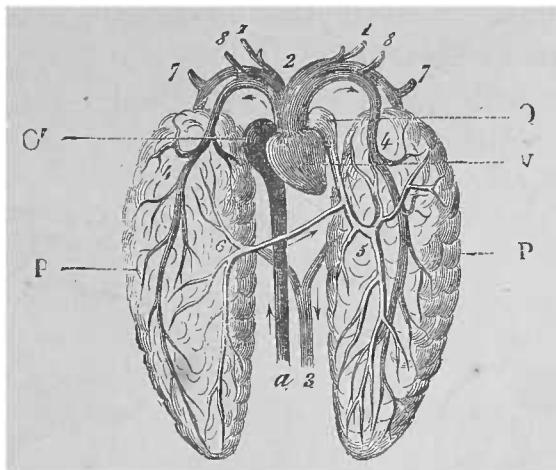


Fig. 116. — Cœur, poumons et gros vaisseaux d'une Grenouille

O, oreillette gauche. — O', oreillette droite. — V, ventricule unique. — P,P, poumons. — a, veine cave inférieure. — 1, 1, artères carotides. — 2, crosse de l'aorte. — 3, aorte dorsale. — 4, 4, artères pulmonaires. — 7 et 8, artère du bras et du cou. — 5 et 6, veines pulmonaire.

le sang veineux de toutes les parties du corps, l'autre gauche qui reçoit le sang qui revient des poumons. Les deux oreillettes s'ouvrent dans le ventricule unique où se fait le mélange des deux sangs. Cette nouvelle disposition rapproche la circulation des Batraciens de celle des Reptiles. L'apparition de poumons et leur substitution aux branchies est nécessairement accompagnée de modifications considérables dans la distribution des troncs vasculaires. En effet, quand l'animal ne respire que par des branchies, le sang, après s'être rendu à ces organes par l'intermédiaire des artères branchiales, est ramené par les veines branchiales dans l'aorte dorsale qui l'envoie aux différentes parties du corps; mais bientôt, à mesure que les poumons se développent, entre chaque artère et chaque veine branchiale naît un rameau de communication qui permet au fluide sanguin de revenir à l'artère dorsale sans

passer par les branchies. Les vaisseaux branchiaux abandonnés s'oblitérent et sont remplacés par ces canaux de nouvelle formation qui deviennent des branches pulmonaires.

Dans le groupe des Batraciens pérennibranches (Protée, Axoloth, Sirène) où la respiration est à la fois branchiale et pulmonaire, les crosses aortiques antérieures conservent la même organisation pendant toute la vie et fournissent les artères branchiales, tandis que les crosses aortiques postérieures donnent naissance à des rameaux vasculaires qui se ramifient sur les parois des sacs pulmonaires en voie de formation et qui représentent des artères branchiales : c'est ainsi que se trouve réalisée la circulation des Pérennibranches.

156. Reptiles. — L'appareil circulatoire des Reptiles présente une disposition telle qu'il y a toujours un mélange plus ou moins

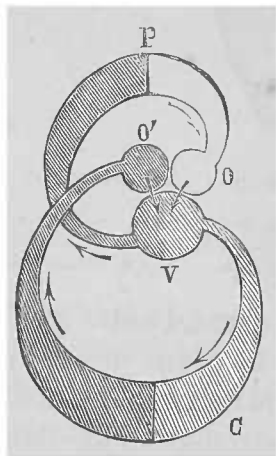


Fig. 117. — Schéma de la circulation chez les Reptiles.

O, oreillette gauche. — O' oreillette droite. — V, ventricule unique. — C, grande circulation. — P, petite circulation.

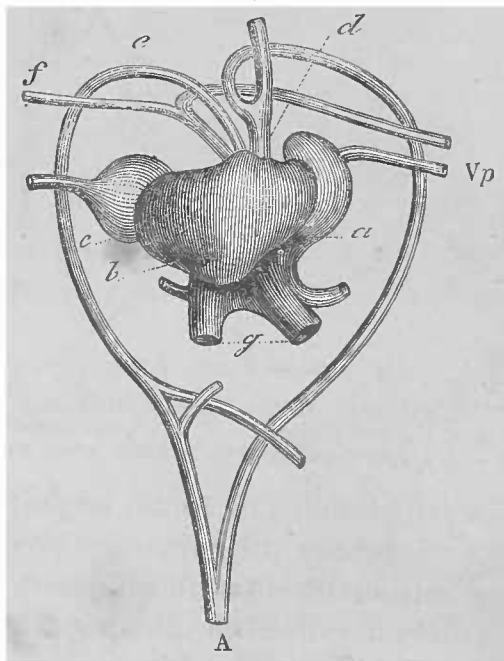


Fig. 118. — Cœur et gros vaisseaux de la Tortue.

a, oreillette gauche. — c, oreillette droite. — b, ventricule. — e, et d, crosses de l'aorte formant par leur réunion l'aorte dorsale A. — f, artère pulmonaire. — g, veines caves. — Vp, veine pulmonaire.

complet de sang veineux et de sang artériel, mélange qui s'opère, soit dans le cœur lui-même, soit dans les points voisins de cet organe.

Chez les *Chéloniens*, de même que chez la plupart des Reptiles

(*Ophidiens* et *Sauriens*), le cœur se compose de deux oreillettes et d'un ventricule unique. A l'oreillette droite aboutissent les veines caves ; à l'oreillette gauche, les veines pulmonaires. Le ventricule large et arrondi est séparé en deux moitiés par une cloison incomplète, de telle sorte que le sang qui revient des poumons où il a été artérialisé et le sang veineux qui revient des organes se mêlent dans ce ventricule commun et forment un sang mixte. De ce ventricule partent, à droite, un tronc pulmonaire et, à gauche, deux crosses aortiques qui se réunissent en arrière du cœur pour constituer l'aorte ventrale (fig. 118 et 119).

Le sang ainsi mélangé est lancé par la systole ventriculaire à la fois dans l'artère pulmonaire et dans l'aorte qui le distribuent aux poumons et à toutes les autres parties du corps ; puis il est ramené de nouveau vers le cœur à l'état de sang artériel par les veines pulmonaires, à l'état de sang veineux par les veines, et ainsi de suite. On voit donc que, chez les Reptiles, le sang n'est exclusivement artériel que dans les veines pulmonaires et l'oreillette gauche ; il n'est exclusivement veineux que dans l'oreillette droite et les veines qui le ramènent. Quant au système veineux, il présente, comme chez les Poissons, la particularité d'avoir deux *veines portes*.

Une conséquence nécessaire de ces conditions organiques de la circulation des Reptiles, c'est donc une diminution considérable dans l'activité respiratoire qui semble placer ces animaux au-dessous des Poissons, des Crustacés et des Mollusques, dont l'appareil respiratoire est traversé par la masse totale du sang. Mais les Reptiles respirent l'air en nature, au lieu de l'air dissous, et ils ont des poumons très riches en réseaux capillaires. De plus, la cloison inter-ventriculaire, tout incomplète qu'elle est, empêche en partie le mélange du sang veineux et du sang artériel, ainsi que cela résulte des observations de Brücke. Ces conditions placent les Reptiles au-dessus des Invertébrés.

Chez les *Crocodyliens*, la séparation du ventricule en deux moitiés est complète et le cœur comprend alors quatre cavités : deux oreillettes et deux ventricules. Dans ce cas, le mélange de sang veineux et de sang artériel se fait par l'intermédiaire d'un canal recourbé appelé *canal artériel*. A cet effet, la crosse aortique gauche et la crosse aortique droite (canal artériel), après un court trajet, se réunissent au-dessus de l'origine des carotides ; de cette manière, la tête et les membres antérieurs reçoivent

vent seuls du sang artérialisé ; le tronc et la partie postérieure du corps reçoivent un mélange de sang veineux et de sang artériel. Cette disposition établit en quelque sorte le passage de la

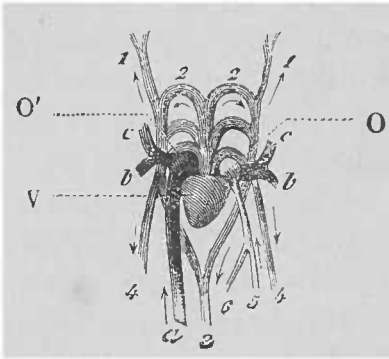


Fig. 119. — Cœur et vaisseaux d'un Lézard.

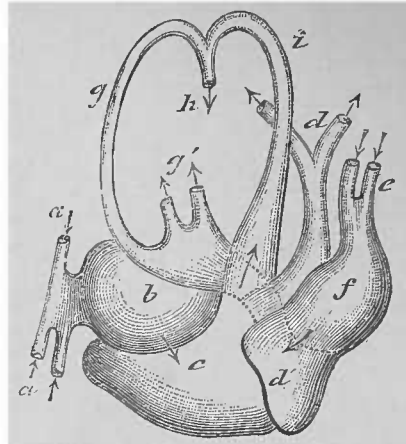


Fig. 120. — Cœur et gros vaisseaux du Crocodile.

O, oreillette gauche. — O', oreillette droite. — V, ventricule. — a, veine-cave inférieure. — b, b, veines de la tête. — c, c, veines du bras. — 1, artères carotides. — 2, 2, cosses aortiques. — 3, aorte dorsale. — 4, artères pulmonaires. — 5 et 6, veines pulmonaires (fig. 119).

a, a, veines caves. — b, oreillette droite. — c, ventricule droit. — d', ventricule gauche. — f, oreillette gauche. — g, aorte. — g', carotides. — i, canal artériel. — h, commencement de l'aorte dorsale. — d, artères pulmonaires. — e, veines pulmonaires (fig. 120).

circulation des Reptiles à celle des Vertébrés supérieurs (Mammifères et Oiseaux).

157. Oiseaux et Mammifères. — La circulation des Oiseaux et des Mammifères présente avec celle de l'Homme une similitude presque complète. Le cœur se compose de deux oreillettes et de deux ventricules, et la séparation entre le système artériel et veineux est complète tant dans le cœur que dans les troncs v. culaires. Pendant la période embryonnaire, des communications existent entre les oreillettes au moyen du trou de Botal et entre les gros vaisseaux par l'intermédiaire du canal artériel qui ne tarde pas à s'oblitérer après la naissance. Cette disposition organique établit les rapports les plus étroits entre la circulation des embryons des Mammifères, des Oiseaux, des Reptiles et particulièrement celle des Crocodiles.

Le système artériel et veineux des Oiseaux ne diffère pas sensiblement de celui de l'Homme. Chez les Oiseaux, l'aorte donne naissance à deux gros troncs brachio-céphaliques qui ne tardent pas à se bifurquer pour constituer les artères carotides destinées à la tête et les artères sous-clavières aux membres supérieurs :

ces dernières fournissent l'*artère thoracique* dont la volume est en rapport avec le développement des muscles des ailes. Quant au système veineux, il présente comme particularité de se ter-

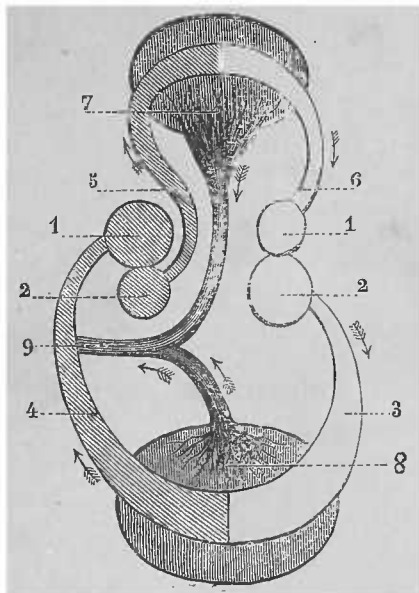


Fig. 121. — Schéma de l'appareil vasculaire et de l'appareil lymphatique.

1, 1, oreillettes. — 2, 2 ventricules. — 3, système artériel. — 4, système veineux. — 5, système artériel pulmonaire. — 6, système veineux pulmonaire. — 7 et 8, vaisseaux lymphatiques. — 9, canal thoracique.

miner par trois gros troncs dont deux appartiennent à la partie antérieure du corps et représentent deux veines caves supérieures, et l'autre correspond à la veine cave inférieure de l'homme.

RESPIRATION

153. La respiration consiste essentiellement dans une absorption et une élimination de substances gazeuses.

Au contact d'une surface très-riche en vaisseaux sanguins et dont l'épaisseur ne dépasse pas un centième de millimètre, l'*oxygène* de l'air pénètre dans le sang, se fixe sur les globules et est entraîné avec eux dans le torrent circulatoire, en même temps, l'acide carbonique dissous dans le plasma se dégage dans l'atmosphère.

Cet échange gazeux entre l'air et les gaz contenus dans le sang est un simple phénomène de diffusion en tout semblable à celui qui se produit lorsqu'un gaz dissous dans un liquide se trouve en présence d'un gaz libre, alors même qu'ils sont séparés par

une cloison poreuse. Mais cette introduction de l'oxygène, tout en n'étant que le fait d'une diffusion ordinaire, est subordonnée à un phénomène chimique important : à l'emploi de ce gaz dans l'organisme animal, c'est-à-dire à la production de l'acide carbonique, soit dans le sang, soit dans la trame du tissu qu'il baigne... l'absorption d'oxygène et l'exhalation d'acide carbonique sont donc deux faits intimement liés l'un à l'autre comme nous le verrons plus loin : l'atmosphère fournit au fluide sanguin l'oxygène, l'élément comburant ; le sang fournit le carbone, l'élément combustible ; et l'acide carbonique ainsi formé s'échappe au dehors par la voie qui a servi d'entrée à l'oxygène.

La respiration est une fonction générale qui appartient à tous les corps organisés, animaux et plantes. Nulle autre fonction n'est plus indispensable à la vie, considérée dans l'ensemble des êtres : c'est ce que l'on peut démontrer expérimentalement en plaçant un animal quelconque sous le récipient de la machine pneumatique et y produisant le vide, ou bien en l'enfermant dans un vase rempli d'un gaz autre que l'air atmosphérique et qui n'exerce aucune action délétère, comme l'hydrogène ; la mort n'est pas moins prompte qu'elle ne l'est dans le vide de la machine pneumatique. L'expérience est encore plus simple pour les animaux qui respirent dans l'eau aérée : qu'on plonge, par exemple, un Poisson dans de l'eau privée d'air, en le maintenant au fond, on le verra périr comme le fait un Oiseau ou un Mammifère dans un gaz inerte ou sous le récipient de la machine pneumatique. Si, au lieu d'hydrogène, on emploie séparément chacun des éléments constituants de l'air, l'oxygène et l'azote, on arrive à ce résultat que l'azote ne peut entretenir la respiration, tandis que l'oxygène active cette fonction comme il active la combustion des corps enflammés.

Il résulte de ces diverses expériences que le seul gaz respirable, c'est l'oxygène, et que la condition fondamentale de toute respiration réside dans l'action réciproque du fluide sanguin et d'un milieu contenant de l'oxygène soit à l'état libre, soit à l'état de dissolution. Il y a donc unité dans l'acte physique et chimique de la respiration ; ce qui change, c'est l'organe chargé de l'accomplir ; mais, quel que soit le milieu dans lequel s'effectue cette fonction, l'organe respiratoire consiste essentiellement dans une surface libre perméable aux fluides élastiques, contenant des vaisseaux capillaires dans lesquels se rend le sang

veineux et recevant le contact de l'oxygène sous la forme de gaz libre ou dissous dans l'eau.

Au bas de l'échelle zoologique, chez un certain nombre d'Invertébrés inférieurs, il n'existe pas d'organe spécial pour la respiration. La peau, mince, humide et plus ou moins poreuse, réunit toutes les conditions nécessaires aux échanges gazeux entre l'organisme et l'atmosphère, et se laisse facilement traverser par l'oxygène et l'acide carbonique. La peau, tout en servant d'organe protecteur, devient donc pour ces animaux l'instrument unique de la respiration. Elle conserve encore cette propriété chez les Vertébrés; mais l'activité de cette respiration diffuse devient très-inférieure à celle qui doit s'accomplir dans des organes différenciés en vue de cette même fonction.

La respiration qui s'effectue par l'enveloppe générale du corps prend le nom de *respiration cutanée*. On peut, par l'expérience, constater que la peau des animaux absorbe de l'oxygène et élimine de l'acide carbonique : ainsi Spallanzani a montré que les Poissons et les Crustacés absorbent le fluide respirable par toute la surface de leur corps. Les Grenouilles, les Salamandres continuent à respirer à l'air libre et dans l'eau aérée, pendant plusieurs mois, alors qu'on empêche l'air de pénétrer dans les poumons ou même après qu'on a enlevé ces organes; ils périssent après quelques heures si l'eau dans laquelle on les plonge est privée d'air ou n'est pas suffisamment renouvelée. La peau de ces animaux est donc le siège d'une respiration aquatique aussi bien que d'une respiration aérienne.

Mais les animaux présentent de très grandes différences au point de vue de l'activité respiratoire. Les uns consomment peu d'oxygène et même résistent longtemps à la privation de ce gaz; d'autres absorbent l'oxygène avec rapidité et éliminent de grandes quantités d'acide carbonique; ils périssent promptement lorsqu'on les soustrait à l'action de cet agent vivifiant. Ces variations, qui dépendent du degré d'activité vitale et de perfection organique, entraînent des différenciations dans les parties du corps qui servent aux échanges gazeux. La respiration cutanée, de diffuse qu'elle est chez les animaux les plus simples, tend à se *localiser* : On voit alors, apparaître dans certaines régions du corps de nouveaux organes qui, par la forme et la structure, sont en rapport avec le milieu dans lequel la respiration s'effec-

luc et avec la grandeur du travail qu'ils doivent exécuter. Mais, quel que soit le milieu et quel que soit le rang que l'animal occupe dans l'échelle zoologique, l'organe respiratoire est toujours en connexion intime avec la peau ; Elle en est une portion modifiée de manière à favoriser l'absorption et l'exhalation gazeuses. A ce point de vue, les organes spéciaux de la respiration peuvent se rapporter à deux formes distinctes : 1° les *branchies* adaptées à la respiration aquatique ; 2° les *poumons* constitués pour la respiration aérienne.

Les branchies sont des parties saillantes, des appendices en forme de replis, de lames, de lamelles ou de filaments, qui renferment un réseau vasculaire sanguin et qui reçoivent le contact du fluide respirable par leur surface extérieure.

Les poumons sont des sacs spongieux riches en vaisseaux sanguins qui reçoivent l'air respirable au moyen d'un système de canaux ramifiés. Dans certains cas, la cavité affectée au service de la respiration aérienne n'a pas nécessairement la forme d'un sac vésiculeux ; chez quelques Invertébrés la respiration s'effectue au moyen d'un système de tubes ramifiés toujours béants auxquels on donne le nom de *trachées*. Ainsi branchies, poumons, trachées, tels sont les créations organiques qui servent au travail respiratoire ; mais, quelle que soit la forme de cet appareil, les conditions de perfectionnement et d'activité fonctionnelle restent toujours les mêmes et dépendent de l'étendue de la surface libre qui sert à l'échange gazeux, du degré de vascularité de cette surface, enfin de la facilité et de la promptitude avec lesquelles le sang et le milieu respirable peuvent se renouveler.

Dans l'étude de la respiration nous considérerons :

- 1° L'appareil respiratoire de l'Homme ;
- 2° La mécanique de la respiration ;
- 3° Les phénomènes physico-chimiques de la respiration ;
- 4° De la respiration dans la série animale.

APPAREIL RESPIRATOIRE DE L'HOMME

139. L'appareil respiratoire de l'Homme comprend : 1° les *poumons*, organes spéciaux dans lesquels l'air et le sang se précipitent par de nombreux canaux pour se mettre en rapport entre eux ;

2° la *trachée-artère* qui sert à l'entrée de l'air dans les poumons et à sa sortie; à ce conduit s'ajoutent les fosses nasales, le pharynx et le larynx; 3° une cavité à parois mobiles, la *cage thoracique* ou *thorax*, organe mécanique qui, par sa dilatation et son resserrement alternatifs, détermine l'introduction et l'expulsion du fluide respirable.

CAVITÉ THORACIQUE.

160. Considérée comme faisant partie constituante de l'appareil respiratoire, cette cavité se distingue par un caractère qui lui est propre, c'est l'ampliation et la diminution périodiques de sa capacité.

Sa partie essentielle consiste en une série d'arcs osseux,

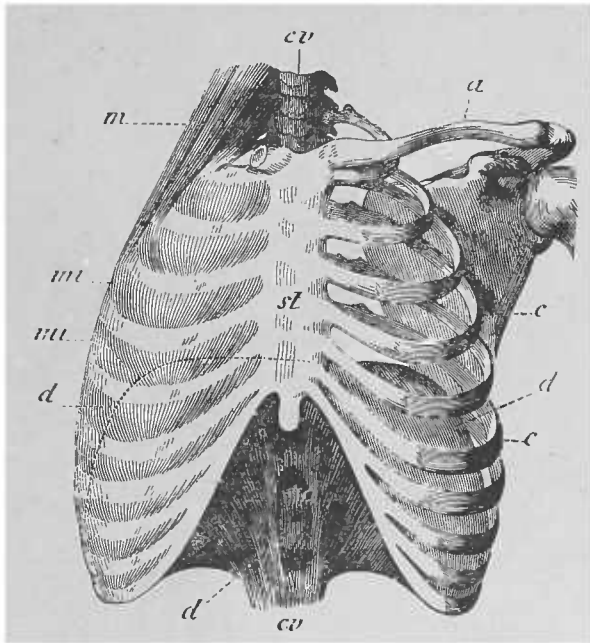


Fig. 122. — Cavité thoracique.

cv, colonne vertébrale. — *c, c*, côtes. — *st*, sternum. — *m*, muscles éleveurs des côtes. — *mi*, muscles intercostaux. — *d*, diaphragme.

longs et flexibles, les côtes, qui, en arrière, s'articulent avec la portion dorsale de la colonne vertébrale sur laquelle elles prennent un point d'appui pour exécuter leurs mouvements et, en avant, avec le sternum par l'intermédiaire de pièces cartilagineuses de même forme. Les côtes, au nombre de douze de chaque côté, ont une direction oblique de haut en bas et d'arrière en avant; elles n'ont ni la même courbure ni la même

longueur, ce qui donne au thorax la forme d'un cône dont le sommet est dirigé en haut. Des plans musculaires à fibres obliques remplissent les espaces intercostaux qui sont d'autant plus larges qu'on les envisage plus près du sternum. Inférieurement, une cloison contractile, le diaphragme, sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale et concourt avec d'autres muscles à mettre en mouvement cette cage respiratoire.

CONDUIT RESPIRATOIRE.

161. Le conduit qui sert à mettre les poumons en communication avec l'atmosphère comprend une série d'organes qui, affectés chacun à des usages divers, diffèrent aussi par la conformation et la structure. Ces organes sont : la bouche, les fosses nasales,

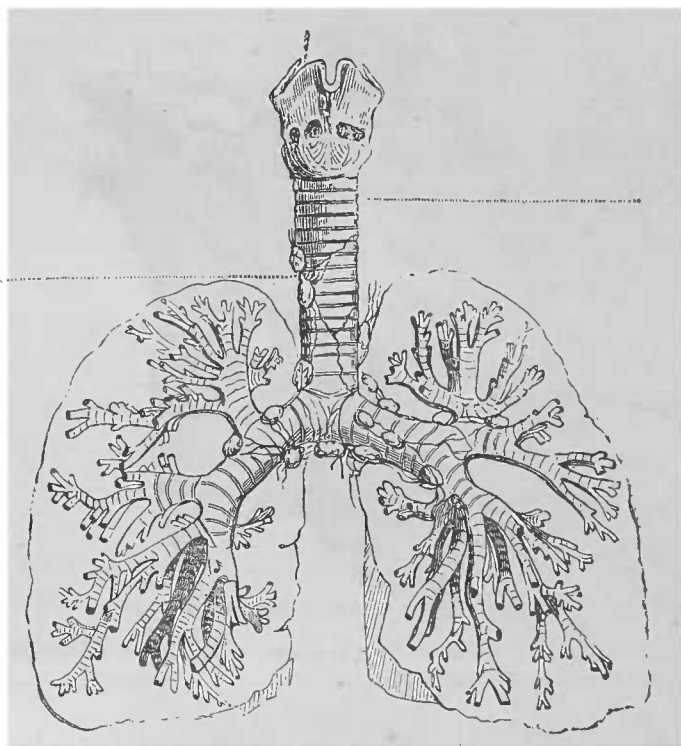


Fig. 123. — Trachée et ramifications bronchiques.

le larynx et la trachée avec ses nombreuses divisions. La respiration habituelle de l'Homme et de la plupart des Mammifères s'effectue par les fosses nasales et quelquefois par les fosses nasales et la bouche. Ces cavités présentent de nombreux replis (méats et cornets) tapissés par une membrane muqueuse chaude

et humide qui donne au fluide respirable des qualités nécessaires à l'exercice de cette fonction. L'air ainsi tiédi et humecté par son passage à travers ces diverses sinuosités se rend par une ouverture, la *glotte*, dans un tube qui descend au-devant de l'œsophage; c'est la *trachée-artère* dont la partie supérieure porte un renflement, le *larynx*, organe de la voix.

162. Trachée-artère. — Ce conduit, situé sur la ligne médiane, au-devant de l'œsophage, consiste en un tuyau cylindrique d'une longueur de 12 à 13 centimètres et d'un diamètre d'environ 22 millimètres. Ses parois sont rendues rigides par une série d'anneaux cartilagineux qui sont séparés par autant d'anneaux fibreux; le nombre de ces cercles varie de 16 à 20; ils sont complets en avant seulement; en arrière, leurs extrémités sont réunies par des fibres musculaires transverses et par une gaine fibro-élastique. Intérieurement, la trachée-artère est tapissée par une membrane muqueuse recouverte, dans toute sa longueur, d'un épithélium vibratile et pourvue de glandes nombreuses.

163. Bronches. — Dans le thorax, la trachée se divise, au niveau de la quatrième vertèbre dorsale, en deux canaux l'un à droite et l'autre à gauche; on donne à ces canaux le nom de *bronches*. Chaque bronche gagne la racine du poumon qui lui correspond, s'enfonce dans son épaisseur en se partageant en un nombre considérable de petites bronches que l'on nomme *tubes bronchiques*. Leur forme ne diffère pas essentiellement de la trachée. A leur entrée dans le poumon, la bronche droite se partage en trois autres qui sont destinées à chacun des lobes du poumon droit, tandis que la bronche gauche en fournit deux qui se rendent aux deux lobes du poumon gauche; à leur tour, chacune d'elles se partage en rameaux successivement décroissants dont l'ensemble constitue les *ramifications bronchiques*.

Les bronches ont entièrement la même structure que la trachée. Seulement, à mesure qu'elles diminuent de volume, les cerceaux cartilagineux qui se prolongent jusqu'aux bronches et à leurs ramifications les plus grosses, deviennent de plus en plus petits et finissent par disparaître complètement lorsque ces tubes ont atteint 1 millimètre de diamètre, de sorte que les parois des plus fines ramifications bronchiques sont uniquement formées par une gaine fibro-musculaire.

POUMONS.

164. Les poumons, au nombre de deux, sont les organes essentiels de la respiration. Ce sont des masses spongieuses composées de cellules dont la cavité remplie d'air est en communication avec l'atmosphère par l'intermédiaire des conduits respiratoires.

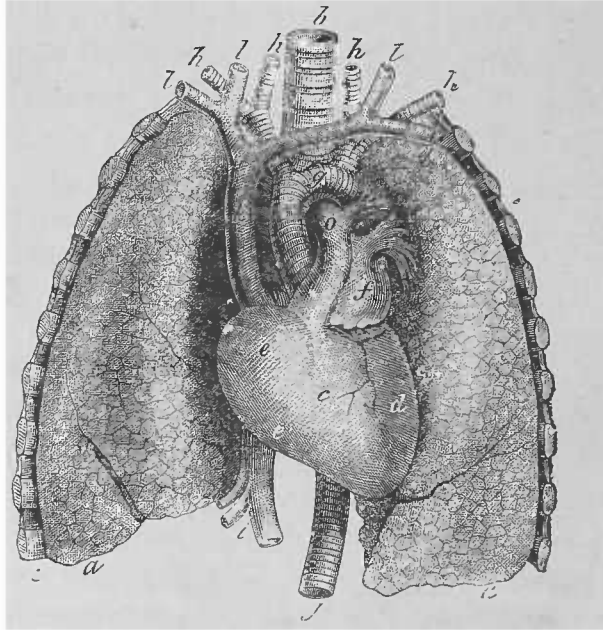


Fig. 124. — Poumons et cœur de l'Homme.

a, a, poumons. — *b*, trachée. — *c*, cœur. — *d*, ventricule gauche. — *e'*, ventricule droit. — *f*, oreillette gauche recevant le sang des veines pulmonaires. — *e*, oreillette droite recevant le sang des veines caves. — *gg*, aorte. — *h, h, h, h*, artères carotides et sous-clavières. — *l, l*, veines jugulaires et sous-clavières. — *o*, artère pulmonaire. — *i* et *k*, veines caves.

1^o Situation. — Les poumons sont contenus dans les parties latérales de la cage thoracique qu'ils remplissent presque complètement. Séparés l'un de l'autre par le médiastin, ils sont placés entre le cœur avec lequel ils ont les rapports les plus intimes, au-dessus du diaphragme qui les isole du foie, de la rate et de l'estomac.

2^o Volume. — Le volume des poumons, variable pour chaque individu suivant le moment de la respiration, est lié à la quantité d'air qu'ils contiennent laquelle est en moyenne de 4,400 centimètres cubes. Cette capacité absolue est subordonnée à la capacité thoracique et, par conséquent, variable comme elle. Or, comme, d'une part, le volume du poumon mesure l'énergie

de la respiration et que, d'autre part, l'énergie respiratoire est en rapport avec la force musculaire, on peut dire, d'une manière générale, qu'une vaste poitrine est l'indice d'une constitution forte et vigoureuse.

Les deux poumons n'ont pas, du reste, le même volume : le poumon droit est un peu plus gros que la gauche ; le premier est moins long, mais il est plus large et plus épais que le second. Cette différence est due à la direction oblique du cœur et à la saillie qu'il forme du côté gauche. Chez l'homme adulte, le poids des poumons varie de 1,000 à 1,200 grammes. Leur poids spécifique est de 0,33 et par conséquent inférieur à celui de l'eau ; aussi, ils surnagent quand on les plonge dans ce liquide ; privés d'air, ils tombent au fond de l'eau.

3° *Forme.* — La forme des poumons est celle d'un cône irrégulier dont la base un peu oblique se moule sur le diaphragme. La surface de l'un et de l'autre est marquée d'une rainure profonde qui, simple pour le poumon gauche, se bifurque en avant pour le poumon droit : il résulte de là que le poumon gauche est divisé en deux portions ou *lobes*, l'un supérieur et l'autre inférieur et le poumon droit, en trois lobes distingués en supérieur, moyen et inférieur.

Le tissu du poumon est mou, spongieux et cède à la main qui le presse en faisant entendre un bruit spécial de crépitation ; lorsque la pression cesse, il reprend, en vertu de son élasticité, sa forme primitive. Sa couleur est ordinairement d'un gris rosé et sa surface libre et lisse est toujours humectée de sérosité.

§ 3. **Structure du poumon.** — Les poumons sont constitués par un tissu propre et par une membrane d'enveloppe de nature séreuse nommée *plèvre*.

1° *Tissu propre.* — Le tissu pulmonaire se présente sous l'aspect d'une masse spongieuse ou vésiculeuse composée d'un nombre considérable de cellules distinctes, polyédriques, indépendantes les unes des autres auxquelles on donne le nom de *lobules*. C'est ce que démontre la dissection ou l'insufflation du poumon.

Chaque lobule est formé par l'épanouissement des extrémités des dernières ramifications bronchiques. A cet effet, chaque bronche terminale, arrivée au sommet du lobule, s'élargit pour constituer une cavité centrale laquelle se subdivise en cavités secondaires, comparables aux alvéoles d'une ruche d'abeilles.

Les parois des lobules sont elles-mêmes couvertes de dépressions hémisphériques qui portent le nom de *vésicules pulmonaires*; il

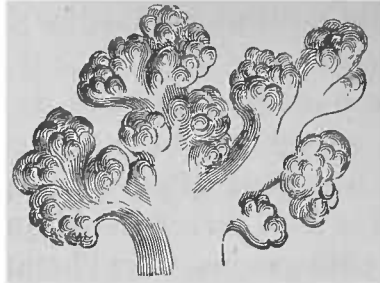


Fig. 125. — Lobules du poumon montrant les vésicules pulmonaires.

suit de là que chaque lobule représente un petit poumon pouvant agir indépendamment des autres et le poumon, dans son

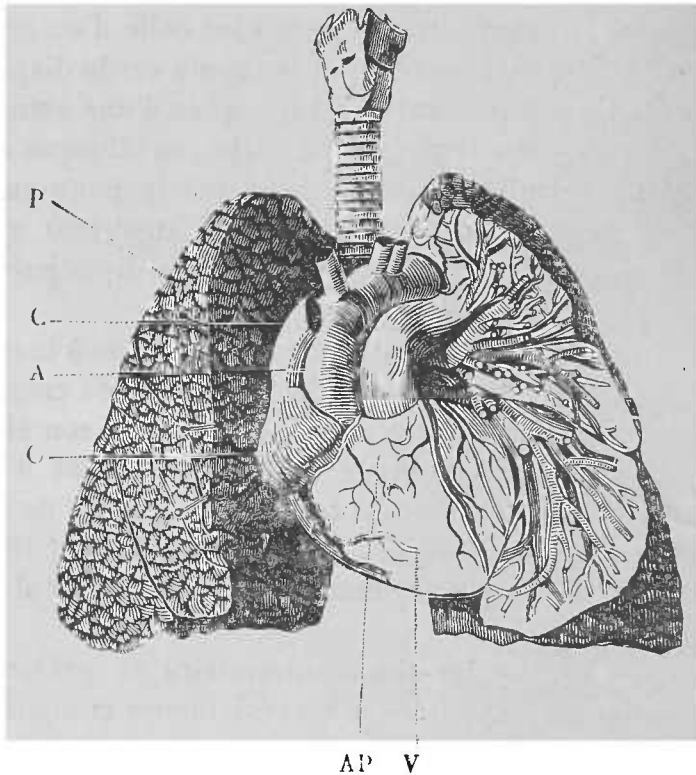


Fig. 126. — Poumon et cœur de l'Homme. — Le poumon gauche est ouvert pour montrer la distribution et les rapports des troncs bronchiques, artériels, et veineux.

P, poumon droit. — C, veine cave supérieure. — A, aorte. — AP, artère pulmonaire. — O, oreillette droite. — V, ventricule droit.

entier, peut être envisagé comme une glande en grappe. Dans l'épaisseur des vésicules, existe un réseau vasculaire très-serré, terminaison de l'*artère pulmonaire*, dont les radicules veineuses

naissent du réseau capillaire des alvéoles ; elles se réunissent successivement pour former des rameaux de plus en plus volumineux qui aboutissent à quatre troncs, deux pour chaque poumon, auxquels on donne le nom de *veines pulmonaires*.

Les vésicules pulmonaires constituent essentiellement la surface respiratoire dont l'étendue mesure environ 200 mètres carrés ; les capillaires réunis du poumon occupent les $\frac{3}{4}$ de cette surface, soit 150 mètres carrés, et représentent une nappe de sang de l'épaisseur d'un globule, qui équivaut à 2 litres : en partant de ces données, on a calculé que 20,000 litres de sang traversent ce réseau pulmonaire en vingt-quatre heures.

2° *Plèvres*. — Les poumons sont enveloppés par une tunique séreuse, par conséquent un sac sans ouverture, à laquelle on donne le nom de *plèvre*. Cette tunique se déploie sur les parois du thorax (*plèvre pariétale*), puis se réfléchit sur la surface du poumon à laquelle elle adhère d'une manière intime (*plèvre pulmonaire*), sans le contenir dans sa cavité.

Il y a donc deux plèvres, une pour le poumon droit et une pour le poumon gauche ; elles sont séparées sur la ligne médiane par deux espaces libres, les *médiastins*, véritables cloisons, qui divisent la cavité pectorale en deux cavités latérales.

Les plèvres, en isolant ainsi les poumons des autres viscères, facilitent le glissement de ces organes par la sérosité qui est constamment exhalée et absorbée à leur surface.

MÉCANIQUE DE LA RESPIRATION

MOUVEMENTS RESPIRATOIRES.

166. L'acte régulier de la respiration ne peut s'accomplir qu'à la condition que le fluide respirable soit renouvelé d'une manière continue.

L'introduction de l'air dans les poumons et son expulsion s'effectuent par des mouvements dits *respiratoires*, qui consistent en changements rythmiques du volume de la cage thoracique déterminés par l'action de certains muscles spéciaux. Les poumons adhérant aux parois du thorax doivent en suivre tous les mouvements. En effet, quand la poitrine s'agrandit, le

poumon se dilatant, la pression extérieure diminue, et, pour rétablir l'équilibre, une certaine quantité d'air se précipite par le nez et la bouche dans l'organe respiratoire ; quand, au contraire, la poitrine se rétrécit, le poumon revenant sur lui-même, l'air qui y est contenu augmente de tension et une partie s'échappe dans l'atmosphère.

Les mouvements de la respiration sont au nombre de deux : l'*inspiration* ou l'entrée de l'air dans les poumons ; l'*expiration* ou la sortie de l'air des poumons ; les deux mouvements réunis forment une *respiration*. Le nombre de respirations varie beaucoup suivant les individus ; il est chez l'adulte de 16 à 24 par minute. L'inspiration et l'expiration se succèdent sans interruption appréciable. Mais, après chaque expiration, il survient un moment de repos qui est environ le $\frac{1}{4}$ de la durée totale d'un mouvement respiratoire.

INSPIRATION.

167. Mouvement des côtes et du sternum. — L'inspiration ou l'introduction de l'air dans les poumons est déterminée par

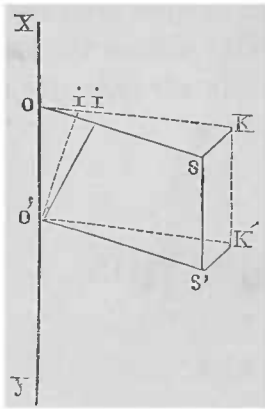


Fig. 127. — Schéma indiquant l'agrandissement du diamètre antéro-postérieur du thorax et de la dilatation des côtes pendant l'inspiration.

augmentation de capacité de la cage thoracique dans tous les sens, c'est-à-dire suivant les diamètres, antéro-postérieur, transverse et vertical. L'agrandissement dans le sens antéro-postérieur et transverse a lieu par le jeu simultané des côtes et du sternum : en effet, les côtes qui, dans l'état de repos, sont obliquement dirigées de haut en bas et d'arrière en avant, se relèvent pendant l'inspiration de manière à se placer presque horizontalement, entraînant avec elles le sternum ; en même temps elles exécutent un mouvement de rotation autour de la corde de leur arc de telle sorte que leur convexité se porte en dehors, ce qui augmente encore le diamètre transverse.

L'agrandissement dans le sens antéro-postérieur par l'effet de l'élévation des côtes peut être démontré de la manière suivante : soient xy la colonne vertébrale ; SO et $S'O'$ deux côtes superposées, dans la position du repos, et SS' le sternum. Au moment

de l'inspiration, ces côtes prennent les positions KO et K'O' et le sternum vient occuper la position KK'. La poitrine augmente donc de la distance qui sépare SS' de KK'. La même figure montre que les espaces intercostaux augmentent par l'effet de la dilatation des côtes ; car, si du point O, on mène les normales OI et OI', les points I et I' étant situés sur la circonférence qui a pour diamètre OO', on voit que la corde OI' est plus grande que OI. Enfin il est à remarquer également que, dans ce mouvement, la projection du sternum en avant n'est pas la même en tous ses points : cet os s'éloigne davantage de la colonne vertébrale, en bas qu'en haut, à cause de la plus grande longueur des côtes inférieures, fait qui explique la grande ampliation de la base du thorax.

168. Rôle du diaphragme. — L'agrandissement de la poitrine dans le sens vertical est dû essentiellement à l'action du diaphragme. Ce muscle, qui ferme le thorax, a la forme d'une cloison, membraneuse au centre, d'où partent en rayonnant des fibres musculaires qui s'insèrent au pourtour de cette cavité. Dans l'état de repos, le diaphragme est disposé en forme de dôme dont la convexité est tournée vers le haut ; lorsqu'il se contracte, cette convexité diminue de manière à devenir presque plane, et cet abaissement amène la dilatation de la poitrine dans le sens vertical, le refoulement des viscères abdominaux et par suite le gonflement du ventre. Mais là ne s'arrête pas l'action de ce muscle. Les fibres musculaires fixées à la circonférence thoracique, en se contractant, portent en dehors les dernières côtes sur lesquelles elles prennent un point d'appui et déterminent un élargissement notable de la base de la poitrine. On voit donc que l'abaissement du diaphragme ne se borne pas à agrandir le diamètre vertical de la chambre thoracique ; c'est pourquoi l'on considère ce muscle comme l'agent principal du mouvement de l'inspiration.

169. Rôle du poumon dans l'inspiration. — Le poumon, étant appliqué d'une manière immédiate contre la paroi thoracique, en suit nécessairement tous les mouvements. Pendant l'inspiration, quand le soulèvement des côtes, du sternum, et l'abaissement du diaphragme contracté produisent l'ampliation de la poitrine, le poumon se dilate forcément en suivant les parois de cette chambre sur lesquelles il adhère. La pression du fluide intérieur diminuant, l'air se précipite avec force à travers les

canaux bronchiques et pénètre dans les vésicules pulmonaires. Pendant l'inspiration, le poumon est donc absolument passif. Mais, en même temps qu'a lieu cette dilatation forcée, on peut facilement constater, grâce à la transparence des plèvres, que cet organe glisse le long des côtes et ce déplacement proportionné à l'étendue de l'inspiration est favorisé par l'humidité et par l'état libre des surfaces en contact. De plus, pour que l'air arrive jusqu'aux poumons, il faut de toute nécessité que les voies respiratoires soient toujours béantes ; la béance des narines est produite par les fibro-cartilages de ces orifices lesquels se dilatent même au moment de l'inspiration. La glotte s'agrandit en prenant une forme losangique et la trachée résiste à la pression intérieure au moyen de ses cerceaux cartilagineux. Ainsi se trouve assurée l'entrée périodique de l'air dans la profondeur du tissu pulmonaire.

EXPIRATION.

170. L'inspiration n'est que le premier acte de la respiration. A l'entrée de l'air dans les poumons succède bientôt l'expulsion de ce fluide ou l'*expiration*. Ce mouvement se produit par un mécanisme inverse du premier, c'est-à-dire par l'effet de l'élasticité pulmonaire et thoracique, sans déploiement de forces musculaires, du moins à l'état normal ; c'est seulement dans le cas d'expirations énergiques, qu'intervient l'action d'un certain nombre de muscles dits *expirateurs* qui, tous, ont pour effet le resserrement de la poitrine. Mais si, pendant l'inspiration, le poumon est passif, il n'en est plus de même pendant l'expiration. Le poumon dilaté ne revient pas seulement sur lui-même ; il se rétracte à la manière d'un ressort en vertu de sa propriété élastique, entraînant avec lui les parois thoraciques. Le thorax lui-même agit aussi activement ; car les côtes et les cartilages qui, pendant l'inspiration, ont été violentés, tendent à reprendre leur position primitive par le seul fait de leur élasticité et même lorsque cette élasticité a été dépassée à la suite d'une expiration forcée, elle peut donner lieu à une véritable inspiration ; c'est ce qui arrive, lorsqu'on vient à comprimer la poitrine de manière à la rétrécir plus que ne le fait une expiration ordinaire. C'est sur cette inspiration par élasticité pulmonaire et thoracique qu'est fondé l'appareil de Hutchinson pour rappeler

les noyés à la vie. Il consiste en un bandage au moyen duquel on peut comprimer fortement et graduellement la base de la poitrine ; les parois, revenant ensuite sur elles-mêmes, aspirent une petite quantité d'air, et la respiration peut être rétablie artificiellement.

AGENTS DES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES.

171. Les mouvements que nous venons d'étudier ont pour agents un certain nombre de muscles diversement disposés au thorax, au cou et à l'abdomen. Ces muscles n'ont pas tous la même importance : les uns, essentiels, interviennent dans le jeu ordinaire du soufflet thoracique ; les autres, accessoires, ne remplissent qu'un rôle secondaire ; plusieurs même n'entrent en contraction que dans des cas exceptionnels. On a l'habitude de les diviser en muscles *inspirateurs* et en muscles *expirateurs*.

Le muscle inspirateur par excellence est le diaphragme, qui agit souvent seul ou presque seul. Viennent ensuite les intercostaux externes qui ont leurs fibres obliquement dirigées de haut en bas et d'arrière en avant et s'arrêtent au point de réunion des cartilages avec les côtes. Mais, dans les inspirations larges ou forcées, un grand nombre de muscles font mouvoir les côtes et le sternum pour amener la dilatation de la poitrine : tels sont les surcostaux, les scalènes, et quelquefois le petit dentelé supérieur, le sterno-mastoïdien, le petit pectoral, la partie inférieure du grand pectoral et le grand dentelé.

Les principaux muscles qui agissent dans l'expiration sont : les intercostaux internes dans leur portion osseuse dont les fibres, obliques de haut en bas, mais d'avant en arrière, tendent à abaisser les côtes. Le triangulaire du sternum, le transverse des côtes et les muscles abdominaux sont aussi des agents très-actifs de l'expiration. Remarquons que, dans la respiration normale, ce n'est que pendant l'inspiration qu'il se produit une action musculaire active, la contraction du diaphragme et des intercostaux externes. Dans l'expiration, l'excès de pression abdominale suffit pour repousser le diaphragme vers le haut, et la poitrine dilatée reprend son volume primitif par le fait de son élasticité.

MODES DIVERS DE RESPIRATION.

172. Le mécanisme de la respiration de l'homme et des Mammifères varie suivant la manière dont s'accomplissent l'ampliation et le resserrement de la cage thoracique. Les divers modes respiratoires, suivant que l'action de tels ou tels muscles prédomine, peuvent être rapportés à trois types qui sont : 1° le type *abdominal* caractérisé par l'immobilité des côtes et par le gonflement du ventre ; l'agent de ce mode de respiration est le diaphragme qui, dans ses contractions, refoule les viscères en bas. Ce type appartient aux enfants ; il est très-fréquent chez les ruminants herbivores ; on le rencontre chez le Chat, le Cheval, etc. ; 2° le type *costo-inférieur* dans lequel les mouvements respiratoires se passent au niveau des côtes inférieures ; la paroi abdominale, dans ce cas, reste immobile ; ce mode appartient à l'Homme adulte et aussi à quelques Mammifères, le Chien par exemple ; 3° le type *costo-supérieur* dans lequel les mouvements d'inspiration ne sont bien apparents que vers les côtes supérieures, surtout la première. La clavicule et la partie supérieure du sternum participent au mouvement.

AMPLEUR DE LA RESPIRATION.

173. La quantité d'air qui est introduite dans les poumons ou qui en est expulsée varie beaucoup, même à l'état normal, suivant le volume du poumon et suivant les mouvements respiratoires. Il est difficile de mesurer pendant la vie la quantité totale d'air que peut contenir le poumon ; mais on peut évaluer approximativement la *quantité relative d'air* en déterminant le volume de gaz qui en sort à la suite d'une expiration aussi complète que possible, précédée d'une inspiration aussi profonde que possible. On donne à cette quantité le nom de *capacité vitale du poumon*.

L'appareil qui sert à cette détermination est le *spiromètre* de Hutchinson. Il consiste en une sorte de gazomètre dont le récipient à air est muni d'un contre-poids et peut être mis en communication avec la bouche au moyen d'un tube flexible ; ce récipient porte une échelle graduée et la différence entre l'espace que l'air y occupe avant et après un mouvement respiratoire indique le gaz qui est sorti du poumon. A l'aide de cet

appareil, Hutchinson a trouvé que la capacité vitale, c'est à-dire la plus grande quantité d'air qui peut être mise en mouvement dans l'appareil respiratoire varie chez l'homme entre 2 litres et 4,5; elle est en moyenne de 3,5. En opérant sur un grand nombre d'individus (2,000 environ), Hutchinson a formulé la loi suivante : *La capacité vitale croît en proportion régulière avec la taille*. Remarquons, toutefois, que le nombre qui exprime la capacité vitale ne donne pas le volume absolu de l'air qui peut entrer dans les poumons; il en reste toujours une certaine proportion qu'on a déterminée par l'expérience et qu'on évalue à environ 1,5; en ajoutant ce nombre à celui qui représente la capacité vitale, on trouve que les poumons peuvent contenir après l'inspiration la plus grande de 3,5 à 6,5.

Il reste maintenant à rechercher quel est le volume de l'air correspondant à la respiration ordinaire, c'est-à-dire ce que l'on nomme la *capacité pulmonaire*. Pour mesurer le volume de l'air *cou-*
rant, on recueille l'air provenant d'un certain nombre d'expirations ordinaires et on divise le volume trouvé par ce nombre. Les résultats trouvés varient avec les individus. Dumas, en expérimentant sur lui-même, a trouvé $\frac{1}{3}$ de litre pour le volume de l'air inspiré normalement. Dalton, Valentin et Vierordt ont obtenu $\frac{1}{2}$ litre. Gréhant, en opérant dans de meilleures conditions, est arrivé au même résultat. On peut donc dire que l'air qui entre dans les poumons, dans la respiration normale, est en moyenne de $\frac{1}{2}$ litre.

Connaissant la valeur de la capacité pulmonaire, il nous est possible de comprendre comment s'effectue le renouvellement de l'air, autrement dit la ventilation pulmonaire : d'après les expériences de Gréhant, à chaque inspiration, 500 cent. cubes d'air pénètrent dans le poumon; à chaque expiration 500 cent. cubes d'air altéré sont expulsés au dehors, sur lesquels 170 cent. cubes ou $\frac{1}{3}$ sont formés d'air pur. Donc, après chaque expiration, il ne reste plus dans les poumons que

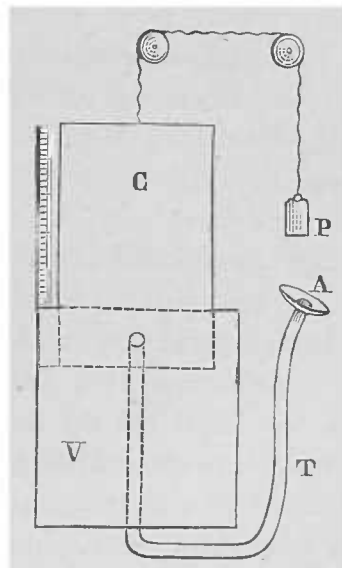


Fig. 128. — Spiromètre.

V, cuve à eau. — T, tube respiratoire. — A, embout. — C, cloche reposant sur la cuve. — P, contre-poids.

330 cent. cubes d'air non altéré, c'est-à-dire les $\frac{2}{3}$ de celui qui a été inspiré. Or, on appelle *coefficient de ventilation* la quantité d'air nouveau qui, après chaque mouvement respiratoire, reste dans l'unité de volume de l'espace ventilé. En divisant la quantité d'air pur qui reste dans le poumon par la capacité, on trouve pour valeur de ce coefficient le nombre 0,4.

174. Bruits respiratoires — Le passage de l'air dans les voies respiratoires, soit qu'il y entre, soit qu'il en sorte, est accompagné de bruits particuliers qu'on nomme *bruits respiratoires*. Pendant le jour, dans la respiration normale, la masse d'air qui pénètre dans les narines ou dans la bouche ne donne lieu à aucun bruit appréciable à l'oreille ; au contraire, la nuit, pendant le sommeil, la quantité d'air mise en mouvement à chaque mouvement respiratoire étant plus considérable, produit un bruit doux et régulier que l'on désigne vulgairement sous le nom de *souffle*. Ce bruit est dû au frottement de la colonne d'air contre l'ouverture des narines ; car si on respire uniquement par la bouche, le son disparaît aussitôt. Toutefois il peut arriver que la respiration devienne sonore et bruyante dans d'autres régions ; dans ce cas, le bruit résulte du frottement exercé par la masse gazeuse en mouvement contre les parties qu'elle rencontre et des vibrations de ces parties : C'est ainsi que la colonne gazeuse, en frappant le voile du palais, fait vibrer cette membrane et donne lieu à un son qui retentit dans les fosses nasales et produit le *ronflement*.

En continuant à suivre la marche de l'air dans les conduits respiratoires, on perçoit encore de nouveaux bruits, soit à l'aide de l'oreille seule, soit à l'aide de l'oreille munie d'un instrument acoustique nommé *stéthoscope* : Si, en effet, on applique l'oreille sur la poitrine d'un homme sain, on entend un bruit doux, léger et moelleux auquel on donne le nom de *bruit* ou de *murmure vésiculaire*. Ce bruit paraît être la résultante de causes multiples, savoir : le déplissement des vésicules pulmonaires, le frottement de l'air contre les parois bronchiques et leurs vibrations, enfin le retentissement des bruits qui se produisent au niveau de la glotte.

175. Bruits anormaux. — Parfois, les mouvements respiratoires, au lieu de se produire d'une manière lente et graduelle, changent de caractère et donnent lieu à des bruits particuliers que l'on désigne sous le nom de *soupir*, *bâillement*, *hoquet*, *sanglot*,

rire, toux, etc., qui s'expliquent par une rupture de l'équilibre entre l'innervation excitatrice et l'innervation paralysante, conditions auxquelles viennent s'ajouter d'autres causes qui ne sont pas bien connues.

1° Le *soupir* est une inspiration lente et profonde suivie d'une expiration non moins profonde.

2° Le *bâillement* consiste en une inspiration plus profonde, la bouche étant largement ouverte, suivie d'une expiration lente et graduée. Pendant cet acte, les fosses nasales sont fermées à la sortie de l'air par l'abaissement du voile du palais contre le pharynx.

3° Le *hoquet* est le résultat d'une inspiration brusque et rapide déterminée par une contraction convulsive du diaphragme.

4° Le *rire* est caractérisé par une série d'expirations fréquentes et saccadées qui se succèdent avec rapidité, dues en grande partie à la contraction du diaphragme.

5° Le *sanglot* est dû à des expirations prolongées qui succèdent à une courte inspiration ; ce sont encore les contractions saccadées du diaphragme qui entrent en jeu dans ce mouvement

6° La *toux* consiste en mouvements d'expiration brusques et violents, dus à une excitation des voies respiratoires, mouvements qui déterminent la sortie rapide de l'air et entraînent les mucosités des bronches.

Le phénomène de l'*éternument* est analogue à celui de la toux et se produit par l'irritation de la muqueuse des fosses nasales.

PHÉNOMÈNES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA RESPIRATION.

176. Au contact des surfaces respiratoires, l'air et le sang subissent dans leurs propriétés physiques et dans leur composition chimique des changements dont l'ensemble prend le nom de *phénomènes physico-chimiques* de la respiration. Nous allons étudier successivement les altérations de l'air, les modifications qui se passent dans le sang et le rôle que jouent les poumons dans les échanges gazeux respiratoires.

ALTÉRATIONS DE L'AIR

177. Air inspiré. — L'air inspiré est essentiellement formé par le mélange de deux gaz, l'oxygène et l'azote ; il contient en outre de petites quantités d'acide carbonique et de vapeur d'eau en proportions variables. L'analyse chimique donne :

| | en volume. | en poids. |
|--------------|------------|-----------|
| Oxygène..... | 21 | 23 |
| Azote..... | 79 | 77 |
| | <hr/> 100 | <hr/> 100 |

La proportion d'acide carbonique est de 2 à 3 dix-millièmes. La vapeur d'eau varie avec la température; plus l'air est chaud, plus il renferme de la vapeur aqueuse sous forme invisible.

La température et la pression ont une influence sur le travail respiratoire. L'élévation de la température amenant la dilatation de l'air diminue la quantité d'oxygène contenue dans un volume donné. Le même effet a lieu par suite d'une diminution de pression ; aussi, pour compenser ces deux actions, sommes-nous forcés d'accélérer le nombre et l'étendue des mouvements respiratoires.

178. Air expiré. — L'air expiré est composé aussi d'oxygène, d'azote, d'acide carbonique et de vapeur d'eau, de sorte que les changements subis par l'air inspiré ne portent que sur les proportions de ces différents corps. C'est ce que fait voir le tableau suivant :

| | air expiré. | air inspiré. |
|------------------------|-------------|--------------|
| Oxygène | 16 | 21 |
| Azote... .. | 79 | 79 |
| Acide carbonique. | 4 | traces |
| | <hr/> 100 | <hr/> 100 |

On voit, d'après ce tableau, que l'oxygène diminue environ de $\frac{1}{5}$ de son volume ; l'azote reste à peu près constant et l'acide carbonique augmente de 100 fois son volume. De plus, l'air expiré est presque saturé d'humidité et sa température atteint près de 35°. Ramené à la même température et à la même pression, on trouve que le volume de l'air expiré est de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{70}$ plus petit que celui de l'air inspiré, ce qui tient à ce

qu'il disparaît plus d'oxygène qu'il n'y a d'acide carbonique mis en liberté; et comme un volume d'acide carbonique contient un volume d'oxygène égal au sien, on doit en conclure qu'une petite portion d'oxygène sert à d'autres actions chimiques, comme nous le verrons plus loin.

ÉVALUATION DES PRODUITS CHIMIQUES DE LA RESPIRATION.

179. Dans l'étude des phénomènes chimiques de la respiration, on a employé plusieurs méthodes qui, toutes, se réduisent aux deux suivantes : 1° la *méthode directe* qui permet d'évaluer de suite, par l'analyse chimique, les quantités de gaz absorbées ou éliminées ; 2° la *méthode indirecte* qui donne la valeur des produits expirés par un examen comparé des matières qui entrent dans l'organisme et de celles qui en sortent sous forme liquide ou solide.

180. Méthode directe. — 1° *Expériences de Lavoisier.* — C'est à Lavoisier qu'on doit les premières expériences qui aient été tentées pour connaître les actions chimiques qui se passent pendant la respiration : A cet effet, il faisait séjourner des petits animaux sous une cloche contenant un volume donné d'air, puis il déterminait par l'analyse chimique le volume d'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé.

La méthode directe, étant la plus sûre et aussi la plus facile à mettre en pratique, est aussi celle qui a été suivie par la plupart des expérimentateurs.

2° *Expériences de Regnault et Reiset.* — Pour étudier la respiration totale, Regnault et Reiset faisaient séjourner l'animal pendant un temps très-long sous une grande cloche enveloppée d'un manchon rempli d'eau à la même température. Pendant toute la durée de l'expérience, la composition de l'air était maintenue constante au moyen d'un appareil qui fournissait l'oxygène nécessaire à la respiration, tandis que l'acide carbonique formé était absorbé par la potasse au fur et à mesure de sa production : On dosait ensuite l'oxygène consommé et l'acide carbonique éliminé. Quant à l'azote, une analyse d'un volume limité d'air, pendant le séjour de l'animal sous la cloche, indiquait s'il y avait absorption ou exhalaison de ce gaz. Nous indiquerons plus loin les résultats obtenus au moyen de cet appareil qui doit être considéré comme un modèle de ce genre d'expériences.

3° *Expériences d'Andral et Gavarret.* — La méthode directe a été appliquée à l'homme par quelques physiologistes. Mais ce n'est que dans ces dernières années qu'elle a conduit à des résultats très-intéressants. Dans le procédé d'Andral et Gavarret, l'expérimentateur respirait par le nez et expirait les gaz dans un système de ballons vides d'air, il ne restait plus alors qu'à faire l'analyse des produits expirés.

4° *Expériences de Brunner et Valentin.* — L'appareil de Brunner et Valentin consiste essentiellement en un flacon à trois tubulures qui porte en B un tube à entonnoir rempli de mercure, en A un tube recourbé qui plonge dans une éprouvette contenant de l'acide sulfurique et en C un autre tube recourbé, terminé par un embout.

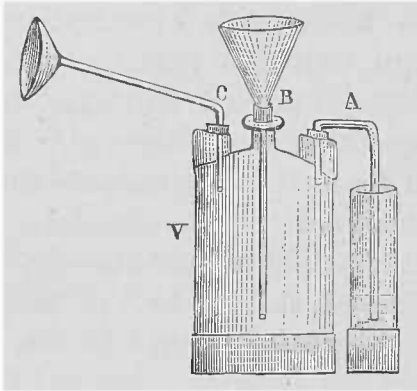


Fig. 1:9.

L'expérimentateur applique la bouche en D, puis il inspire par le nez et envoie les gaz expirés dans le flacon; de cette manière l'air du réservoir déplacé par l'air de l'expiration sort par le tube A. Au bout de quelques minutes, on peut considérer le mélange gazeux qui remplit le flacon comme représentant le produit expiré. En faisant tomber du mercure dans le vase, on peut recueillir une portion de ce mélange gazeux et le soumettre à l'analyse.

5° Dans ces derniers, Pettenkofer et Voit ont construit un appareil fondé sur le même principe que celui de Regnault et Reiset, mais dans des proportions considérables. La cloche était remplacée par une chambre en tôle assez vaste pour qu'un homme pût y séjourner pendant quelques heures sans éprouver de gêne pour la respiration. Une pompe aspirante était chargée d'extraire l'acide carbonique, en même temps que l'air frais du dehors affluait régulièrement dans l'enceinte par des ouvertures convenablement ménagées. Un compteur indiquait le volume d'air enlevé; l'eau et l'acide carbonique étaient dosés par l'acide sulfurique et la potasse.

181. Méthode indirecte. — Cette méthode a été appliquée par Boussingault. On soumet un animal (Vache, Tourterelle, Cheval) à une alimentation réglée (ration d'entretien) de manière que son poids reste constant pendant toute la durée de l'obser-

vation. D'une part, on pèse exactement les aliments solides et liquides qui lui sont fournis et on en fait l'analyse élémentaire; d'autre part, on pèse les déjections solides et liquides, et on en fait également l'analyse; par différence, on déduit rigoureusement ce qui a disparu par la respiration pulmonaire et cutanée. On peut, dans quelques cas du moins, vérifier les résultats obtenus par la méthode directe.

PRODUITS DE LA RESPIRATION DE L'HOMME.

182. Absorption d'oxygène. — Les nombreuses expériences de Brunner et Valentin établissent ce fait que, dans les circonstances ordinaires, l'air expiré contient, en moyenne, 16 p. 100 d'oxygène au lieu de 21; par conséquent, 5 centièmes de gaz sont absorbés au contact des vaisseaux sanguins qui tapissent les vésicules pulmonaires. Si donc on admet qu'un homme, par heure, introduit dans ses poumons 500 litres d'air, il doit consommer 25 litres d'oxygène ou, en poids, 35 grammes, ce qui donne 840 grammes en vingt-quatre heures. Ces nombres sont sujets à de nombreuses variations; ils sont subordonnés, comme on le conçoit facilement à la durée des mouvements respiratoires: en ralentissant, par exemple, la respiration, l'air reste plus longtemps dans les poumons et la proportion d'oxygène qui pénètre dans le sang augmente; d'après les expériences de Brunner et Valentin aussi bien que d'après celles qui ont été exécutées par Dumas, la quantité d'oxygène absorbé varie entre 4 et 6 centièmes.

183. Élimination d'acide carbonique. — Les mêmes expériences indiquent que l'air expiré contient une proportion d'acide carbonique qui varie entre 2, 4 et 5 p. 100. Vierordt qui a fait sur lui-même un très-grand nombre d'observations, a trouvé des nombres compris entre 3 et 6 centièmes. On peut donc dire que la moyenne de l'acide carbonique exhalé des poumons est de 4 centièmes, ce qui donne, par heure, pour 500 litres d'air inspiré, 20 litres de ce gaz ou 39 grammes contenant 10 grammes de charbon; la moyenne des expériences d'Andral et Gavarret conduit au même résultat.

Ces nombres ne sont que des valeurs approchées du travail chimique de la respiration. Des causes très-nombreuses, que nous signalons plus loin, peuvent faire varier la quantité de

charbon brûlé et d'oxygène consommé pendant un temps donné. Mais en résumé, comme limites qu'on peut assigner à ces variations, dans les conditions ordinaires, nous dirons : 1° qu'un homme adulte consomme par heure de 20 à 25 litres d'oxygène, ou, ce qui est la même chose, 27 à 36 grammes de ce gaz ; 2° qu'il élimine, dans le même temps, de 16 à 20 litres d'acide carbonique qui pèsent 29 et 40 grammes et contiennent 8 et 10 grammes de charbon.

D'après les expériences de Pettenkofer et Voït, un homme du poids de 60 kilogrammes dépense en moyenne 709 grammes d'oxygène, et élimine 912 grammes d'acide carbonique, ce qui donne 12 grammes d'oxygène, et 15 grammes d'acide carbonique par kilogramme de poids du corps. Barral, appliquant la méthode indirecte à l'homme, a trouvé que l'exhalation horaire de l'acide carbonique s'élevait à environ 18 litres, résultat qui est conforme aux expériences citées plus haut.

184. Exhalation d'azote. — L'air expiré contient quelquefois la même quantité d'azote que l'air inspiré ; d'autres fois il y a un léger excès.

Regnault et Reiset, dans leurs recherches sur la respiration, ont reconnu que les animaux qui sont soumis à leur régime habituel dégagent toujours de l'azote ; mais la quantité de gaz exhalé est toujours très-faible et atteint à peine le centième du poids de l'oxygène.

D'après Boussingault, l'homme, à l'état normal, élimine de l'azote par la voie pulmonaire ; dans quelques cas, il y a, au contraire, absorption. La quantité d'azote éliminée en un jour peut être évaluée à 7 ou 8 grammes.

185. Rapport entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé. — Lorsqu'on compare les nombres qui expriment l'oxygène disparu et l'acide carbonique éliminé, on trouve, en général, que le volume de l'oxygène consommé l'emporte sur celui de l'acide carbonique exhalé ; et, comme on sait qu'un volume d'acide carbonique renferme son propre volume d'oxygène, on doit en conclure que la totalité de l'oxygène ne sert pas à former de l'acide carbonique, mais qu'une faible portion se combine avec l'hydrogène pour faire de l'eau ou sert à d'autres oxydations. Brunner et Valentin ont trouvé que le rapport de ces deux gaz était égal à 1,18, nombre qui représente le rapport numérique des échanges gazeux calculé d'après la loi de la dif-

fusion du gaz. En admettant ce résultat, on peut dire qu'un homme absorbe 1^l,18 d'oxygène pour 1 litre d'acide carbonique formé ; mais il n'en est pas toujours ainsi, comme cela résulte des expériences de Regnault et Reiset. On observe de grandes variations dans ce rapport, et même, quelquefois, la quantité d'oxygène éliminé dépasse celle de l'oxygène consommé. Les faits les plus importants signalés par Regnault sont les suivants :

1° Tous les animaux absorbent de l'oxygène et éliminent de l'acide carbonique dont la quantité varie avec la classe et l'espèce zoologique. En général, le poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique expiré est plus faible que celui de l'oxygène absorbé ;

2° A poids égal, la quantité d'oxygène consommé ou d'acide carbonique éliminé est plus grande chez les animaux de petite taille que chez les grands ;

3° Chez les animaux hibernants, le travail respiratoire diminue considérablement durant la période de repos, et leur respiration peut même être suspendue pendant un temps assez long.

4° Notons enfin que le régime, la pression, la température, l'exercice musculaire, etc., modifient aussi d'une manière notable tous les résultats numériques que nous avons donnés.

TRANSPIRATION PULMONAIRE.

186. Indépendamment des échanges gazeux dont nous venons de donner les principaux résultats, le renouvellement de l'air est accompagné d'un phénomène physique qui a aussi son importance ; c'est l'exhalation, sous forme de vapeur, d'une certaine quantité d'eau, exhalation à laquelle on donne le nom de *transpiration pulmonaire*. Effectivement, l'air expiré, pendant son séjour dans les cellules pulmonaires, se sature d'humidité laquelle se condense et apparaît sous forme de nuage au sortir du nez et de la bouche, quand la température extérieure est suffisamment basse.

Dalton, le premier, a cherché à évaluer la quantité d'eau perdue par cette voie en calculant le poids de la vapeur contenue dans un volume donné d'air expiré. Valentin est arrivé à un résultat plus exact en faisant passer les gaz expirés dans un appareil à boules contenant de l'acide sulfurique qui arrêtait l'eau.

Les calculs de Dalton et les expériences de Valentin donnent

une moyenne de 500 grammes d'eau exhalés dans les vingt-quatre heures.

La transpiration pulmonaire est un phénomène purement physique qui varie avec diverses circonstances, telles que l'étendue de la surface pulmonaire, la température et l'état hygrométrique ; elle est d'autant plus grande que le volume de l'air introduit est plus considérable ; elle diminue avec la température et le degré d'humidité. Comme conséquence de cette formation de vapeur, l'exhalation aqueuse pulmonaire doit déterminer le refroidissement de la surface respiratoire et du sang des capillaires. Ce fait sert à expliquer pourquoi la température du sang du cœur droit est plus élevée que celle du cœur gauche.

Quant à l'origine de cette vapeur, elle est due, en partie, à la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène des éléments organiques. Mais la quantité d'eau qui peut ainsi se former de toute pièce pendant le travail respiratoire est insignifiante quand on la compare à celle qui s'échappe de l'organisme et qui a sa source dans la plupart des boissons qui entrent dans notre alimentation.

RESPIRATION CUTANÉE OU PERSPIRATION.

37. La peau, en raison de la couche épidermique qui la revêt, est plus apte à éliminer qu'à absorber les gaz ; elle n'en constitue pas moins un appareil respiratoire proprement dit. Cette membrane est, en effet, le siège d'une absorption d'oxygène ainsi que d'une exhalation d'acide carbonique et de vapeur d'eau en tout semblables aux échanges gazeux qui s'opèrent par la voie pulmonaire : On donne à ce phénomène le nom de *perspiration*. Pour déterminer la quantité d'acide carbonique ainsi éliminé, on introduit le corps de l'homme ou d'un animal dans une enceinte fermée, la tête excepté, puis on y fait passer un courant d'air qui, en sortant, traverse une série de tubes destinés à absorber l'acide carbonique provenant de l'exhalation cutanée. On trouve ainsi que l'exhalation carbonique est $\frac{1}{40}$ de celle des poumons. Regnault et Reiset sont arrivés à des résultats analogues en expérimentant sur des Mammifères et sur des Oiseaux : Ainsi un Chien, en vingt quatre heures, n'élimine pas plus de 1 à 2 grammes d'acide carbonique par la peau. La composition de l'air de la perspiration in-

dique qu'il y a aussi absorption d'une petite quantité d'oxygène.

On détermine à peu près de la même manière la quantité de vapeur d'eau exhalée à la surface de la peau. Cette quantité est, en moyenne, de 1000 grammes par vingt-quatre heures, ce qui correspond au double de la quantité d'eau fournie par la transpiration pulmonaire. L'utilité de la perspiration cutanée se déduit de l'expérience suivante : qu'on applique sur la peau d'un Chien un enduit imperméable, et la mort survient ordinairement avant vingt-quatre heures. Cette mort est due à l'accumulation de l'acide carbonique dans le sang, le poumon étant insuffisant pour débarrasser l'économie de ce gaz.

ACTION DE LA RESPIRATION SUR LE SANG.

188. Le sang veineux qui traverse le poumon pour y subir l'influence vivifiante de la respiration gagne le cœur à l'état de sang artériel : Il était d'une couleur rouge-brun, il est devenu d'un rouge cerise clair. Ce changement de coloration s'accomplit dans les poumons au bout d'un temps très-court ; pour s'en convaincre, il suffit de mettre à nu le poumon d'une Grenouille. En raison de la transparence des parties, on voit le sang pénétrer avec une teinte rouge-brun et acquérir, en les traversant, la couleur rouge-vermeil.

C'est à l'absorption de l'oxygène de l'air qu'il faut attribuer la couleur du sang artériel. On sait en effet, depuis longtemps, que du sang veineux agité dans un flacon rempli d'oxygène passe instantanément à l'état de sang artériel ; de même, si on agite du sang artériel dans un flacon contenant de l'acide carbonique, il redevient sang veineux.

Si, à l'exemple de Bichat, on suspend la respiration, chez un Chien, et qu'on perce la carotide, le sang qui s'écoule de ce vaisseau prend très-rapidement la teinte foncée du sang veineux ; il recouvre sa teinte propre presque aussitôt qu'on rétablit la respiration. Ces expériences établissent d'une manière incontestable que le changement de couleur que la respiration fait subir au fluide sanguin est dû à l'action de l'oxygène, et de l'acide carbonique. On est donc naturellement conduit à penser que le mélange gazeux n'est pas le même dans les deux sangs. En effet, les expériences de Magnus établissent

que le sang artériel est plus riche en oxygène que le sang veineux : ainsi le sang artériel renferme 38 parties d'oxygène pour 100 d'acide carbonique ; le sang n'en contient que 22. Des analyses plus récentes donnent pour 100 volumes de sang artériel :

| | |
|-------------------------|----|
| Oxygène..... .. | 20 |
| Acide carbonique libre. | 34 |

dans 100 volumes de sang veineux :

| | |
|-----------------------|----|
| Oxygène..... .. | 12 |
| Acide carbonique..... | 43 |

L'oxygène et l'acide carbonique ne sont pas simplement en dissolution dans le fluide sanguin. D'après les expériences de Fernet, la presque totalité de l'oxygène est combinée avec les globules et, par l'analyse spectrale, on reconnaît que cette combinaison a lieu avec l'hémoglobine et forme l'*oxyhémoglobine*.

L'acide carbonique est presque tout entier en dissolution dans le sérum ; une faible partie seulement y existe à l'état de bicarbonates alcalins et d'un phospho-carbonate de soude.

THÉORIE DE LA RESPIRATION.

189. Historique. — L'étude des phénomènes chimiques de la respiration date du milieu du dix-septième siècle. Boyle, le premier, démontra expérimentalement que l'air qui a servi à la respiration cesse d'être respirable et amène promptement l'asphyxie, si on n'a le soin de le renouveler. En plaçant des animaux sous le récipient de la machine pneumatique, il montra que les animaux terrestres absorbent directement l'air en nature et les animaux aquatiques absorbent l'air dissous dans l'eau. En 1665, Fracassati, médecin italien et B. Lower, en ouvrant le thorax d'un animal vivant, reconnurent que le sang veineux ou noir se transforme en sang artériel ou rouge-cerise par son passage à travers les poumons, sous l'influence de l'air atmosphérique ; mais ils ne purent déterminer la cause de cette modification. C'est seulement en 1674 que J. Mayow signala dans l'air l'existence d'un principe (*gaz ou esprit nitro-aérien*) capable d'entretenir la vie en passant dans le sang par la respiration et produisant ainsi la rutilance de ce fluide et la chaleur animale. Il montra également

que ce principe n'était qu'une portion de la masse atmosphérique et que les animaux le consommaient comme une lampe qui brûle ; mais, ignorant l'art de recueillir les gaz, art qui fut découvert plus tard par le physicien Hales, il ne put ni isoler le principe vivifiant de l'air ni faire l'analyse du gaz expiré.

En 1759, Black constata la présence de l'acide carbonique ou gaz crayeux dans l'air de l'expiration de l'homme et des animaux, gaz que Van Helmont avait découvert un siècle avant dans les produits de la combustion et de la fermentation. En faisant passer l'air expiré dans de l'eau limpide de chaux, le physicien anglais obtint un précipité blanc qui n'était autre chose qu'une combinaison d'acide carbonique et de chaux ; mais il ne put en déterminer la composition chimique ni établir la relation qui existe entre la production du gaz crayeux et le rôle de l'air dans la respiration. C'est alors que parut Priestley en Angleterre, Scheele en Suède et Lavoisier en France. En 1774 Priestley découvrait l'oxygène ou air déphlogistiqué en même temps qu'il isolait l'azote. En étudiant les phénomènes de la respiration, le chimiste anglais signalait comme ses devanciers la présence de l'acide carbonique dans les produits de la respiration comme dans l'air altéré par la combustion, et montrait par l'expérience que, si les animaux vicient l'air et le rendent irrespirable, les plantes, au contraire, le purifient et le rendent propre à la respiration des animaux. A leur tour, Scheele et Lavoisier découvraient la composition de l'air (1777). Après avoir établi que l'acide carbonique était composé d'oxygène et de carbone et que l'eau était une combinaison d'hydrogène et d'oxygène, Lavoisier fut conduit à considérer la respiration comme un phénomène de combustion qui s'effectue dans l'organisme et créa ainsi la théorie chimique de la respiration.

« La respiration, dit Lavoisier, n'est qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène qui est semblable en tout à celle qui s'opère dans une lampe ou dans une bougie allumée et, sous ce point de vue, les animaux qui respirent sont de véritables corps combustibles qui brûlent et se consomment. »

« Dans la respiration, comme dans la combustion, c'est l'air qui fournit l'oxygène et le calorique. Mais comme, dans la respiration, c'est la substance même de l'animal, c'est le sang qui fournit le combustible, si les animaux ne réparaient pas habituellement par les aliments ce qu'ils perdent par la respira-

tion, l'huile manquerait bientôt à la lampe et l'animal périrait comme une lampe s'éteint lorsqu'elle manque d'huile. »

Cette théorie de la respiration des animaux, si simple et si nette, n'est que l'expression exacte des faits établis par les expériences de Lavoisier et confirmés par les expérimentateurs modernes.

190. Respiration des tissus. — Le siège de ces combustions réside, non au niveau des poumons, mais dans la profondeur de l'organisme, les poumons n'étant qu'une vaste surface où s'effectuent les échanges gazeux. C'est dans la trame même des tissus que sont brûlés le carbone et l'hydrogène par l'oxygène du sang. On peut démontrer directement cette respiration intérieure en les plaçant, comme l'a fait P. Bert, dans un milieu oxygéné : Ainsi, un muscle isolé de l'organisme vivant consomme de l'oxygène et élimine de l'acide carbonique. Cette combustion devient plus active dans un muscle en mouvement que dans un muscle en repos. Le phénomène s'accomplit dans l'organisme vivant comme en dehors, non-seulement pour les muscles, mais encore pour toutes les autres parties du corps. Bert a fait sur ce sujet de nombreuses expériences dont les résultats les plus importants sont les suivants : 1° les divers tissus d'un animal consomment des quantités inégales d'oxygène et dégagent des quantités inégales de gaz carbonique ; 2° plus le milieu où est placé l'animal est riche en oxygène, plus l'absorption de ce gaz est considérable ; l'élimination de l'acide carbonique reste à peu près constante ; 3° à la même température et sous la même pression, les animaux à sang chaud absorbent plus d'oxygène que les animaux à sang froid. Ce dernier résultat explique la grande résistance à l'asphyxie que l'on observe chez les reptiles et les poissons.

ASPHYXIE.

191. L'asphyxie est cet état de mort apparente ou réelle déterminé par la suspension des échanges gazeux, c'est-à-dire l'absorption de l'oxygène et l'exhalation de l'acide carbonique : il suit de là que, dans l'asphyxie, le sang perd peu à peu son oxygène et se charge d'acide carbonique, et cette double condition physiologique représente l'essence même de l'état d'asphyxie.

La suspension de la respiration peut se produire de plusieurs manières : 1° par privation brusque et totale d'air ; 2° par insuffisance

d'air libre avec ou non accumulation d'acide carbonique, dans un espace clos; 3° par viciation de l'air par des gaz toxiques.

192. Asphyxie par arrêt brusque de la respiration. — Si sur un Mammifère on vient à comprimer la trachée de manière à supprimer l'accès de l'air dans les poumons, l'animal, après 30 à 40 secondes, exerce des efforts violents pour respirer; la face devient violacée; le sang artériel noirâtre et si l'expérience continue pendant 3 ou 4 minutes, l'animal succombe. Ces effets sont encore plus prompts chez les oiseaux. Quant à l'Homme, la suspension brusque de la respiration, comme dans le cas de submersion, de strangulation et d'enfouissement, détermine rapidement la mort. Il est rare qu'un homme qui a séjourné de 4 à 6 minutes dans l'eau puisse être ramené à la vie. Les cas exceptionnels d'individus qui ont pu, sans succomber, rester submergés pendant un temps plus long ont été expliqués en admettant une syncope prolongée qui, suspendant momentanément les mouvements respiratoires, les a garanti de l'asphyxie. On sait d'ailleurs que les plus forts plongeurs ne peuvent rester sous l'eau que pendant 3 ou 4 minutes, et encore n'y arrivent-ils que par habitude en s'exerçant à faire de larges et profondes inspirations.

Les oiseaux plongeurs ne peuvent rester au fond de l'eau au delà de 3 minutes. Les grands Cétacés y séjournent de 15 à 30 minutes, grâce aux dispositions anatomiques du système artériel dont l'ensemble forme de vastes plexus artériels et veineux qui servent de réservoir chargé de fournir du sang, pendant toute la durée de la submersion. Dans le vide de la machine pneumatique, l'expérience établit que chez les animaux à respiration puissante, tels que les Mammifères et les Oiseaux, la vie cesse après 40 secondes ou une minute tandis que ceux qui ne respirent que faiblement peuvent supporter pendant plus longtemps la privation d'air. Une Grenouille supporte le vide pneumatique pendant près de trois heures, et si les nouveau-nés résistent plus que les adultes, c'est que leurs tissus consomment moins d'oxygène que ceux des adultes.

Des Crapauds confinés dans des moules en plâtre continuent à vivre, grâce à la petite quantité d'air qui leur arrive à travers les parois. Mais, si l'on plonge dans l'eau les boîtes de plâtre dans lesquels on les a enfermés, ils meurent rapidement.

193. Asphyxie par insuffisance d'air libre sans accumulation d'acide carbonique. — Dans une atmosphère limitée, les

animaux meurent quand ils ont consommé la plus grande partie de l'oxygène pourvu que l'on ait le soin d'enlever tout l'acide carbonique à mesure de sa formation. Il résulte des expériences de P. Bert que les Mammifères succombent quand il ne reste plus que 2 p. 100 d'oxygène, et les Oiseaux quand il n'en reste plus que 3 à 4 p. 100. Les Reptiles, les Mollusques utilisent la totalité ou la presque totalité de ce gaz avant d'être complètement azphyxiés.

Ces faits expliquent les troubles respiratoires qui se produisent sous l'influence des variations de la pression atmosphérique. Lorsque la pression diminue, la quantité d'oxygène et d'acide carbonique contenus dans le sang diminue aussi; quand la pression augmente, le sang devient plus riche en gaz oxygène; mais la proportion d'acide carbonique reste à peu près la même. Ce fait est important pour l'Homme, qui souvent se trouve soumis à des variations de pression, comme cela a lieu dans les ascensions de montagnes, dans les voyages en ballon ou lorsqu'on travaille sous une cloche contenant de l'air comprimé.

Lorsque l'aéronaute s'élève, le sang devient de moins en moins riche en oxygène; la respiration et la circulation s'accélérent pour compenser cette perte; les combustions internes diminuent; le corps se refroidit, et si l'aéronaute continue à monter, le cœur et les muscles respirateurs privés en partie de leurs éléments nutritifs ralentissent leurs mouvements, et la mort devient imminente. Pour atténuer ou du moins pour retarder les accidents auxquels sont exposés les voyageurs aériens, Bert, le premier, a proposé de respirer de l'oxygène de manière à ramener la tension de ce gaz à sa valeur normale.

Dans les ascensions des montagnes, ces troubles (*mal des montagnes*) sont beaucoup plus prononcés parce que le voyageur est obligé de produire un travail musculaire considérable aux dépens de la chaleur du corps. Lartet, qui a étudié ce phénomène avec précision, à l'aide d'instruments enregistreurs, ajoute: « Dans les montagnes, surtout à de grandes altitudes et sur les pentes où le travail de l'ascension est considérable, il faut une quantité de chaleur énorme pour être transformée en force musculaire. *Cette dépense de force use plus de chaleur que l'organisme ne peut en fournir*; de là un refroidissement sensible du corps et les haltes fréquentes qu'on est obligé de faire pour se réchauffer. Quand on est en état de digestion, le refroi-

dissement devient presque nul; c'est ce qui explique l'habitude qu'ont les guides de faire manger toutes les deux heures environ. »

194. Asphyxie par insuffisance d'oxygène avec accumulation d'acide carbonique. — Lorsque, dans un air confiné, on laisse s'accumuler l'acide carbonique formé et qu'on fournit à l'animal en expérience une quantité toujours suffisante d'oxygène, on voit encore l'asphyxie survenir quand l'acide carbonique a atteint certaines proportions qui varient selon les espèces. Ainsi les Mammifères ne peuvent vivre dans une atmosphère dont l'oxygène est réduit à 10 p. 100. Dans les mines l'asphyxie est imminente quand l'air n'a que 15 p. 100 d'oxygène.

Cet effet n'est pas le résultat d'une action toxique de l'acide carbonique, mais d'une trop grande quantité de ce gaz qui s'oppose à l'exhalation de celui qui est dissous dans le sang; par suite, ce liquide ne peut plus recevoir celui que dégagent les combustions internes.

Il suit de là que l'asphyxie dans un air confiné est due aux deux causes que nous venons d'indiquer: diminution de l'oxygène, augmentation de l'acide carbonique. Les expériences nombreuses faites par Bert ont conduit ce physiologiste à cette conclusion, que la mort, dans une atmosphère limitée, est déterminée chez les animaux à sang chaud par la privation d'oxygène et, chez les animaux à sang froid, par excès d'acide carbonique. Pour ce physiologiste, la mort naturelle est toujours une asphyxie.

195. Asphyxie par la présence de gaz toxiques. — La présence de gaz toxiques peut modifier les échanges gazeux et amener promptement la mort par intoxication, lors même que l'air contient de l'oxygène. Les gaz toxiques sont l'hydrogène sulfuré et arsénié, l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, etc., et même le protoxyde d'azote; Davy croyait que ce dernier gaz pouvait remplacer l'oxygène de l'atmosphère; mais on sait aujourd'hui que le protoxyde d'azote ne peut être supporté par l'organisme que pendant un certain temps et à la condition qu'il soit mélangé avec l'oxygène. L'acide carbonique doit être aussi rangé dans la catégorie des gaz délétères, car il agit comme narcotique et arrête les mouvements respiratoires. Le gaz oxyde de carbone tue en déplaçant l'oxygène des globules sanguins. Les gaz azote et hydrogène ne modifient pas sensiblement l'exhalation de l'acide

carbonique. Les animaux respirent dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène comme dans l'air atmosphérique ; il en est de même dans le cas où il y a excès d'oxygène comme cela résulte des expériences de Regnault et Reiset. Mais, à hautes doses, d'après les expériences de Bert, l'oxygène agit comme un agent toxique, à la manière d'un poison comparable dans ses effets à la strychnine.

Enfin l'asphyxie présente plusieurs particularités qui méritent d'être signalées. L'accumulation de l'acide carbonique dans le sang par le fait de la suspension de la respiration excite les centres nerveux et exalte certaines facultés, notamment la mémoire ; l'action de ce gaz se faisant sentir sur les centres respiratoires augmente la fréquence et l'énergie des mouvements respiratoires ; l'excès de l'oxygène dans le sang détermine un effet inverse. Les plongeurs en faisant de larges inspirations amènent la suroxygénation du sang et par suite le ralentissement de la respiration. Enfin l'action excitante de l'acide carbonique donne lieu à une élévation de température dont le siège principal est dans les muscles.

DE LA RESPIRATION CHEZ LES ANIMAUX INVERTÉBRÉS

196. Protozoaires. — Dans ces organismes inférieurs, la respiration s'effectue par la surface cutanée. La peau molle et perméable est le seul instrument où se fait l'échange gazeux entre le corps et le milieu ambiant. Cet échange est surtout favorisé par la formation des pseudopodes qui augmentent la surface en contact avec le fluide respirable.

Chez les *Infusoires*, les cils vibratiles jouent aussi un rôle considérable en provoquant par leurs mouvements le renouvellement du liquide qui les baigne. On trouve même dans le corps de ces êtres rudimentaires des vésicules contractiles qui se remplissent de liquide et se vident alternativement, disposition qui rappelle les canaux aquatiques des Vers.

197. Zoophytes (Cœlentérés). — Chez ces êtres inférieurs, c'est encore par la surface cutanée que s'opère l'absorption de l'oxygène. Le renouvellement de l'eau qui entoure l'animal

s'effectue par les courants liquides qui traversent constamment l'organisme et qui sont déterminés par les cils vibratiles des tubes aquifères : c'est ce que nous montrent les *Spongiaires*, les *Acalèphes* et les *Coralliaires*. Le système gastro-vasculaire contribue donc aussi au phénomène de la respiration.

198. Échinodermes. — Le système vasculaire aquifère avec ses ramifications multiples dans la masse du corps et les appendices locomoteurs sont considérés comme les organes respiratoires des *Holothuries*, des *Astéries* et des *Échinides*. Cet appareil, par le renouvellement incessant de l'eau sous l'action des cils vibratiles qui tapissent les parois de ces cavités, et par le fait que ses prolongements extérieurs ou *ambulacres* ont souvent une conformation qui se rapproche des branchies, réunit tous les caractères d'une surface de respiration.

199. Vers. — Chez un grand nombre de Vers, il n'existe pas d'organe spécial affecté à la respiration, et l'absorption de la petite quantité d'oxygène nécessaire à ces animaux se fait par l'enveloppe cutanée (*Helminthes*, *Turbellariés*, *Rotateurs*); mais, chez les Annélides, qui sont le type le plus perfectionné de l'organisation des Vers, cette fonction s'accomplit au moyen de branchies qui se présentent avec des formes très-diverses.

Chez les Annélides, on distingue deux sortes de branchies ou organes analogues : les branchies *vasculaires* et les branchies dites *lymphatiques*. Dans le premier cas, le sang, qui est ordinairement coloré en rouge et qui circule dans un système de canaux membraneux, vient lui-même se mettre en rapport avec le milieu aéré et absorber l'oxygène nécessaire ; dans le second, c'est le liquide cavitaire, c'est-à-dire le liquide qui remplit les espaces interorganiques qui se met en rapport direct avec l'eau aérée, et c'est par ce fluide cavitaire que l'oxygène arrive dans le sang.

Les branchies lymphatiques sont, tantôt des parties saillantes avec cils vibratiles qui sont ou des modifications des *cirrhés* ou des appendices particuliers, comme on le voit chez les Arénicoles errants ou *Dorsibranches*, tantôt des filaments qui s'insèrent autour de la bouche, comme on le voit chez les *Tubicoles* et qui sont disposés à peu près de la même manière que les tentacules des Bryozoaires. Les branchies vasculaires présentent à peu près la même conformation et la même modification, et souvent les deux sortes d'organes se trouvent réunis sur le même individu. Chez la Sangsue, par exemple, l'absorp-

tion de l'oxygène se produit par le réseau vasculaire sous-cutané qui existe sur tout le corps, et la respiration est directe. Chez d'autres Annélides, cette respiration directe, au lieu d'être cutanée, a lieu au moyen de branchies proprement dites : ce sont d'abord des tentacules placés sur la tête en forme de touffes, ou bien des filaments en forme de panaches ou d'arbuscules ramifiés placés sur le dos : telles sont les branchies vasculaires des *Hermelles*, des *Eunices*, des *Arénicoles*, etc. Nous signalerons, en terminant, les Lombrics ou Vers de terre dont la respiration s'effectue par la surface cutanée qui recouvre un lacis très-serré de vaisseaux sanguins et qui est rendu constamment humide au moyen d'un liquide sécrété par cette enveloppe.

200. Mollusques. — Un appareil branchial rudimentaire représente l'organe respiratoire des groupes inférieurs de cet embranchement dont les représentants, connus sous le nom de Mollus-

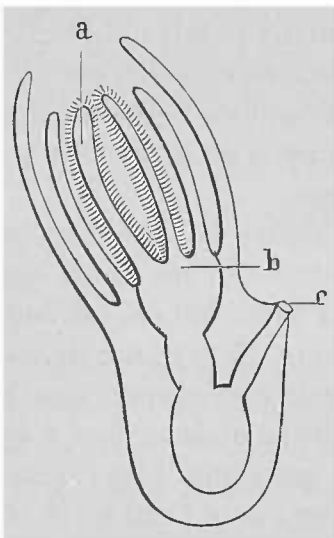


Fig. 130.

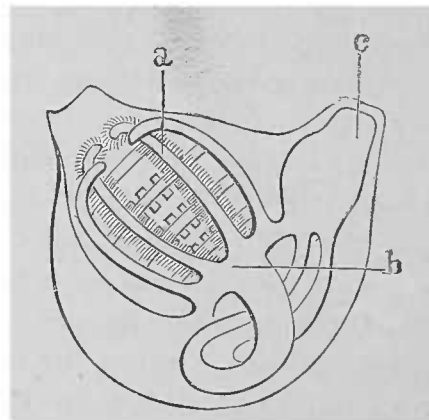


Fig. 131.

Schéma d'un Bryozoaire. — *a*, tentacules ciliés. — *b*, entrée du tube digestif. — *c*, orifice de sortie (fig. 130).

Schéma de l'Ascidie (Tunicien). — *a*, chambre branchiale avec ses baguettes longitudinales et transversales en forme de treillis et leurs cils vibratiles. — *b*, entrée du tube digestif. — *c*, orifice de sortie (fig. 131).

coïdes, sont les *Bryozoaires* et les *Tuniciens*. Les premiers portent autour de leur bouche une couronne de tentacules ciliés ; les seconds ont un appareil un peu plus perfectionné. Il consiste en une cavité placée entre l'orifice buccal et l'œsophage à laquelle on a donné le nom de sac respiratoire. Le fond de cette cavité est

occupé par de petites baguettes en forme de treillis dont les bords sont pourvus de cils vibratiles. Les mouvements de ces cils déterminent des courants de manière à diriger vers l'œsophage l'eau aérée pour la respiration et les particules alimentaires pour la digestion : telle est la disposition générale de l'appareil branchial des *Asciidiens*, des *Pyrosomes* (fig. 131).

La plupart des Mollusques proprement dits étant aquatiques, la fonction respiratoire s'accomplit par des branchies ; il n'y a d'exception que pour le petit groupe des *Pulmonés*. Les branchies sont toujours des appendices des téguments superficiellement placées ou cachées dans une cavité formée aux dépens du manteau, et jamais elles ne se reliait à aucun autre système d'organes, ce qui est un perfectionnement : Ainsi les Brachiopodes respirent par la surface interne du manteau qui est très-vasculaire ; quelques anatomistes attribuent aux bras la même fonction. Mais, chez les *Lamellibranches*, entre le manteau et le sac viscéral, apparaissent des branchies au nombre de deux paires (fig. 132) ; chaque branchie a un aspect feuilleté, et chaque feuillet est formé de filaments cylindriques avec cils vibratiles qui restent isolés chez beaucoup de Lamellibranches, mais qui, généralement, sont réunis entre eux, ce qui lui donne la forme d'un treillis ; cet appareil branchial est complété par le manteau qui le protège et lui amène l'eau aérée. Tantôt, comme chez l'Huître, le manteau est largement ouvert ; tantôt, une adhérence de ses bords subdivise l'ouverture palléale en deux fentes, l'une qui reçoit l'eau aérée et les aliments, l'autre qui sert à l'expulsion des excréments (*Moules*, *Cames*, etc.). Dans quelques cas, ces deux fentes se transforment en tubes contractiles que l'on nomme *xiphons* (*Bucardes*, *Tellines*, *Vénus*, etc.).

Dans la classe des Gastéropodes, sauf le petit groupe des *Pulmonés*, tous les autres respirent par des branchies. Ces organes sont tantôt extérieurs, et garnissent les côtes du dos (*Nudibranches*), tantôt recouverts par le manteau (*Tectibranches*). Chez d'autres Gastéropodes, les branchies sont placées entre le manteau et le pied comme dans les Lamellibranches. De plus, comme le plus souvent la surface extérieure de ce manteau porte une coquille, c'est au bord même de cette coquille que se voit la chambre branchiale. Quant aux branchies, elles sont au nombre de deux et ont la forme de peignes (fig. 133).

Chez les Pulmonés, les branchies disparaissent et la chambre

branchiale se réduit à une cavité pulmonaire avec réseau vasculaire sanguin.

De tous les Mollusques, ce sont les Céphalopodes qui ont l'appareil respiratoire le plus perfectionné. La cavité branchiale constitue une vaste poche dans laquelle aboutissent les conduits excréteurs du corps. Au fond de cette poche, se trouvent

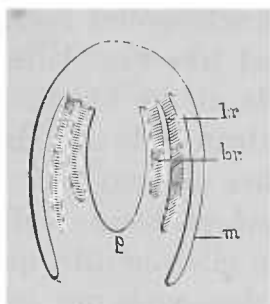


Fig. 132.

Schéma des branchies des Lamellibranches. — P, pied. — m, manteau. — br, br, Branchies (fig. 132).

b, branchies. — m, m, manteau ouvert. — p, le pied. — t, tentacules (fig. 133).

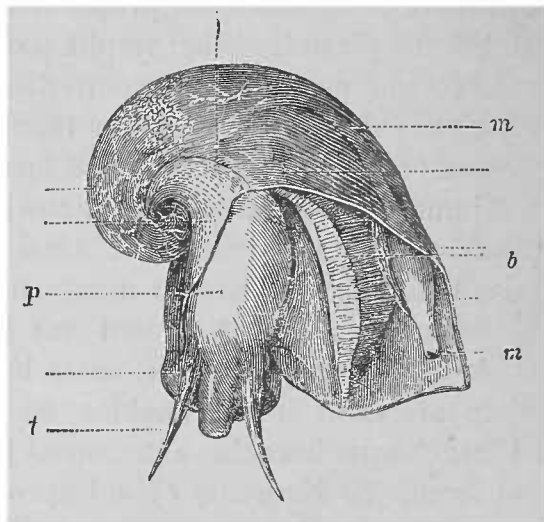


Fig. 133. — Appareil branchial de la Littorine littorale (Mollusque gastéropode).

deux ou quatre branchies, en forme de pyramides, composées de lamelles très-serrées. Les Nautilés en ont deux paires; les Poulpes, les Sèches, les Calmars n'en ont qu'une seule paire. Ce sac contractile exécute des mouvements d'inspiration et d'expiration qui amènent la production de courants. L'eau entre par la fente palléale et sort par l'entonnoir.

201. Crustacés. — Les Crustacés étant essentiellement aquatiques, c'est toujours à l'aide d'un appareil branchial que s'effectue l'absorption de l'oxygène contenu dans l'eau qui les entoure. Il faut en excepter quelques Crustacés inférieurs dont la respiration est simplement cutanée (*Lernées*), ainsi que les larves de quelques Crustacés supérieurs.

Les appareils branchiaux les plus répandus se présentent sous la forme d'appendices qui sont tantôt des membres modifiés (*pattes branchiales*), tantôt des portions de ceux-ci, tantôt enfin des organes indépendants qui sont seulement en con-

nexion avec les pattes par la base. Les pattes branchiales appartiennent aux *Branchiopodes*, ce qui leur a valu ce nom; elles sont formées de lamelles larges et minces en rapport avec l'échange gazeux. Les membres thoraciques des *Amphipodes* (*Crevette* des ruisseaux) et les membres abdominaux des *Isopodes* se terminent par de larges feuillets qui sont aussi en rapport avec la fonction respiratoire.

Les branchies proprement dites n'appartiennent qu'aux *Stomapodes* et aux *Décapodes* : les premiers ont des branchies abdominales flottantes situées à la base de cinq paires de pattes natatoires (*Squille*); celles des seconds sont thoraciques, extérieures et annexées aux cinq paires de pattes locomotrices: Le nombre en est variable. Chez la plupart des *Brachyures*

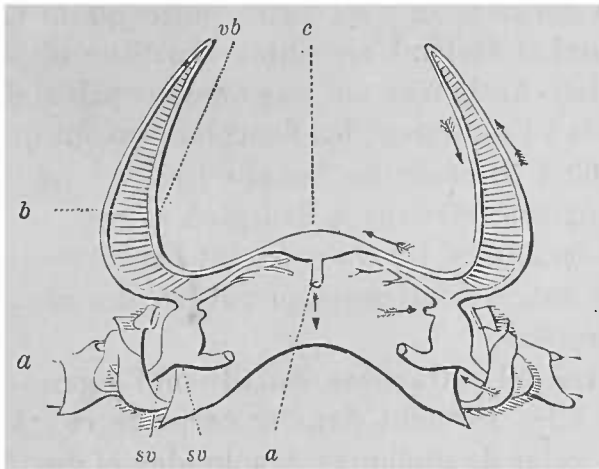


Fig 134. — Deux lames branchiales d'un Crabe avec les vaisseaux sanguins.

c, cœur. — ab, artères branchiales. — vb, veines branchiales. — sr, sv, sinus veineux. — a, aorte.

(*Crabe*), on en compte cinq grandes et deux rudimentaires et un plus grand nombre chez les *Macroures* : ainsi le Homard en possède vingt paires. Ces branchies sont protégées par un repli des téguments qui descend le long des flancs pour recouvrir ces organes jusqu'à la base et constituer la carapace. Ce repli limite de chaque côté deux cavités où l'eau pénètre par une fente ménagée vers la base des pattes et d'où elle sort par un orifice expirateur placé au-devant de la bouche. C'est à Milne-Edwards que l'on doit la connaissance de l'appareil respiratoire des *Décapodes* et la manière dont il fonctionne.

202. Arachnides. — La respiration des Arachnides est exclusivement aérienne, même chez les espèces aquatiques. Un grand

nombre d'*Acariens* n'ont pas d'organes respiratoires distincts et la respiration simplement diffuse s'accomplit par la surface extérieure du corps ; mais, chez les *Aranéides*, on trouve soit des poumons, soit des trachées, soit à la fois des trachées et des poumons.

Chez les *Araignées*, les *Scorpions*, etc., les organes respiratoires se composent de *poches pulmonaires* ou *poumons* placés par paires à la partie inférieure des premiers anneaux de l'abdomen, et chacun reçoit l'air par des orifices, en forme de fente transversale ou de boutonnière, appelés *stigmates* ; chacun de ces poumons est constitué par une série de lamelles larges et aplaties, réunies à la manière des feuillets d'un livre. Chaque lamelle, dont l'intérieur communique avec la cavité commune, reçoit l'air de cette dernière et n'est autre chose qu'un rameau trachéen raccourci et étalé : L'ensemble constitue un assemblage de trachées. Les *Araignées* ont une ou deux paires de poumons toujours situés à l'abdomen ; les *Scorpions* en ont quatre paires comprenant 60 à 70 vésicules lamelliformes dans le *Scorpion* d'Europe et environ 100 dans le *Scorpion* nègre.

Quelques *Arachnides*, les *Galéodes*, les *Faucheurs*, les *Mites*, et la plupart des autres *Acariens* respirent par des canaux aériens comme les *Insectes*.

205. Insectes.—Les trachées constituent l'organe respiratoire des *Insectes*. Elles forment dans le corps de ces *Arthropodes* comme dans celui de quelques *Arachnides* et des *Myriapodes* un système de canaux très-ramifiés qui s'ouvrent au dehors au moyen d'orifices ou *stigmates* par lesquels ils se remplissent d'air.

La découverte des trachées a été faite en 1669 par Malpighi sur le *Ver à soie*.

Chez la plupart des larves et chez un grand nombre d'*Insectes* à l'état parfait (*Coléoptères*), on compte neuf paires de *stigmates* dont huit occupent les premiers anneaux de l'abdomen et, le neuvième, la région thoracique (*larve de Hanneton*). Les *Sauterelles* et les autres *Orthoptères* ont dix paires de ces orifices ; chez d'autres, il se réduit à huit, à sept, etc., et même à deux (*Libellule*, *Éphémère*). Chaque *stigmat*e a l'aspect d'une fente ovale entourée d'un anneau corné qui porte des valvules mises en mouvement par des muscles particuliers (fig. 135).

Les trachées se présentent sous la forme de conduits membra-

neux d'une grande délicatesse, dont les nombreuses ramifications de plus en plus petites se répandent dans toutes les parties du corps et entourent les organes d'un réseau serré. Ces conduits sont formés par trois tuniques qui ne sont que la continuation de la peau qui revêt le corps et dont la moyenne a l'aspect d'un fil roulé en spirale.

Chez un grand nombre d'Insectes et particulièrement chez ceux dont le vol est puissant (*Sauterelles*, *Abeilles*, *Bourdons*, *Mouches*), les tubes aérifères portent en certains points de leur parcours des dilatactions sacciformes (*trachées vésiculeuses*),

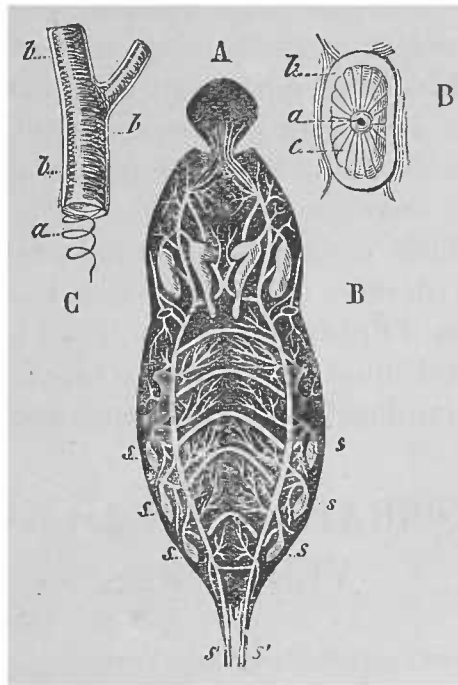


Fig. 135.

A appareil trachéen de la Nèpe cendrée montrant les trachées avec des dilatactions en forme de sacs. — s, s, s, s, stigmates. — B, un stigmate isolé. — a, orifice. — b, cercle corné. — c, valvule. — C, portion de trachée. — b, la membrane externe. — c, le fil spiral.

dont la paroi est privée de lame spirale et qui jouent le rôle de réservoirs d'air.

Le mécanisme de la respiration des Insectes aériens s'effectue par les contractions et les dilatations alternatives de la cavité abdominale, comme cela a lieu chez le Hanneton ou bien par les mouvements des divers anneaux qui peuvent se rapprocher, s'écarter ou rentrer les uns dans les autres, comme chez l'Abeille. Quant aux stigmates, ils sont béants pendant l'état de repos, en sorte que l'air pénètre librement dans les tubes

trachéens, à chaque dilatation de l'abdomen ; mais ils peuvent se fermer à la volonté de l'animal.

Les Insectes aquatiques ont aussi un appareil trachéen, et, pour subvenir aux besoins de la respiration, ils sont forcés de venir à la surface de l'eau pour y puiser l'air en nature : à cet effet, quelques Insectes se servent de leurs élytres (*Dytiques*), ou bien de leurs antennes dont les poils retiennent des globules d'air qui se rendent ensuite par une rainure jusqu'aux stigmates ; c'est ainsi que respire l'Hydrophylle. Enfin c'est au moyen des poils de l'extrémité postérieure du corps que les *Gyrins* ou *Tourniquets* recueillent les bulles d'air nécessaires à leur respiration.

Indépendamment de ce système trachéen ouvert, dans beaucoup de larves d'Insectes qui vivent dans l'eau, on trouve un système trachéen fermé ou *astigmatique* que l'on doit considérer comme un état inférieur précurseur des véritables trachées. Certaines larves sont pourvues d'appendices foliacés distincts ou groupés et dans lesquels les trachées pénètrent et se ramifient : on désigne ces parties sous le nom de *branchies trachéennes* (larves d'Éphémère) ; enfin, chez les larves de Libellules, le rectum est muni de nombreux appendices qui communiquent avec les ramifications trachéennes antérieures.

DE LA RESPIRATION CHEZ LES ANIMAUX VERTÉBRÉS

204. Les organes respiratoires des Vertébrés se distinguent par une perfection organique et par une localisation plus ou moins complète de la fonction. Ils affectent deux formes différentes : l'une qui, s'adaptant au milieu aérien, consiste en un système de cavités, le *poumon*, renfermant un réseau vasculaire sanguin, ainsi que cela se voit chez les Mammifères, les Oiseaux, les Reptiles et les Batraciens parfaits ; l'autre, conformée pour le milieu aquatique, porte le nom de *branchies*, comme cela a lieu chez les Poissons et les Batraciens parfaits.

POISSONS.

205. Les Poissons possèdent tous une respiration branchiale. Seul, l'*Amphioxus* a des branchies dépourvues de feuillets bran-

chiaux; l'eau, mise en mouvement dans le pharynx par des cils vibratiles, passe à travers les fentes que laissent entre eux les arcs branchiaux et sort par un pore pratiqué à la paroi abdominale, après avoir baigné le réseau sanguin de la respiration.

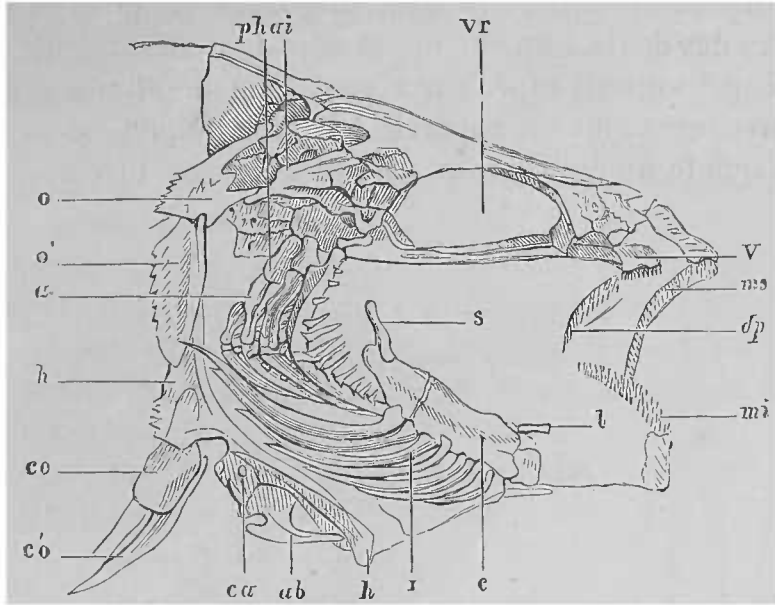


Fig. 136.

Tête osseuse de la Perche montrant l'appareil hyoïdien. — *c*, cornes de l'os hyoïde. — *i*, rayons branchiostèges. — *a*, arcs branchiaux. — *ph*, os pharyngiens supérieurs.

Dans les *Poissons osseux*, les branchies sont logées dans une grande cavité ou chambre respiratoire, creusée de chaque côté de la région cervicale : ces organes ont pour charpente des arcs

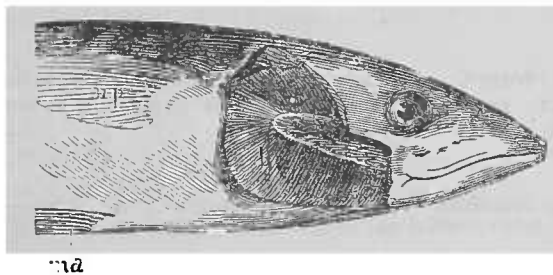


Fig. 137. — Tête du Maquereau à laquelle on a enlevé l'opercule pour montrer les *branchies*.

osseux, au nombre de quatre de chaque côté, qui naissent de la partie moyenne de l'os hyoïde et remontent jusque sous la base du crâne où ils se fixent par l'intermédiaire des *os pharyngiens*. Chacun de ces arcs est lui-même formé de deux pièces

articulées qui, en se redressant ou en se rapprochant, amènent la dilatation et le resserrement alternatifs de la cavité respiratoire.

Sur le bord convexe de ces arcs sont implantées des lamelles triangulaires étroites et rouges, disposées en deux séries à la manière des dents d'un peigne, et dont le nombre, pour chaque rangée, est souvent supérieur à cent. Une membrane fine et délicate recouvre tout cet appareil, à la base duquel rampent deux troncs que le fluide sanguin parcourt en sens inverse, savoir :

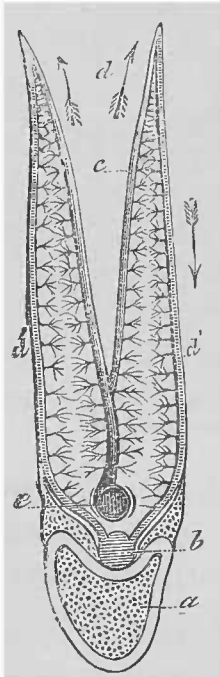


Fig. 138. — Distribution des vaisseaux sanguins dans les lamelles branchiales.

a, coupe de l'arc branchial. — *d*, lamelles branchiales. — *e*, tronc, origine des artères branchiales *c*, — *b*, tronc artériel qui reçoit les veines branchiales, *d' d'*.

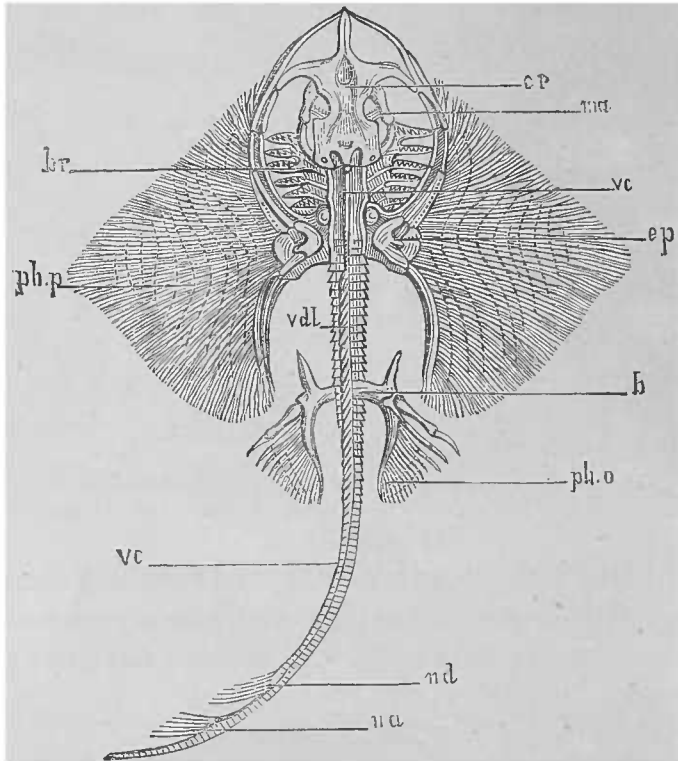


Fig. 139. — Squelette de la Raie montrant en *br* l'appareil branchial.

un tronc émané de l'artère branchiale qui ramène le sang noir, et un tronc veineux branchial qui rapporte le sang vivifié par la respiration. Ces deux branches fournissent à chacune des lamelles un rameau artériel qui y distribue le sang noir dans un réseau capillaire d'où un rameau veineux le ramène à l'état de sang rouge dans le tronc aortique. Tout l'appareil respiratoire est recouvert extérieurement par une plaque osseuse nommée

l'*opercule*, lame articulée sur les côtés du crâne qui descend sur les branchies à la manière d'un volet. La peau qui tapisse ce couvercle mobile s'étend souvent au delà de son bord libre et limite un espace en forme de fente qu'on désigne sous le nom d'*ouïe* ou orifice expirateur. Ce mode d'occlusion de la chambre branchiale est complété par des rayons osseux aplatis et recourbés qui partent des cornes de l'os hyoïde et que l'on décrit sous le nom de *rayons branchiostèges* (fig. 136).

Cet appareil branchial présente des variations nombreuses qu'il serait trop long de décrire. Nous signalerons seulement des modifications importantes que l'on observe chez les *Poissons cartilagineux*, tels que les *Cyclostomes* et les *Sélaciens* (*Raie*, *Squale*, etc). Les feuillets branchiaux de ces Poissons sont adhérents aux parois de la cavité respiratoire. Ils forment autant de loges qu'il y a de branchies et communiquent au dehors par des fentes distinctes. Chez les Sélaciens, on compte cinq branchies et cinq *fentes operculaires*; dans l'ordre des Cyclostomes, le nombre de sacs branchiaux est de six; et chez la Lamproie on en compte sept (fig. 139).

206. Mécanisme de la respiration des Poissons.—Les Poissons absorbent l'oxygène dissous et éliminent de l'acide carbonique, ainsi qu'il est aisé de le démontrer en versant de l'eau de chaux dans l'eau où ces animaux ont séjourné pendant quelque temps; on obtient un précipité blanc de carbonate de chaux qui est l'indice certain de la présence de cet acide. C'est par le passage de l'eau, de la bouche vers les ouïes, à travers l'appareil branchial, que s'effectue l'échange gazeux. Ce mécanisme se produit de la manière suivante, ainsi que cela ressort des expériences de Bert : pendant l'inspiration, la bouche s'ouvre, le pharynx se dilate et les opercules se soulèvent; en même temps, la membrane operculaire, sous la pression de l'eau extérieure, ferme les ouïes à la manière d'une soupape, en sorte que le liquide ne peut pénétrer dans la chambre respiratoire que par la bouche. Pendant l'expiration, la bouche se ferme, les arcs branchiaux se rapprochent et les opercules se rabattent; l'eau refoulée vers les ouïes soulève la membrane de l'opercule et s'échappe au dehors.

Chez les Poissons cartilagineux, le mode de respiration est bien plus simple. L'entrée et la sortie de l'eau ont lieu par la dilatation et le resserrement alternatifs de la cavité buccale. Chez

la Lamproie, en particulier, l'eau entre et sort par les orifices branchiaux et rarement par la bouche.

207 Inspiration d'air libre. — Parfois les Poissons ne se contentent par de l'air dissous; on les voit aussi venir à la surface pour mettre leurs branchies en contact avec l'atmosphère et prendre des gorgées d'air. Les expériences de Spallanzani et de Humboldt montrent que les branchies de ces animaux absorbent l'oxygène libre comme l'oxygène dissous et exhalent de l'acide carbonique. Certains Poissons, même, peuvent vivre dans l'eau récemment bouillie à la condition de les laisser venir à la surface, mais ils meurent dans l'eau ordinaire si, à l'aide d'un diaphragme, on les retient au-dessous du niveau de l'eau. Ceci montre que la respiration aquatique ne suffit pas à tous les Poissons.

208. Adaptation des branchies à la respiration aérienne. — En général, la respiration aérienne des Poissons est nulle ou insignifiante, et presque tous ces animaux périssent très-rapidement lorsqu'on les expose à l'air libre. Quelques-uns, pourtant, peuvent rester longtemps à terre sans être incommodés. On attribue cette propriété à certains organes accessoires de la respiration. L'exemple le plus remarquable se rencontre dans l'*Anabas*, le *Gourami* et plusieurs autres poissons que Cuvier a réunis dans

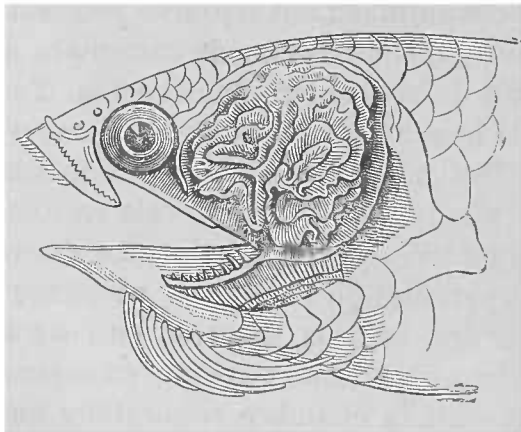


Fig. 140. — Tête de l'*Anabas* montrant les branchies et la cavité labyrinthiforme.

une famille naturelle sous le nom de *Pharyngiens labyrinthiformes* : c'est ainsi que l'*Anabas* des marais du Bengale sort de l'eau et reste longtemps à terre, et même grimpe aux arbres d'après quelques observateurs modernes. On attribue cette faculté aux cavités labyrinthiformes dont sont creusés les os pha-

ryngiens supérieurs. Ces os sont tapissés par une muqueuse vasculaire garnie de saillies spongieuses qui, en retenant l'eau, entretiennent la respiration en maintenant les branchies humides.

D'autres Poissons, sans posséder ces parties accessoires, peuvent vivre hors de l'eau pendant un temps plus ou moins long : telles sont les Carpes et surtout les Anguilles ; mais le Hareng et le Goujon meurent très-promptement. L'asphyxie de ces poissons semble tenir à une disposition différente des appareils respiratoires. Les espèces qui périssent promptement ont leurs ouïes largement ouvertes : chez celles qui peuvent rester impunément hors de l'eau pendant quelques heures, les ouïes, au contraire, sont étroites et restent plus longtemps humides. La dessiccation des branchies serait donc une des causes de mort rapide des poissons qu'on expose à l'air libre.

209. Vessie natatoire. — Il existe dans le corps de beaucoup de Poissons une grosse vessie remplie d'air à laquelle on a donné le

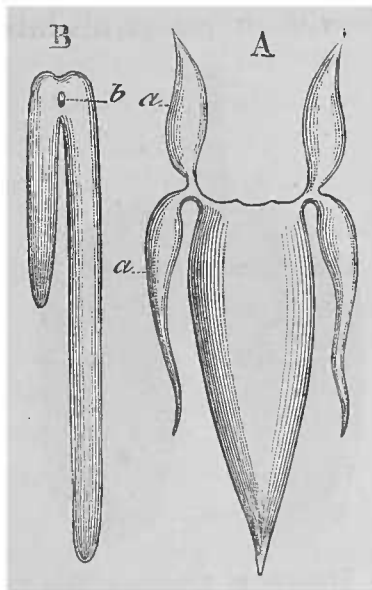


Fig. 141.

A et B, formes diverses de la vessie natatoire. — *a*, annexes ; *b*, orifice.

nom de *vessie natatoire*, parce que quelques naturalistes lui attribuent un rôle hydrostatique. On admet que cette vessie sert au Poisson à faire varier le poids de son corps, suivant qu'il comprime plus ou moins l'air qu'elle renferme. Cependant Cuvier, frappé de la ressemblance qui existe entre les poumons des Batra

ciens et les vessies aériennes des poissons, fut conduit à considérer ces réservoirs comme étant de nature respiratoire, autrement dit comme étant des poumons rudimentaires établissant le passage graduel de la respiration aquatique à la respiration aérienne.

Chez quelques Poissons, comme le *Polyptère*, le *Lépidosiren* et le *Protoptère*, la vessie natatoire est parcourue par un réseau vasculaire et même, chez le *Dipnoé*, on observe le passage de ce réservoir au poumon par l'apparition de veines qui y apportent le sang et d'artères qui le distribuent. Souvent la vessie natatoire s'ouvre par un conduit dans le pharynx, dans l'œsophage et même dans l'estomac : on doit donc considérer ces organes comme constituant un appareil respiratoire accessoire qui, dans certain cas, concourt à l'accomplissement de cette fonction.

REPTILES.

210. Dans la plupart des Sauriens, les poumons sont simples et constituent des sacs à cavité unique garnis intérieurement d'une

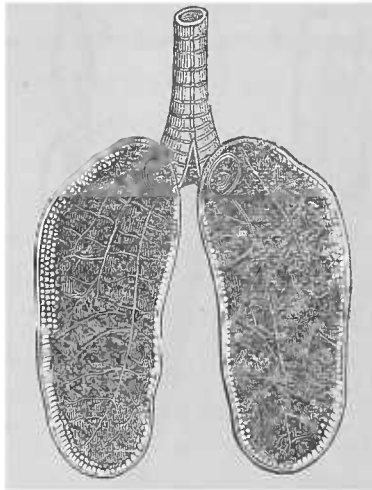


Fig. 142. — Trachée et poumons d'un Saurien.

multitude de petites cloisons qui circonscrivent des espaces irréguliers. Quant à la trachée, elle ne se divise pas en bronches et s'ouvre directement dans les poumons. Cette disposition se retrouve aussi chez les Serpents ; seulement, les deux poumons ne se développent pas également ; l'un d'eux se réduit à un état rudimentaire et quelquefois même disparaît complètement.

Chez les Tortues, le sac pulmonaire est divisé par des cloisons

transversales en plusieurs compartiments comprenant un grand nombre de cellules irrégulières qui, toutes, reçoivent l'air directement par l'intermédiaire de la bronche unique laquelle suit le bord ou base du poumon et porte une série de petits trous destinés à établir la communication de ces cellules avec l'extérieur. On remarque une disposition semblable, mais plus compliquée, chez les Crocodiles.

211. Mécanisme de la respiration des Reptiles. — Le mode de respiration des Reptiles présente la plus grande analogie avec celui de l'Homme. L'introduction de l'air dans les poumons est déterminée par les changements de capacité de la chambre viscérale fonctionnant comme une pompe aspirante. Chez les Ophidiens, les mouvements inspiratoires sont exécutés par le jeu des côtes nombreuses qui forment la charpente solide de la cavité thoracique respiratoire. Pendant la locomotion, on voit ces arcs osseux se relever successivement et s'écarter, puis s'abaisser et se rapprocher, ce qui augmente et diminue alternativement la chambre où sont logés les poumons. Chez les Sauriens, la présence du sternum ferme en avant la cage thoracique ; dans ce cas, l'agrandissement du thorax a lieu par l'action combinée des côtes et du sternum.

En ce qui concerne les Chéloniens, on a admis pendant longtemps que le mode respiratoire était le même que celui de la Grenouille, mais on sait aujourd'hui que l'inspiration de l'air s'effectue chez les Tortues comme chez les autres Reptiles par les changements de volume du thorax et non par déglutition, ainsi que cela a été établi par P. Bert au moyen d'expériences très-ingénieuses exécutées par la méthode graphique. Ce physiologiste a montré en outre que les mouvements respiratoires sont indépendants de ceux de la locomotion ; ce n'est que dans les inspirations énergiques qu'interviennent les mouvements des membres.

BATRACIENS.

212. Dans le jeune âge les, Batraciens portent à l'arrière de la tête, sur les côtés du cou, des branchies externes qui ont la forme de petits filaments ramifiés. Ces branchies persistent pendant toute la vie chez les *Pérennibranches* ; mais elles disparaissent chez les autres Batraciens pour faire place, chez les

Anoures seulement, à des branchies internes qui n'ont qu'une très-courte durée. A l'état parfait, la plupart des Batraciens ont pour instruments respiratoires deux sacs membraneux et vasculaires, qui, chez les Grenouilles et les Crapauds, portent à l'intérieur quelques divisions cellulaires.

215. Mécanisme de la respiration des Batraciens. — Les Batraciens étant privés de côtes ou en ayant des rudimentaires ne sauraient suffisamment dilater leur thorax pour permettre à l'air d'affluer dans les cellules pulmonaires; aussi chez ces animaux l'introduction de l'air s'effectue par un mécanisme analogue à celui de la déglutition. C'est en effet par des mouvements analogues à ceux qui se passent dans la déglutition que les Grenouilles poussent des gorgées d'air qui traversent la glotte et de là arrivent dans les poumons. Pendant longtemps on a admis que l'oblitération des narines était indispensable à la production de ce phénomène; mais il n'en est rien, ainsi que l'a établi P. Bert à la suite d'expériences très-ingénieuses. Voici, d'après P. Bert, comment se produit le mécanisme de la respiration de la Grenouille: l'animal qui va respirer a les narines béantes, la bouche et la glotte fermées; il abaisse brusquement le plancher de la cavité buccale et aussitôt l'air se précipite par les narines dans cette cavité; alors la glotte s'ouvre et l'air des poumons est expulsé par les narines. L'expiration terminée, un mouvement de déglutition se produit, et la presque totalité de l'air de la cavité buccale est poussée à travers la glotte dans les poumons; en même temps les narines se rétrécissent et laissent aussi sortir une petite quantité d'air.

OISEAUX.

214. L'appareil respiratoire des Oiseaux comprend les poumons et un système de réservoirs aériens communiquant avec ces organes et avec les os. C'est cette particularité qui a fait dire à Cuvier que les Oiseaux étaient des Vertébrés à respiration double.

Les poumons des Oiseaux sont des masses spongieuses placées à la partie supérieure et postérieure du thorax avec lequel ils adhèrent. Le tissu propre de cet organe est composé de très-petites cavités ou alvéoles qui sont toutes en communication réciproque, disposition bien différente de celle qu'on observe dans les Mammifères, chez lesquels la structure *lobée* est poussée jusqu'aux dernières ramifications bronchiques.

Le mode de distribution des bronches est aussi très-différent de celui des Mammifères.

Chaque bronche principale, en pénétrant obliquement dans le poumon, perd bientôt ses anneaux cartilagineux et se réduit à son canal membraneux. — Après avoir fourni quelques ramifications, chacun d'eux se termine en deux autres qui s'ouvrent à la partie postérieure du bord externe du poumon. Les canaux qui partent de la portion membraneuse sont ordinairement au

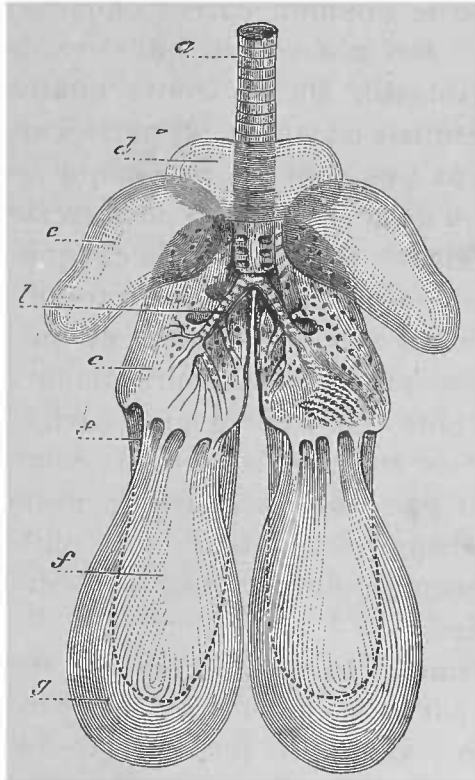


Fig. 143. — Appareil respiratoire de la Poule.

a, trachée-artère. — *b*, *c*, bronches. — *d*, sac aérien claviculaire. — *e*, sacs cervicaux. — *f*, sacs diaphragmatiques. — *g*, sacs abdominaux.

nombre de onze et forment deux séries régulières, quatre le long du bord interne et sept le long du bord externe. Toutes ces branches secondaires se dirigent vers la surface du poumon et émettent d'autres branches parallèles qui rampent sur cette surface et fournissent à leur tour des rameaux tertiaires plus déliés qui s'enfoncent à angles droits dans le tissu du poumon, et ceux-ci en émettent également de plus petits encore qui terminent la série. Il suit de là que la disposition générale des ramifications bronchiques des poumons des Oiseaux est la division *pennée*, ca-

ractère qui les distingue de la division dichotomique des bronches du poumon des Mammifères.

Les sacs aériens des Oiseaux, au nombre de neuf, sont des expansions membraneuses qui, partant de l'orifice des bronches, s'ouvrent à la surface du poumon. L'un d'eux, médian, communique avec les deux poumons et est situé entre la trachée et la fourchette; on le nomme le *sac claviculaire*. Les autres, pairs, sont disposés symétriquement de chaque côté du corps et communiquent avec le poumon correspondant. Les deux plus importants sont les *sacs abdominaux* qui s'étendent jusqu'au bassin et recouvrent l'intestin. On en trouve quatre autres au-devant de ce dernier, lesquels occupent les parties antérieures et postérieures du thorax : ce sont les *sacs diaphragmatiques*; enfin, il s'en élève encore deux autres, les *sacs cervicaux*, qui s'étalent à la partie antérieure du poumon de chaque côté de la base du cou. — Tous ces sacs sont fermés de toute part, en dehors de leur communication avec le poumon, et quelques-uns avec les os; il faut en excepter les réservoirs diaphragmatiques qui ne communiquent plus avec aucune autre cavité, si ce n'est avec les poumons. Pour les autres réservoirs, la communication avec le squelette se fait par l'intermédiaire de prolongements particuliers, et cette disposition s'étend à la plus grande partie du squelette, à l'exception des os de la main, de l'avant-bras, de la jambe et du pied.

215. Mécanisme de la respiration des Oiseaux. — Les poumons adhérant par toute leur surface aux parois du thorax, l'ampliation de cette cavité par le jeu des côtes et du sternum détermine nécessairement leur dilatation et l'entrée de l'air dans ces organes. Le diaphragme lui-même, en refoulant les viscères abdominaux, contribue aussi à l'agrandissement de la poitrine, mais l'air qui se précipite ainsi dans les poumons ne provient pas tout entier du dehors. Les communications directes qui existent entre les cellules pulmonaires et les réservoirs aériens font que l'air contenu dans ces réservoirs prend aussi une large part au renouvellement du fluide respirable : et, en effet, chaque fois que le thorax s'agrandit, les réservoirs diaphragmatiques qui sont intra-thoraciques s'élargissent aussi et appellent l'air du dehors par l'effet d'une diminution de pression intérieure, en même temps les réservoirs extra-thoraciques s'affaissent par excès de pression extérieure. Quand le thorax se resserre, des

phénomènes inverses se manifestent. Il suit de là qu'à chaque inspiration, l'air extérieur entre dans les poumons et dans les poches diaphragmatiques, en même temps qu'une portion de l'air contenu dans les poches extra-thoraciques reflue vers le poumon. Pendant l'expiration, l'air expulsé des poumons et des réservoirs intra-thoraciques s'échappe au dehors par la trachée, mais aussi une autre portion s'engage dans les réservoirs abdominaux, cervicaux et claviculaires, et ainsi de suite.

MAMMIFÈRES.

216. Les organes respiratoires des Mammifères présentent les mêmes dispositions que celui de l'homme. Le système trachéen est très-développé et souvent même assez compliqué. Les rapports du canal alimentaire avec l'entrée des voies aériennes diffèrent chez les divers Mammifères ; ainsi, dans les Cétacés, l'épiglotte monte jusqu'à l'orifice postérieur des fosses nasales et le voile du palais descend jusqu'à la base de la langue, ce qui rend impossible l'arrivée de l'air par la bouche ; ces animaux ne peuvent donc respirer que par le nez, les fosses nasales se continuant avec la trachée. On trouve une disposition analogue chez les Jumentés, ce qui fait que leur respiration est entièrement nasale. C'est ainsi que, chez le Cheval, la paralysie des muscles des narines amène l'asphyxie, la bouche étant ouverte. Le Chien, au contraire, respire par la gueule lorsqu'il est haletant, son larynx étant situé en bas. Mais, en général, la respiration des Mammifères s'effectue par les fosses nasales et à la fois par le nez et la bouche dans les grands mouvements respiratoires.

Les bronches à leur entrée dans le poumon se divisent dichotomiquement en bronches de plus en plus petites qui se détachent à angle aigu ; celles-ci conservent leurs cerceaux cartilagineux jusqu'à leurs divisions terminales, et même, chez les Mammifères aquatiques, ces cerceaux persistent avec leur forme annulaire complète jusqu'à leurs extrémités qui se terminent par des dilatations ou lobules composés de vésicules, comme chez l'Homme. Enfin les poumons des Mammifères n'offrent dans la forme extérieure que des modifications peu importantes. Toujours ces organes sont librement suspendus dans la cage thoracique ; souvent ils ne sont pas divisés en lobes, comme on le voit

chez le Cheval, l'Éléphant, le Rhinocéros et chez quelques Ron-geurs (Rat, Écureuil); le poumon droit seul est divisé en quatre lobes et, chez les Carnassiers (Chat, Chien), on trouve quatre lobes, un au poumon droit et trois au poumon gauche.

CALORIFICATION

217. Les êtres vivants, dans les conditions ordinaires, ont une température supérieure à celle du milieu ambiant. L'observation la plus vulgaire le démontre pour les Mammifères et les Oiseaux; mais le fait est général et s'applique à tous les animaux. Il doit donc exister en eux une chaleur propre ou plutôt un moyen de produire de la chaleur. Donc les animaux ne suivent pas, comme les corps inertes, les variations de la température extérieure. Par le seul fait qu'ils possèdent la vie, ils luttent et réagissent et, de l'action opposée entre la chaleur intérieure et celle du dehors, résulte la chaleur animale dont le rôle est de maintenir, entre certaines limites, cette constance de température nécessaire à la conservation des propriétés physiques, chimiques et organiques des diverses parties du corps.

218. Détermination de la température des animaux. — La connaissance de la température des animaux exige l'emploi d'instruments d'une grande sensibilité. A cet effet, on peut se servir de thermomètres gradués sur tige d'un petit volume. Mais comme la température des animaux oscille entre 35° et 45°, on a ordinairement recours dans les observations physiologiques à des thermomètres à échelle arbitraire qui ne donnent qu'un petit nombre de degrés et dont le réservoir, d'un très-petit calibre, se met rapidement en équilibre de température, sans refroidir sensiblement les parties environnantes. Dans quelques cas particuliers, on peut se servir de thermomètres à maxima et à minima, et même, lorsqu'il s'agit de mesurer la température des parties profondes, sans modifier l'état des tissus, on emploie des aiguilles thermo-électriques composées chacune de deux métaux, cuivre et fer, soudés ensemble. Pour faire une expérience, on place l'une de ces aiguilles dans un bain à une température fixe, tandis que l'autre est plongée dans le tissu ou l'organe dont on veut apprécier l'état thermique; ces deux aiguilles sont réunies par un fil de cuivre à un galvanomètre. Dans ces

conditions, si l'une des soudures est plus chauffée que l'autre, il se produit un courant électrique qui se manifeste par la déviation de l'aiguille aimantée du galvanomètre ; la grandeur de la déviation mesure la différence des températures des deux soudures, et comme l'on connaît l'une d'elles, par différence on a l'autre.

219. Température des animaux. — L'étude comparative de la chaleur animale faite au moyen de ces divers instruments a mis hors de doute ce fait que tous les êtres vivants possèdent une chaleur propre ; seulement, tandis que les uns ont une température invariable et presque indépendante de celle du milieu ambiant, les autres suivent les variations de la chaleur extérieure. De là la distinction des animaux en deux groupes : 1° *les animaux à température constante* ; 2° *les animaux à température variable*.

1° Les animaux à température invariable sont les Oiseaux et les Mammifères. Les premiers possèdent une température qui oscille entre 40 et 44° ; les seconds ont une température comprise entre 35°,5 et 40°,5. Les *Cétacés*, même malgré leur présence continuelle dans l'eau, ne font pas exception à cette règle. Il n'en est pas de même des Mammifères hibernants (*Marmotte, Loir, Hérisson*) ; ceux-ci, malgré leur organisation élevée, se rapprochent par les phénomènes de calorification de ceux des classes inférieures.

2° Les animaux à température variable sont les Reptiles, les Poissons et tous les Invertébrés. Loin d'avoir, comme les Oiseaux et les Mammifères, une température sensiblement constante et indépendante des influences extérieures, ils suivent les variations du milieu (air ou eau) dans lequel ils vivent.

Chez les Reptiles, la chaleur du corps est généralement supérieure de 4 à 5° à celle du milieu où ils sont placés. Les moyennes extrêmes sont de 0°,04 à 8° (*Lézard vert*). Dans la classe des Poissons, cette différence oscille entre 0°,2 et 3°,88 (*le Brochet*).

Quelques observations faites sur les Mollusques et les Crustacés montrent que ces animaux ont à peu près la même température que celle du milieu, avec quelques écarts en plus représentés par une fraction de degré.

Quant aux Insectes, ils dégagent assez de chaleur pour maintenir celle de leur corps à quelques degrés au-dessus de celle de l'air ; c'est ce qui a été constaté par Melloni. Les essaims d'Abeilles

peuvent faire monter la température de leur ruche à 4°.

En résumé, nous voyons que les animaux, à quelque degré de l'échelle qu'ils appartiennent, ont une chaleur propre différente du milieu extérieur. Seulement, chez les Mammifères et les Oiseaux, les quantités de chaleur produites suffisent pour compenser les pertes incessantes qu'ils éprouvent par contact et par rayonnement et pour maintenir leur état thermique constant malgré les variations de la température extérieure ; aussi ont-ils été regardés de tout temps comme ayant une chaleur propre dont on plaçait la source dans le sang et qu'on désignait sous la dénomination impropre d'*animaux à sang chaud*. Au contraire, les Reptiles, les Poissons et les Invertébrés produisent peu de chaleur et, par suite, suivent les variations de la température extérieure : en raison de cette circonstance, on les a longtemps appelés à tort *animaux à sang froid*.

220. Température de l'Homme. — On a fait de nombreuses expériences pour déterminer la température moyenne du corps de l'homme. D'après les observations de Desprets entreprises sur l'Homme adulte, cette température serait de 37°,09. Davy a trouvé le nombre 37°,3 pour la température prise à la base de la langue. Gavarret admet, d'après ses propres recherches, que, dans l'état physiologique et dans nos climats, la température de l'Homme adulte, prise sous l'aisselle, est comprise entre 36°,5 et 37°,5.

Cette température n'est pas la même aux différentes régions du corps, soit que l'on observe les parties superficielles ou les parties profondes. Ainsi, à la plante des pieds, elle est de 32°,22 ; sur le milieu du tibia, de 33°,9 ; sur la dixième côte gauche, de 34°, etc.

Becquerel a appliqué la méthode du galvanomètre et des aiguilles thermo-électriques à l'étude de la répartition de la température dans les divers organes ; ces aiguilles peuvent être glissées facilement dans l'intérieur des tissus sans les désorganiser ni les déchirer ; elles peuvent être également poussées dans les vaisseaux sanguins sans amener de troubles dans la circulation. Veut-on, par exemple, déterminer la température d'un des muscles du tronc, on enfonce l'une des aiguilles dans ce muscle et on place l'autre dans la bouche ou dans un bain à température constante ; le sens de la déviation de l'aiguille du galvanomètre indique de quel côté existe l'excès de tempéra-

ture. C'est ainsi que Becquerel a trouvé que la température des muscles est plus élevée que celle du tissu sous-cutané. Il a constaté par le même procédé que la contraction musculaire donne lieu à une augmentation qui peut atteindre 5°.

De toutes les parties du corps, c'est le sang qui est le plus chaud. Sa chaleur atteint en moyenne 39° ; elle peut aller jusqu'à 41° ; le sang du cœur gauche et des veines pulmonaires, d'après Cl. Bernard, est plus froid que celui du cœur droit, preuve que le sang se rafraîchit en traversant les capillaires pulmonaires. Le foie et les glandes sont considérés comme des foyers internes de chaleur.

ÉCONOMIE DE LA CHALEUR ANIMALE.

221. Le corps, dans son ensemble, conservant une température constante, il faut, pour l'équilibre, que les pertes de calorique se réparent d'une manière incessante. Si cet équilibre vient à être momentanément rompu, il se rétablit très-rapidement, ce qui prouve qu'il existe dans l'organisme non-seulement des conditions particulières qui lui permettent de fabriquer de la chaleur, mais encore un moyen de régulariser cette production en l'augmentant ou en la diminuant suivant la dépense. Les régulateurs du calorique sont les poumons et la peau. Il y a donc à considérer dans l'économie de la chaleur animale les sources du calorique et les moyens de déperdition.

222. Sources de la chaleur. — Lavoisier et, plus tard, Dulong et Desprets ont cherché à prouver que la chaleur animale a pour origine la chaleur dégagée par la combustion du carbone et de l'hydrogène contenus dans les matériaux du sang. Ils ont trouvé, à la suite de leurs expériences, que cette combustion développait 90 à 92 p. 100 de la chaleur du corps.

Nul doute que la chaleur animale ne soit produite par les réactions chimiques qui se passent dans l'organisme. Mais ces réactions sont trop complexes pour qu'il soit possible de mesurer les quantités de chaleur dégagées au moyen des produits de la respiration, en supposant que les choses se passent comme si l'oxygène inspiré brûlait du carbone et de l'hydrogène *libres*. On sait que les substances qui entrent dans la composition des aliments et des tissus ne sont pas toutes complètement détruites, c'est-à-dire réduites en eau et en acide carbonique ; une partie

se transforme en urée, acide urique, etc. Or dans tous ces changements, transformations et décompositions, il y a dégagement ou absorption de chaleur. La complexité du phénomène montre donc la difficulté de soumettre au calcul la détermination exacte de la chaleur animale. Néanmoins, on peut considérer la combustion du carbone et de l'hydrogène comme la source essentielle de la chaleur du corps. Si donc on admet qu'un homme brûle en vingt-quatre heures 300 grammes de charbon et 18 grammes d'hydrogène, on pourra d'après ces données calculer le nombre d'unités de chaleur produites par l'organisme : en effet, 1 gramme de charbon, en brûlant, produit une quantité de chaleur capable d'élever de 0° à 1°, une quantité d'eau égale à 8^k,08 ce qui équivaut à 8,08 calories; donc les 300 grammes produiront $300 \times 8,08 = 2424$ calories. De même 1 gramme d'hydrogène dégage, en brûlant, 34,462 calories; les 18 grammes de ce gaz produiront $18 \times 34,462 = 620$ calories. La somme, 3000, en nombre rond, exprime la quantité de chaleur produite, chaque jour, par un homme adulte; ce qui revient à dire que la chaleur fabriquée par l'organisme est capable d'élever de 0° à 1° 3000 kilog. d'eau ou 30 kilog. d'eau de 0° à 100°.

En résumé, la source de la chaleur animale réside essentiellement dans les combustions et les réactions chimiques qui se passent dans l'organisme et aussi dans les actions mécaniques. Cette théorie, établie par Lavoisier, est exposée dans l'énoncé suivant emprunté à l'illustre chimiste : « La machine animale est gouvernée par trois régulateurs principaux : la respiration qui consomme de l'hydrogène et du carbone et qui fournit le calorique; la transpiration qui augmente ou diminue suivant qu'il est nécessaire d'emporter plus ou moins de calorique; enfin la digestion qui rend au sang ce qu'il perd par la respiration et la transpiration. »

225. Dépense de calorique. — La constance de la chaleur du corps est le résultat de l'équilibre entre le calorique produit et le calorique perdu au dehors. La majeure partie disparaît par le rayonnement et par l'évaporation à la surface cutanée; on évalue cette perte à 77 p. 100 de la chaleur engendrée; outre cela, l'air inspiré, l'échauffement des aliments, les excréments emportent également une autre partie de calorique à peu près égale à 8 p. 100; il reste donc 15 p. 100 qui sont consommés par l'évaporation pulmonaire et cutanée.

224. Des variations de la température de l'homme. — Les observations faites par Davy dans toutes les parties du monde démontrent que les climats et les saisons ont une part d'influence sur l'état thermique de l'homme et des animaux. Le passage d'un climat froid ou tempéré à un climat chaud donne lieu à une élévation d'environ 1°; l'âge n'a pas une influence bien marquée. Pendant le sommeil, la respiration étant plus lente, on observe un léger abaissement dans la production de la chaleur. L'exercice détermine un accroissement de quelques dixièmes de degré.

Le régime a aussi une grande influence. Lorsque l'alimentation se fait exclusivement par des hydro-carbonés qui contiennent l'oxygène et l'hydrogène dans la proportion de l'eau, tout l'oxygène inspiré se retrouve dans l'acide carbonique exhalé; avec les autres aliments (graisses et albuminates), une portion de l'oxygène consommé dans la respiration disparaît pour faire de l'eau. Or la chaleur de combustion de l'hydrogène étant supérieure à celle du carbone, on doit en conclure que plus le travail respiratoire donnera lieu à la formation d'une certaine quantité d'eau, plus aussi l'animal produira de la chaleur.

La température du corps éprouve encore des variations journalières qui sont en rapport avec l'alimentation. Ainsi la chaleur du corps s'élève après le déjeuner et atteint son maximum cinq à six heures après; elle s'abaisse ensuite jusqu'au dîner pour remonter ensuite. Ces oscillations régulières ne dépassent pas 1°. On observe aussi ces différences pendant le jeûne et l'abstinence, ce qui prouve que l'alimentation n'est pas la seule cause de ces variations. Dans le cas d'inanition, la température s'abaisse d'abord un peu, puis elle reste constante; ce n'est que dans les derniers jours qui précèdent la mort que l'on observe un abaissement de 5 à 6°.

Dans les maladies, l'augmentation de la chaleur du corps est dans un rapport constant avec l'accélération du pouls. Le thermomètre indique une augmentation de 3 à 6°.

225. Résistance aux températures extrêmes. — Les animaux peuvent supporter pendant quelque temps des températures supérieures à celle de leur corps sans éprouver aucune gêne. Un grand nombre d'observateurs ont pu s'introduire dans des étuves sèches chauffées au delà de 40° et y séjourner pendant dix

ou quinze minutes. Blagdin a pu supporter 127°; Tillet et Duhamel, 128° et même 130°. Ils ont observé une accélération considérable du pouls, une augmentation de chaleur de 4 à 5° et une transpiration très abondante.

Franklin explique cette résistance à l'échauffement du corps par le froid produit par l'évaporation qui a lieu à la surface de la peau. Dans les étuves saturées d'humidité, les animaux succombent très-rapidement quoique la chaleur ne dépasse que de quelques degrés celle du corps, ainsi que cela résulte des expériences de Berger et de Delaroche; dans ces conditions, la résistance à l'échauffement, par évaporation, devient impossible.

La résistance au froid est plus prononcée, ce qui s'explique facilement puisqu'il y a dans l'organisme une source permanente de calorique. En effet l'homme peut vivre dans un milieu dont la température est inférieure à — 70°; c'est ce qui résulte des observations du capitaine Parry. Dans ces contrées, on voit des animaux, tels que le renard, le lièvre, le loup, posséder une température supérieure de 70 à 80° à celle de l'atmosphère.

Dans ces régions glaciales, l'homme ne peut résister à ces froids intenses que par une alimentation appropriée, par l'exercice et l'activité musculaire, car l'immobilité donne lieu à un engourdissement de toutes les parties du corps et ne tarde pas à amener la mort.

226. Origine de la force chez les êtres vivants. — La physique nous enseigne que la chaleur et le travail mécanique sont équivalents, qu'ils peuvent se transformer l'un dans l'autre et qu'ils ont la même origine. Ce fait d'une importance considérable s'applique à l'être vivant. Or, s'il est vrai que la force d'un être vivant comme la chaleur, a sa source dans les combustions respiratoires, on doit être conduit aux conséquences suivantes que l'expérience vérifie : 1° pour une quantité d'oxygène consommé, la température du corps est moins élevée lorsqu'il effectue un travail mécanique que lorsqu'il est au repos; 2° pour que la température du corps reste constante, il faut que l'animal absorbe une proportion d'oxygène plus considérable pendant qu'il accomplit un travail mécanique que lorsqu'il reste à l'état de repos. Les expériences de Béclard et Hirn vérifient d'une manière satisfaisante les résultats énoncés.

Lorsque l'animal est à l'état de repos, la totalité de la chaleur produite par les combustions intra-organiques est uniquement

employée à maintenir la température constante au milieu de toutes les variations extérieures. Lorsque l'animal exécute un travail extérieur, quel qu'il soit, l'activité respiratoire augmente et la chaleur produite se partage en deux parties, l'une qui entretient la chaleur du corps, l'autre qui se transforme en *force motrice* représentant l'*équivalent* du travail extérieur.

Les expériences de Hirn établissent que l'homme peut utiliser en travail extérieur le cinquième de la chaleur totale produite par les combustions internes. Ce résultat a été confirmé par les recherches de Helmholtz.

Le système musculaire animal représente donc une machine thermique plus perfectionnée que la machine à vapeur la mieux construite qui ne peut utiliser que le dixième de la chaleur produite.

SÉCRÉTIONS

227 On donne le nom de sécrétions aux matériaux qui sont extraits de la masse du sang, soit par des membranes, soit par des organes particuliers qu'on appelle *glandes*. Les sécrétions qui se passent au niveau des membranes libres prennent le nom de *transsudations* pour les distinguer de celles qui se produisent dans les glandes que l'on désigne sous le nom de *sécrétions glandulaires*. Lorsque les produits résultant de cette fonction sont destinés à accomplir certains actes physiques ou chimiques, on dit que ce sont des *sécrétions proprement dites*; si ces produits doivent être éliminés et rejetés au dehors, on les appelle des *excrétions*; ainsi l'élimination de l'eau à la surface du corps, les exhalations des membranes séreuses, la lymphe, sont des *transsudations*. Les liquides qui se déversent à la surface du tube digestif, tels que la salive, le suc gastrique, le suc pancréatique, sont de véritables sécrétions. L'élimination de l'urine est une excrétion.

228. Des glandes. — Réduite à ses éléments les plus simples, toute glande se présente sous la forme d'un *tube* ou d'une *vésicule* qui vient s'ouvrir à la surface de la peau ou des muqueuses par un orifice très petit. Ces deux formes types, en se répétant, constituent les glandes composées qui ne diffèrent des glandes simples que par la multiplicité de leurs éléments, ce

qui détermine un agrandissement considérable de la surface sécrétante.

Les glandes composées, eu égard au groupement de leurs éléments essentiels, se distinguent en glandes en grappe et en glandes en tubes correspondant aux deux formes élémentaires indiquées. Les glandes en grappe sont essentiellement formées de petites vésicules munies de conduits qui tous se réu-

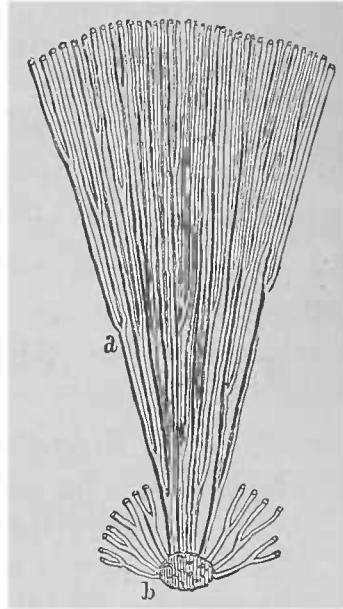
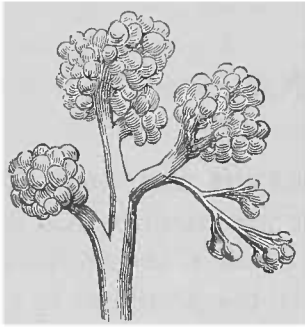


Fig. 144. — Portion de la glande parotide. Fig. 145. — Tubes urinifères.

nissent à un ou plusieurs conduits excréteurs qui viennent s'ouvrir à la surface des membranes : telles sont les glandes salivaires, le pancréas, les glandes de Brunner (fig. 144), etc. Les glandes en tubes sont constituées par des tubes simples ou ramifiés qui, d'abord rectilignes, deviennent flexueux et se contournent sur eux-mêmes ; tels sont le rein et le foie (fig. 145). Tous ces organes sont pénétrés par des réseaux capillaires qui se ramifient dans les parois de chacun des éléments constitutants.

229. Mécanisme des sécrétions. — Lorsqu'une glande sécrète, certains matériaux du sang traversent par filtration ou par endosmose les parois des capillaires et les cellules épithéliales qui tapissent la membrane propre de la glande. Dans ce trajet, les principes modifiables du sang subissent, en général, des transformations chimiques importantes que leur imprime la nature même des tissus qu'ils ont à traverser, puis s'échappent de la glande par les conduits excréteurs. On peut donc consi-

dérer dans le mécanisme des sécrétions deux phases distinctes et en quelque sorte indépendantes : 1° une *filtration* du plasma du sang, sous l'influence de la pression sanguine, phénomène purement physique ; 2° une *activité spéciale des éléments glandulaires* qui prennent et choisissent, dans le plasma qui baigne les lacunes lymphatiques, les éléments propres de la sécrétion et leur font subir des modifications et des changements chimiques plus ou moins considérables.

Les produits de sécrétion ne remplissent pas le même rôle dans l'économie : les uns ont un rôle mécanique, comme la sécrétion des glandes sébacées qui protège l'enveloppe cutanée ; d'autres ont un rôle chimique comme la salive, le suc gastrique, le suc pancréatique ; d'autres enfin ont pour effet d'éliminer certains matériaux de décomposition inutiles et même nuisibles, comme l'urine. Une fois leur action produite, les liquides sécrétés ne sont pas rejetés en totalité ; une partie rentre dans le sang par les voies ordinaires de l'absorption.

Nous allons passer en revue les principales sécrétions.

SÉCRÉTION URINAIRE

APPAREIL URINAIRE.

250. L'appareil de l'urination est un ensemble d'organes chargés d'extraire de la masse du sang un liquide particulier, l'*urine*, et de l'expulser au dehors. Cet appareil comprend : 1° les *reins*, organes sécréteurs de l'urine ; 2° les *uretères*, conduits excréteurs des reins ; 3° la *vessie*, vaste réservoir où s'accumule l'urine apportée par les uretères jusqu'au moment de son expulsion ; 4° l'*urètre* ou le canal excréteur de la vessie (fig. 146).

DES REINS.

251. Les reins, au nombre de deux, sont placés dans la région lombaire de chaque côté de la colonne vertébrale. Ils sont maintenus dans leur position par une membrane cellulo-fibreuse et enveloppés d'une grande quantité de graisse. Le rein droit occupe une position plus élevée que le gauche, ce qui tient sans doute à la présence du foie. La forme de cet

organe glanduleux est celle d'un ovoïde un peu comprimé d'avant en arrière, ce qui le fait ressembler à une graine de haricot dont le hile est en dedans ; son poids est d'environ 140 grammes et sa couleur d'un rouge lie de vin.

252. Structure du rein. — Si on incise le rein parallèlement à ses faces, on reconnaît que le tissu qui le constitue est formé de deux substances, l'une extérieure, la *substance corticale*, qui ré-

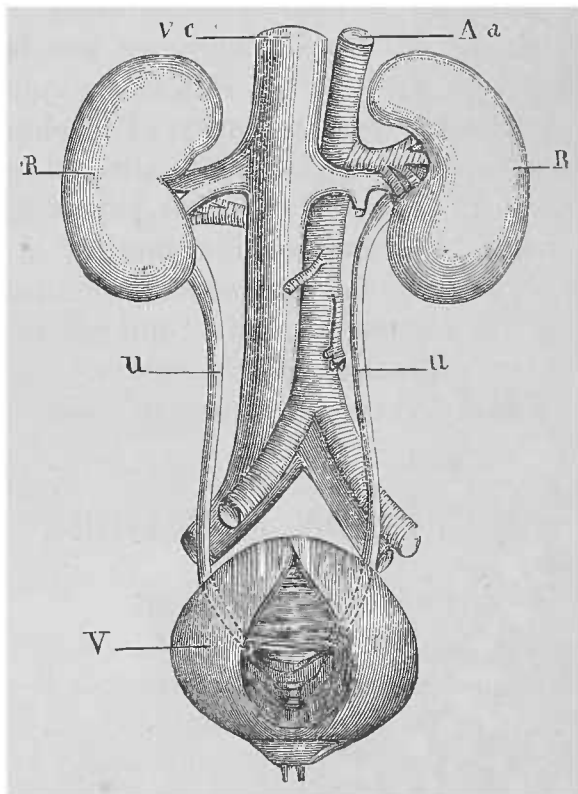


Fig. 146. — Ensemble de l'appareil urinaire.

R, R, reins. — u, u, uretères. — V, vessie ouverte. — Vc, veine cave. — Aa, aorte.

pond au bord convexe de la glande, l'autre interne, la substance *tubuleuse ou médullaire*, qui entoure le hile du rein.

1° La substance corticale forme une couche continue, granuleuse, qui envoie entre les cônes de la substance tubuleuse des prolongements appelés *colonnes de Bertin* ; elle contient un grand nombre de corpuscules (*glomérules* de Malpighi), qui sont les éléments sécréteurs de l'urine.

2° La substance médullaire ou tubuleuse, plus rouge, comprend un nombre variable de segments en forme de cônes ou pyramides (*pyramides* de Malpighi) dont les bases adhèrent à la

substance corticale et dont les sommets libres se terminent vers le hile du rein sous forme de mamelons ou *papilles*. Ces cônes, en pénétrant dans la substance corticale, prennent le nom de *pyramides de Ferrein*.

Cette disposition permet de considérer la glande rénale

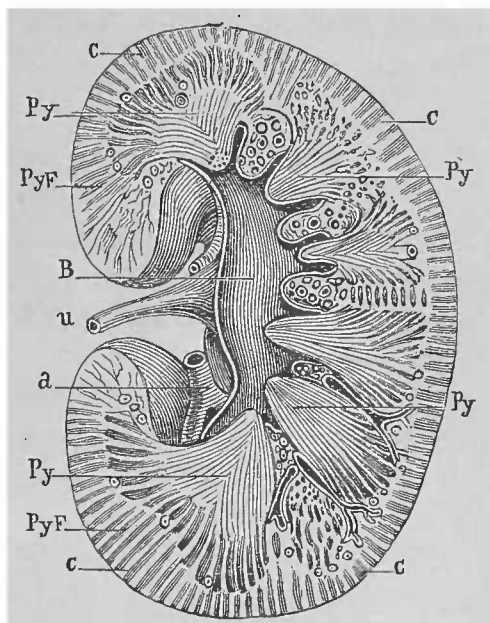


Fig. 147. — Section longitudinale du rein.

c, c, c, c, substance corticale. — *Py, Py, Py, Py*, pyramides de Malpighi séparées par les colonnes de Bertin. — *PyF, PyF*, pyramides de Ferrein. — *B*, bassinets. — *u*, uretères. — *a*, artère rénale.

comme une association de petites glandes correspondant aux cônes de la substance tubuleuse (fig. 147).

255. Tubes urinifères. — Les deux substances du rein sont essentiellement constituées par des tubes dit *tubes urinifères* dont le diamètre varie entre $0^{\text{mm}},2$ et $0^{\text{mm}},05$; ces tubes s'étendent en rayonnant et en se bifurquant, du sommet des pyramides de Malpighi jusqu'à leur base, où alors ils se partagent en groupes distincts pour former les pyramides de Ferrein. Mais, tandis que ces conduits sont droits et rectilignes dans la substance tubuleuse, ils deviennent contournés et flexueux dans la substance corticale, décrivent de nombreuses circonvolutions et se terminent par une vésicule qui contient un corpuscule de Malpighi ou *glomérule du rein*. Chaque vésicule livre passage à deux vaisseaux, l'un afférent, qui en se ramifiant en forme de plexus vasculaire constitue le glomérule, l'autre efférent, plus

petit, sort de cette vésicule pour aller se perdre dans le réseau vasculaire du rein (fig. 148 et 149).

254. Calices ; bassin ; uretères et vessie. — Les papilles, c'est-à-dire les extrémités terminales des pyramides, sont entourées par des petits godets membraneux nommés *calices*. Ceux-ci, en se réunissant, forment le *bassin*, large réservoir en forme

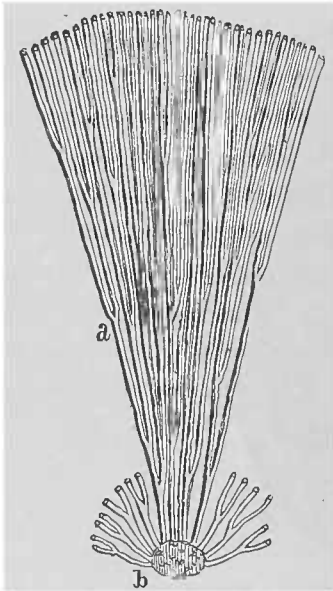


Fig. 148. — Tubes urinifères.

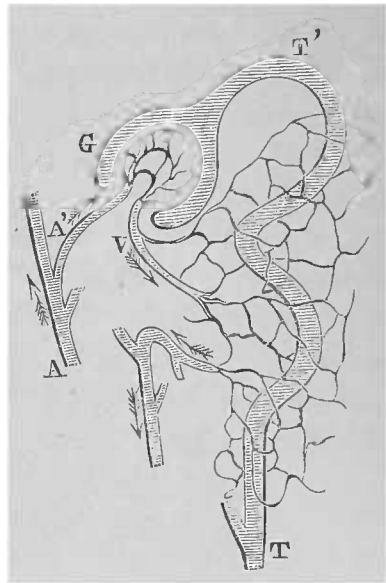


Fig. 149.

a tubes. — *b* calice (fig. 148).

G, glomérule du rein avec son réseau vasculaire. — T, tube urinifère droit ou de Bellini. — T', tube contourné ou de Ferrein. — A, artère afférente. — A' artériole formant les capillaires du glomérule. — V, veine efférente avec ses capillaires qui se rendent à la veine (V') (fig. 149).

d'entonnoir d'où partent les *uretères* ou conduits excréteurs des reins ; ceux-ci pénètrent obliquement dans l'épaisseur des parois de la vessie où ils débouchent par un orifice étroit.

La vessie est un réservoir musculo-membraneux logé dans l'excavation du bassin, sur la ligne médiane, derrière la symphise du pubis ; l'urine versée goutte à goutte s'accumule et séjourne dans ce réservoir jusqu'au moment où ses parois dilatées réagissent sur ce liquide pour l'expulser au dehors.

URINE.

255. Propriétés de l'urine. — A l'état normal, l'urine de l'Homme est un liquide clair, transparent, d'une couleur ambrée, d'une saveur salée et un peu amère et d'une réaction acide.

Sa densité supérieure à celle de l'eau ne dépasse pas 1,03. Abandonnée à elle-même, au bout de quelque temps, l'urine acquiert une odeur ammoniacale et réagit à la manière des alcalis.

256. Composition de l'urine. — Les éléments essentiels de l'urine sont : 1° l'urée, l'acide urique, l'acide hippurique, la créatine, la créatinine, qui sont des produits azotés provenant de la décomposition des tissus ; 2° des matières colorantes ; 3° des substances inorganiques qui sont l'eau, les chlorures de sodium et de potassium, des sulfates de potasse, des phosphates d'ammoniaque, de chaux, de magnésie, des traces de fer et de silice ; 4° dans quelques cas rares, on trouve dans l'urine de la glycose, de l'albumine et de l'acide lactique.

Les proportions des diverses substances qui entrent dans la composition de ce liquide sont très-variables et dépendent d'un grand nombre de circonstances ; il en est de même de la quantité éliminée en vingt-quatre heures. L'homme sécrète par jour de 1,000 à 1,500 grammes d'urine ; la moyenne est de 1,250 grammes.

Composition de l'urine humaine.

| | |
|-----------------------------|--------|
| Eau. | 96,00 |
| Urée,..... | 2,20 |
| Acide urique. | 0,05 |
| Chlorure de sodium..... | 1,10 |
| Phosphates et sulfates..... | 0,65 |
| | 100,00 |

257. Élimination de l'urée. — De tous les principes solubles de l'urine, le plus important est l'urée. C'est un corps incolore cristallisant en longues aiguilles prismatiques, soluble dans l'eau et dans l'alcool. Elle se forme artificiellement par la combinaison de l'acide cyanique et de l'ammoniaque. On la retire de l'urine en évaporant ce liquide au dixième et en y versant de l'acide nitrique : On obtient de l'azotate d'urée que l'on décompose par le carbonate de soude ou de baryte.

L'urée est l'agent le plus important de l'élimination de l'azote. L'homme en produit en moyenne de 22 à 36 grammes par jour. Sa quantité dépend essentiellement de l'alimentation : Un régime fortement azoté porte la quantité d'urée à 58 grammes tandis que, sous l'influence d'un régime pauvre en matière azotée, elle peut descendre au-dessous de 15 grammes.

Les boissons abondantes diminuent la proportion d'urée dans l'urine ; mais, la sécrétion urinaire augmentant, il s'ensuit que la quantité d'urée éliminée se trouve exagérée.

L'urée étant un des produits de la décomposition des tissus, on admet que ce corps, formé en différents points de l'économie, est ramassé par le sang et excrété par les reins.

258. Élimination de l'acide urique et de l'acide hippurique.

— L'acide urique est aussi un principe constant de l'urine humaine qui en renferme en moyenne 1 pour 1,000. La quantité éliminée en un jour est d'environ 1,18. Elle augmente avec le régime animal et diminue avec le régime végétal. Cet acide se trouve dans l'urine à l'état de combinaison acide et surtout à l'état d'urate acide de soude. C'est celui qui donne à l'urine son acidité ; ce sel étant peu soluble dans l'eau se dépose sous la forme d'un sédiment rougeâtre par l'effet du refroidissement.

L'acide urique est avec l'urée le produit d'oxydation le plus important de l'urine ; seulement, cet acide étant moins oxygéné que l'urée, on admet qu'il se transforme en urée dans l'économie.

Quant à l'acide hippurique, il n'existe qu'en quantité très-minime dans l'urine humaine et dans celle des carnivores, mais en quantité plus notable dans celle des herbivores. Ce corps doit être aussi considéré comme un produit de décomposition des albuminoïdes contenus dans les tissus.

259. Élimination de l'eau et des sels. — Les reins rejettent une quantité d'eau qui varie avec un grand nombre de circonstances. Cette sécrétion augmente avec l'ingestion d'une grande proportion de boissons aqueuses ; il en est de même quand on injecte de l'eau dans les veines. Néanmoins, il peut arriver que la proportion d'eau éliminée par les urines ne soit pas augmentée par une grande abondance de boissons quand, par exemple, l'exhalation aqueuse s'exagère par les surfaces cutanée, pulmonaire et intestinale. Toutefois l'influence individuelle de chacune de ces conditions reste encore obscure et indéterminée. Les reins éliminent aussi des sels minéraux, surtout le chlorure de sodium, les sulfates et phosphates alcalins et terreux. Les chlorure de sodium et de potassium sont très-abondants ; un homme évacue par les urines dans les vingt-quatre heures environ 10^{gr},5 de chlore. L'exercice augmente la sécrétion du chlorure. On rencontre toujours dans l'urine des sulfates dont la moyenne par

jour est de 2 grammes et des phosphates contenant de 3 à 5 grammes d'acide phosphorique.

240. Mécanisme de la sécrétion urinaire. — La structure du rein et la disposition des vaisseaux sanguins dans cet organe sont la base de toutes les théories sur le mode de sécrétion de l'urine. Ces théories, au nombre de trois, sont : la théorie mécanique, chimique et mixte. Dans la théorie mécanique, on admet que la sécrétion urinaire est une simple filtration du sang; on s'appuie sur ce fait établi par Ludwig que cette sécrétion augmente avec la pression sanguine non-seulement en quantité, mais en qualité, et qu'elle diminue au moment où cette pression est telle que la circulation veineuse rénale devient très-lente. D'après cette théorie, les reins n'auraient d'autres usages que d'enlever au sang des principes tout préparés dans ce liquide.

La théorie chimique imaginée par Bowmann suppose que le rôle du glomérule est d'enlever l'eau du sang et que cette eau, en cheminant à travers les canalicules urinifères, dissout les éléments solides de l'urine extraite de la masse du sang par les cellules épithéliales des tubes urinifères.

Ces deux théories ne pouvant expliquer d'une manière complète l'ensemble des phénomènes de la sécrétion urinaire, on a été conduit naturellement à adopter la théorie mixte. On considère donc aujourd'hui la sécrétion de l'urine comme un phénomène de filtration et de diffusion modifié chimiquement par la nature de la paroi des tubes urinifères. Dans ce cas, cette sécrétion comprend deux phases distinctes : 1° un phénomène mécanique de filtration pure du plasma sanguin s'effectuant au niveau des glomérules; 2° un phénomène d'activité vitale déterminé par les cellules épithéliales des tubes urinifères. C'est ce qui résulte des expériences de Gréhan qui a démontré d'une manière nette que l'urée préexiste dans le sang et ne se forme pas dans le rein. Après l'ablation de ces organes, l'urée s'accumule dans le sang d'une manière continue et en quantité égale à celle qui est excrétée par les reins. De plus, à l'état normal, le sang de l'artère rénale contient plus d'urée que celui de la veine rénale, et la différence est précisément égale à la quantité d'urée éliminée par les urines.

FONCTIONS DU FOIE.

241. Le foie, comme nous l'avons vu (§ 39) est formé par la réunion de lobules lesquels contiennent tous les éléments de la glande, savoir : des vaisseaux sanguins, des cellules hépatiques et des canalicules biliaires. Outre le sang artériel qui lui vient de l'artère hépatique, cet organe reçoit encore du sang veineux par l'intermédiaire de la veine porte ; cette masse sanguine en contact avec les cellules hépatiques fournit à cette glande les matériaux de sécrétion et de nutrition. Au point de vue de sa structure interne et en raison de ses fonctions, quelques physiologistes considèrent le foie comme formé de deux organes ou de deux glandes distinctes, associées ensemble : l'une glycogénique

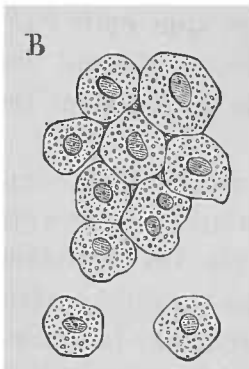


Fig. 150. — Cellules du foie.

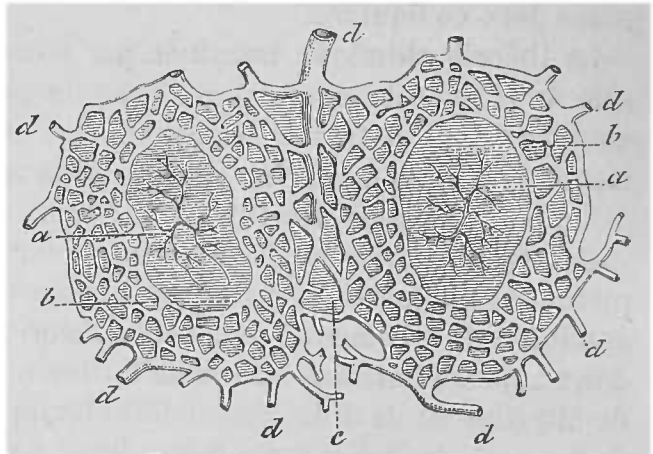


Fig. 151. — Deux lobules du foie.

a, a, veines sus-hépatiques ; *b, b*, cellules hépatiques ; *d, d*, canalicules biliaires.

du groupe des glandes vasculaires sanguines, constituant la masse principale du foie, est formée de petits grains glanduleux (lobules) composés eux-mêmes de cellules hépatiques spéciales ; l'autre est une glande biliaire, une glande en grappe à petits grains épars le long des canalicules biliaires dans lesquels ils se jettent. Nombre d'anatomistes n'admettent pas une distinction aussi tranchée des éléments glandulaires du foie. Pour eux, il n'existe qu'un seul organe sécréteur, la cellule hépatique, origine commune des deux systèmes biliaire et glycogénique.

Le foie a des fonctions multiples : 1° il sécrète la bile ; 2° il produit du sucre ; 3° il a une action sur la composition du sang

et surtout sur la formation et la destruction des globules rouges.

242. Formation de la bile. — La bile est sécrétée dans les cellules hépatiques dont le contenu présente déjà un des éléments essentiels de ce fluide. Parmi les principes constituants de la bile, un certain nombre, comme les acides biliaires (acides *cholique* et *choléique*) et les matières colorantes (*bilirubine*, *biliverdine*), ne préexistent pas dans le sang. Il faut donc admettre que ces principes se forment dans le tissu propre du foie, tandis que d'autres qui se trouvent dans le sang normal passent par simple filtration dans les canaux biliaires.

On s'est demandé si les matériaux biliaires sont apportés par l'artère hépatique ou par la veine porte. Les relations qui existent entre les capillaires de la veine porte et les granulations hépatiques semblent établir que le sang de la veine porte concourt essentiellement à la sécrétion biliaire, mais on admet aussi que le sang de l'artère hépatique y contribue pour une faible proportion.

La bile ainsi formée dans le tissu hépatique parcourt toutes les ramifications biliaires pour arriver jusqu'au canal hépatique ; là elle peut suivre deux directions : une partie se rend à travers le canal cholédoque dans le duodenum ; une autre se porte dans la vésicule biliaire au moyen du canal cystique et s'y accumule. La quantité de bile sécrétée par l'homme en vingt-quatre heures est en moyenne de 1,500 grammes. La bile exerce sur les aliments une action digestive, comme nous l'avons déjà indiqué (§ 65) ; une portion est rejetée au dehors, mais la plus grande partie est résorbée dans l'intestin et repasse dans le sang. On doit donc considérer la bile à la fois comme un liquide digestif et comme un liquide d'excrétion.

FORMATION DU SUCRE OU GLYCOGÉNIE.

243. Le foie jouit de la propriété de faire du sucre aux dépens d'une matière spéciale analogue à l'amidon végétal qui se trouve à l'état amorphe dans les cellules hépatiques et à laquelle on donne le nom de matière *glycogène* ; sous l'influence d'un ferment azoté qui paraît exister dans le foie, la substance glycogène se transforme en sucre ou glycose non-seulement pendant

la vie, mais encore après la mort. C'est à Cl. Bernard que l'on doit la découverte de cette nouvelle fonction du foie.

L'existence du sucre dans le foie peut être mise en évidence par les expériences suivantes :

1° En soumettant le tissu du foie à l'action de l'eau bouillante, on obtient un liquide dans lequel on peut facilement constater la présence du sucre. Ce liquide, traité par le tartrate de cuivre dissous dans la potasse, donne un abondant précipité rouge de protoxyde de cuivre qui est un signe certain de la présence d'une matière sucrée dans le foie.

2° On peut encore soumettre le liquide à la fermentation par la levûre de bière et recueillir de petites quantités d'alcool. L'analyse chimique du foie des Mammifères, des Oiseaux, des Reptiles, des Poissons, etc., donne constamment des résultats identiques.

3° Le sucre que contient le foie est indépendant de celui que l'alimentation peut amener dans le sang : ce qui le prouve, c'est que le foie des animaux nourris exclusivement avec de la viande, pendant un temps très-long, donne la même proportion de sucre que celui des animaux soumis à un régime mixte.

4° Enfin, l'examen du sang, avant et après la sortie du foie, montre que le sang de la veine porte, c'est-à-dire celui des intestins, ne renferme presque pas de sucre, tandis qu'on en trouve des quantités considérables dans le sang des veines sus-hépatiques, c'est-à-dire dans celui qui a traversé le foie. Ces expériences démontrent donc que le sucre qui se trouve normalement dans le foie de l'homme et de tous les animaux se forme dans cet organe sur place et est indépendant de l'alimentation ; le sucre ainsi sécrété se répand dans l'organisme par les veines sus-hépatiques qui le portent par la veine cave inférieure dans le cœur droit et de là dans les poumons. Ainsi versé dans la circulation, ce sucre se détruit successivement à mesure qu'il s'éloigne du foie sans toutefois qu'il en apparaisse dans les urines, du moins à l'état normal.

Mais, comme toutes les sécrétions, la fonction glycogénique subit des oscillations physiologiques : elle est plus active au moment de la digestion ; elle diminue dans les intervalles de repos. Les influences extérieures agissent sur sa production : le froid diminue la sécrétion ou la fait disparaître ; la chaleur la rétablit ; l'état morbide l'exagère ou l'anéantit. Certaines modifications

apportées sur le système nerveux amènent aussi l'exagération dans cette formation. A ce sujet nous rappellerons l'expérience intéressante faite par Cl. Bernard. Si on pratique sur un animal une piqûre au niveau du plancher du quatrième ventricule, on constate dans les urines la présence du sucre. Cette irritation faite sur ce point des centres nerveux retentit sur le foie par l'intermédiaire du grand sympathique, d'où résulte une augmentation de la sécrétion glycogénique. Le sucre ainsi produit s'accumule dans le sang qui le laisse passer dans les urines.

Outre le rôle du foie dans la fonction glycogénique, on attribue aussi à cet organe le rôle encore mal déterminé d'agir sur les globules soit pour les reconstituer, soit pour les détruire.

Enfin le foie dans certaines conditions même physiologiques a la propriété de produire de la graisse. Cette infiltration graisseuse paraît liée à la glycogénie, de sorte que la matière glycogène donnerait naissance à de la glycose et à une graisse facilement oxydable.

FONCTIONS DE LA PEAU.

244. Peau. — La peau est une membrane ferme, résistante, élastique, qui se moule sur le corps dont elle accuse les saillies et les dépressions ; au niveau des ouvertures naturelles, elle se continue sans interruption dans les cavités intérieures où elle prend le nom de *membrane muqueuse* ou de *peau rentrée*.

On peut considérer la peau comme la limite de l'organisation, limite qui, par sa sensibilité, nous met en rapport avec les choses du dehors et, par sa résistance, nous garantit et nous protège contre les agents extérieurs. La peau est, en outre, un organe de *sécrétion* pour les liquides et les gaz qui doivent être rejetés au dehors, et un organe d'*absorption* pour les fluides placés à sa surface.

245. Conformation extérieure de la peau. — La peau offre une coloration variable selon les individus et selon les races. Elle porte à sa surface des productions cornées, des saillies, des plis, des sillons et des orifices.

Les saillies sont constituées par des éminences nommées *papilles* qui sont disséminées à la surface de la peau : les unes disposées en série curviligne comme on l'observe à la pulpe du doigt et à la face plantaire des orteils, les autres forment des

groupes irréguliers séparés par des plis ; on y trouve encore d'autres saillies qui sont formées par les follicules pileux, saillies qui augmentent dans le phénomène connu sous le nom de chair de poule. Par sa face externe, la peau adhère à une couche plus ou moins épaisse de tissu adipeux qui, chez les Mammifères, est doublée d'une couche musculieuse destinée à la mouvoir et à laquelle on donne le nom de *peaucier* ou *panicule* charnu. Chez l'homme, le peaucier n'existe qu'à l'état rudimentaire au cou, à la face et à la paume de la main ; c'est le peaucier de la face qui par sa contraction imprime à la physiologie des caractères qui manifestent les impressions cérébrales.

246. Structure de la peau. — La peau est formée par deux couches superposées : l'une superficielle, l'*épiderme* ; l'autre profonde, le *derme* ou *chorion*.

1° Derme. — Le derme est la couche la plus profonde, la plus résistante et la plus importante de la peau. Il résume en lui toutes les parties réellement organisées et vivantes de cette membrane. C'est à lui que la peau doit sa résistance et son élasticité ; c'est lui qui forme le cuir dans les animaux. Son épaisseur varie suivant les régions ; elle est surtout considérable au dos, à la paume de la main et à la plante du pied où elle atteint de 2 millimètres à 3 millimètres, moindre à la face où elle n'a environ que 1 millimètre et au front 1^{mm},5.

Le derme est constitué par une membrane fibreuse d'apparence nacrée formée de fibres de tissu conjonctif, de fibres élastiques et de quelques fibres musculaires qui s'entre-croisent dans tous les sens. Elle est très-riche en vaisseaux sanguins et en nerfs. Sa face superficielle est hérissée de saillies ou papilles ayant la forme de petits cônes appuyés sur le derme par leur base. C'est à la paume de la main et à la plante du pied qu'elles sont surtout très-développées et où elles sont disposées en séries linéaires ; dans les autres points elles sont isolées et disséminées sans ordre. Au point de vue de leur structure, on les divise en papilles nerveuses et en papilles vasculaires : les premières reçoivent un ou plusieurs tubes nerveux qui se terminent dans un petit corps ovoïde ou *corpuscule* du tact ; les secondes renferment chacune une anse vasculaire provenant du réseau capillaire du derme.

2° Épiderme. — Le derme est recouvert par une autre couche

mince qui en trahit toutes les saillies et toutes les dépressions ; c'est l'*épiderme*. Cette couche est mince, d'une épaisseur qui varie de 0^{mm},2 à 0^{mm},4, transparente et dépourvue de vaisseaux et de nerfs. Elle est composée de deux couches, l'une profonde ou

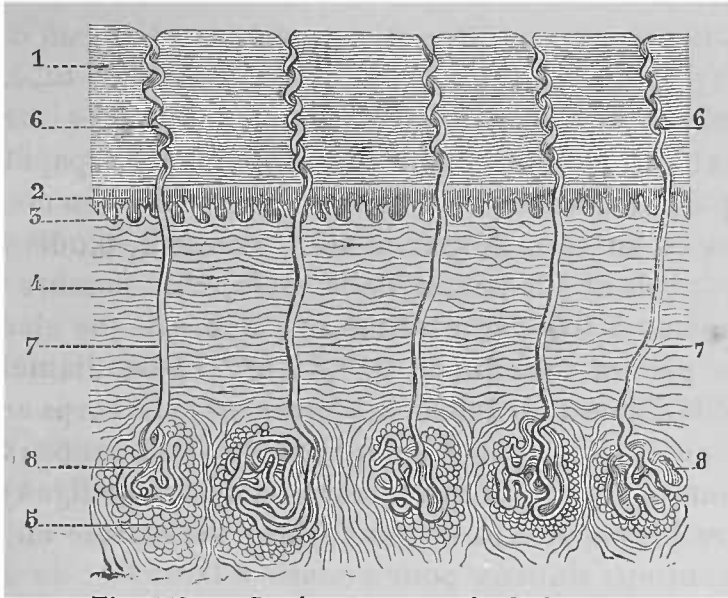


Fig. 152. — Section transversale de la peau.

1, épiderme. — 2, corps muqueux. — 3, papilles. — 4, derme. — 5, cellules adipeuses. — 6 et 7, glande sudoripare. — 8, glomérule glandulaire.

muqueuse qui est creusée d'enfoncements ou alvéoles pour recevoir les papilles ; c'est le *corps muqueux* de Malpighi formé de cellules à noyau aplatis. La couche superficielle ou couche *cornée* est formée de lamelles qui ne sont autre chose que des

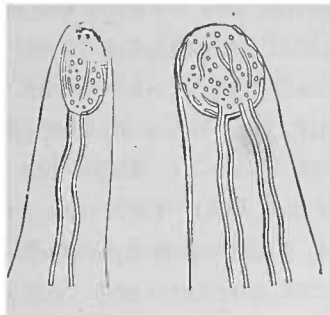


Fig. 153. — Corpuscules du tact.

cellules épithéliales aplaties qui, dans les parties profondes, conservent encore les caractères des cellules du corps muqueux. Ces lamelles sont éliminées d'une manière incessante et remplacées par d'autres.

Enfin, dans la couche profonde de l'épiderme apparaît une substance noire ou brune, nommée *pigment*, qui donne à la peau sa coloration. Cette matière existe chez le blanc comme chez le nègre; et, suivant la proportion, la peau est blanche, brune, cuivrée ou noire.

247. Glandes et sécrétion de la sueur. — La peau contient dans son épaisseur un grand nombre de glandes en tubes nommées *glandes sudoripares* que l'on rencontre dans toutes les régions du corps et surtout dans celles qui sont riches en papilles. On n'en compte pas moins de 3 à 4 millions. Elles sont peu nombreuses au dos et au cou, 60 par centimètre carré, tandis qu'à la plante des pieds et à la paume de la main, leur nombre s'élève à 300 et même à 400 par centimètre carré. Chaque glande est constituée par un tube fin de 0^{mm},3 à 0^{mm},15 de diamètre. Ce tube enroulé d'abord sur lui-même forme un petit corps arrondi, *glomérule glandulaire*, placé au milieu du tissu adipeux, d'où part un conduit excréteur qui traverse le derme en ligne droite, passe entre les papilles et s'enfonce dans l'épiderme en décrivant des contours sinueux pour s'ouvrir à la surface de la peau par un pertuis visible quelquefois à l'œil nu. Chaque glomérule est entouré d'un réseau vasculaire, et cette organisation montre l'analogie qui existe entre le rein et la masse totale des glandes sudoripares.

248. Sueur. — La sueur est le liquide sécrété par les glandes sudoripares. Ce liquide est incolore, d'une saveur salée, et d'une réaction acide; il contient de 0,5 à 1 p. 100 de principes solides dont la plus grande partie est formée de sels minéraux où dominent les chlorures alcalins (chlorures de sodium et de potassium). On y trouve aussi des acides gras, tels que l'acide formique, l'acide butyrique, de l'urée et des matières grasses.

La quantité de sueur sécrétée dans les vingt-quatre heures est en moyenne de 500 à 1,000 grammes; mais elle peut, sous des influences diverses, s'élever à 1,500 et 2,000 grammes. Les principales circonstances qui activent cette sécrétion sont: la température extérieure, l'ingestion d'une grande quantité de boissons et l'afflux du sang vers les organes sudorifiques. Comme liquide d'excrétion, la sueur a une certaine importance physiologique; en outre, en maintenant humide la surface cutanée, elle a une grande influence pour régulariser la température du corps.

249. Glandes et sécrétion sébacées. — Les glandes sébacées se présentent sous la forme de petits grains blanchâtres disséminés dans l'épaisseur du derme et s'ouvrent dans les follicules pileux. Elles représentent le type le plus simple des glandes en grappes. Leur contenu est formé de cellules épidermiques qui se remplissent d'une graisse qu'elles laissent exsuder au dehors.

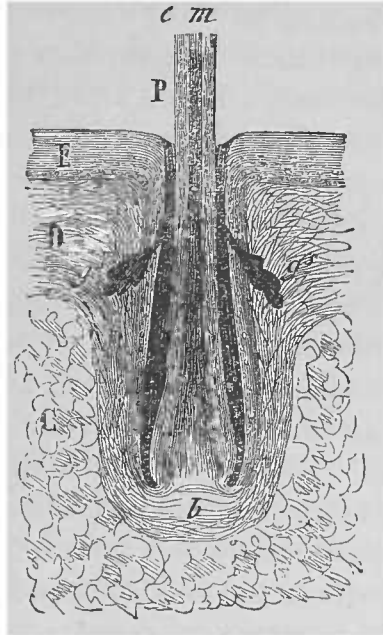


Fig. 154.

P, poil et bulbe pilifère. — E, épiderme. — D, derme. — *g, g'*, glandes sébacées. — C, substance corticale du poil.

Cette matière, qu'on nomme le *sebum*, en se répandant à la surface de la peau, forme un vernis protecteur et l'empêche de durcir et de se gercer.

Les *glandes de Meibomius*, qui sont logées dans les cartilages tarses des paupières et les *glandes cérumineuses* du conduit auditif externe constituent une variété spéciale des glandes sébacées.

GLANDES VASCULAIRES SANGUINES.

250. Les glandes vasculaires sanguines sont : la *rate*, la *glande thyroïde*, le *thymus* et les *capsules surrénales*.

Rate. — Organe spongieux vasculaire d'un rouge foncé lie de vin, situé profondément dans l'hypochondre gauche, entre la grosse tubérosité de l'estomac auquel il adhère par un repli du péritoine et le diaphragme.

La rate est enveloppée d'une membrane fibreuse qui pénètre dans son épaisseur, et est constituée par une substance propre remarquable par sa mollesse à laquelle on donne le nom de *pulpe splénique*. Au milieu de cette masse sont disséminés des follicules clos (corpuscules de la rate) qui adhèrent aux parois des vaisseaux sanguins.

La rate reçoit le sang de l'artère splénique, qui est la branche la plus volumineuse du tronc cœliaque, laquelle envoie à l'intérieur de nombreux rameaux, origines de la veine splénique, quatre ou cinq fois plus considérable que l'artère et qui forme l'une des branches de la veine porte.

Les fonctions de la rate se déduisent de l'analyse comparative entre le sang de l'artère splénique et le sang de la veine splénique. Les expériences de Béclard établissent que les globules rouges sont plus abondants dans l'artère que dans la veine. De là on a conclu que cet organe *détruit les globules rouges* et que la boue splénique est un amas de globules à diverses périodes de destruction. D'autre part, l'analyse chimique indique que le sang qui entre dans la rate est moins riche en globules blancs que celui qui sort; d'où l'on a aussi conclu que la rate est un organe *formateur de globules blancs*. D'autres physiologistes admettent que, dans la rate, il y a à la fois *formation et destruction de globules rouges*.

251. Glande thyroïde et thymus. — Deux glandes vasculaires sanguines sont annexées à l'appareil respiratoire : l'une, le *corps thyroïde*, placée au-devant de la partie supérieure de la trachée ; l'autre, le *thymus*, situé un peu au-dessous.

Le corps thyroïde, d'une couleur rouge terne, est composé de vésicules closes analogues aux follicules clos de la rate, emprisonnées au milieu d'une masse de tissu conjonctif. Le développement exagéré de cette glande détermine le goître, maladie endémique dans certaines contrées.

Le thymus est une glande transitoire molle et presque palpable, composée d'un agrégat de follicules clos disposés en grappe et qui s'ouvrent dans un canal clos de toute part.

Les fonctions du thymus paraissent identiques à celles des ganglions lymphatiques.

NUTRITION

252. La nutrition comprend deux séries de phénomènes inverses qui sont l'*assimilation* et la *désassimilation*.

Par l'assimilation, l'organisme fixe dans ses tissus, pour un temps variable, certains principes des matériaux empruntés au dehors ; par la désassimilation, ce même organisme met en liberté des produits dits de décomposition qui résultent de l'usage des tissus et des organes.

Déjà nous savons que le sang est le milieu intérieur d'où proviennent les matériaux de réparation que la digestion renouvelle sans cesse, que la circulation distribue à tous les organes, après qu'ils ont été modifiés par la respiration ; nous savons aussi que le sang reçoit les produits de la décomposition des tissus pour les éliminer au dehors par la voie des excréments. Il nous reste, maintenant, à déterminer la série des transformations successives que doivent subir les principes réparateurs pour passer à l'état de matière nutritive ou *assimilable* ainsi que les décompositions qui résultent de ce travail intérieur.

ASSIMILATION.

253. Les principes immédiats qui servent à la reconstitution des tissus se forment aux dépens des aliments. Ces principes existent normalement dans le sang. Mis en contact avec les éléments anatomiques, ceux-ci attirent à eux, choisissent dans ces principes déjà préparés par le sang les substances qui conviennent à leur nature et à leur destination particulière pour les fixer et leur communiquer les propriétés dont ils sont eux-mêmes doués, en un mot se les *assimiler*.

254. Origine des albuminoïdes. — Les aliments azotés fournissent les albuminoïdes de l'organisme. Ces aliments passent dans le sang à l'état de peptones et s'y transforment immédiatement en albumine du sérum. C'est de cette albumine que dérivent les substances albuminoïdes de l'organisme ; mais nous ignorons complètement les phases successives des métamorphoses qu'ils subissent. Les albuminoïdes, en devenant partie intégrante du corps, servent à son accroissement ; ils jouent le

rôle de ferment, c'est-à-dire provoquent des actions chimiques ; par l'oxydation de leur carbone, ils se convertissent en urée et développent de la chaleur. Enfin ces mêmes corps contribuent aussi à la formation des graisses.

255. Origine des hydrocarbonés. — Les hydrocarbonés que les animaux peuvent s'assimiler sont les amidons et les sucres. Ces corps pénètrent dans le sang à l'état de glycose qui s'oxyde, en partie dans ce liquide et en partie dans les tissus, en donnant lieu à la formation d'acides organiques divers dont le plus constant est l'acide lactique. Tous ces acides, par une oxydation ultérieure, finissent par fournir de l'eau et de l'acide carbonique. Les hydrates de carbone ne forment qu'une faible partie du sang et des tissus, bien que les aliments en renferment des quantités notables ; on a été conduit à admettre qu'ils se transforment en graisse.

256. Origine des graisses. — L'origine de la graisse est plus difficile à préciser. Nul doute que la graisse des aliments ne contribue à la formation de la graisse de l'organisme ; une partie s'accumule dans des régions déterminées, une autre est brûlée et transformée en eau et en acide carbonique, mais les deux autres groupes d'aliments simples concourent à sa production ; et pour expliquer l'engraissement des herbivores et des carnivores, il faut de toute nécessité admettre que certains aliments peuvent se transformer en corps gras. D'après Liebig, la graisse se forme aux dépens des hydrocarbonés et, d'après Boussingault, elle se produit aussi aux dépens des albuminoïdes qui se dédoublent en principes gras et en principes azotés. Les preuves de la formation de la graisse aux dépens des albuminoïdes sont les suivantes : 1° les Oiseaux deviennent gras lorsqu'on les nourrit avec de la viande dépouillée de graisse ; 2° le beurre du lait augmente dans une forte proportion par un régime exclusivement animal ; 3° le fromage de Roquefort enfermé dans une cave augmente en graisse aux dépens de la caséine.

Les expériences de Liebig ne laissent aucun doute sur la conversion des hydrates de carbone en graisse. Une Oie maigre, pesant 2 kilogr., est soumise au régime exclusif du maïs ; en trente-six jours, elle augmente de 2^k,500 et au bout de ce temps on peut en extraire plus de 2^k,500 de graisse. Il est évident que cette accumulation de matière grasse ne peut s'expliquer que par la transformation des féculents en sucre d'abord, puis en

graisse. Ce fait explique l'engraissement des bestiaux (Bœufs, Moutons, Cochons, etc.) par une alimentation végétale composée essentiellement de matière féculente (orge, avoine, maïs, etc.).

DÉSASSIMILATION.

257. La désassimilation, c'est-à-dire la décomposition des éléments constituant les organismes porte sur les tissus et les organes ; mais tous ne prennent pas une égale part à ce travail destructeur qui est une des conditions de la vie. Parmi les produits ainsi formés, les uns sont azotés et les autres non azotés. L'origine des premiers appartient naturellement aux albuminoïdes de l'organisme ; mais les seconds proviennent indistinctement de la décomposition des hydrocarbonés, des graisses et des albuminoïdes.

258. Produits de désassimilation azotés. — Ces produits sont des transformations des albuminoïdes par phénomène d'oxydation, comme l'urée, l'acide urique, les acides biliaires, les matières colorantes, etc. Ces corps sont très-riches en azote par rapport au carbone et à l'hydrogène, ce qui fait supposer que les albuminoïdes concourent aussi dans une certaine mesure à la formation des principes non azotés comme le sucre, l'acide lactique et les acides gras.

Tout l'azote des albuminoïdes ingérés est, dans les conditions ordinaires, éliminé par l'urine et les excréments ; ainsi, d'après Voït, si un homme adulte consomme en un jour 130 grammes d'albuminoïdes secs dans lesquels il y a, en nombres ronds, 20 grammes d'azote et 70 grammes de carbone, cette quantité se trouvera à peu près en entier dans les excréments ; quant au carbone, il ne s'en trouve que 30 grammes ; le reste est éliminé par la peau et le poumon sous forme d'acide carbonique. Aussi il existe un rapport remarquable entre la quantité d'albuminoïdes ingérés et l'urée formée. Il existe un rapport non moins important entre le besoin d'albuminoïdes et la grandeur du travail mécanique effectué par le corps. Les soldats ont besoin, en campagne, de 30 à 60 grammes d'albuminoïdes de plus que pendant la paix. Les Chevaux fournissent moins de travail extérieur lorsqu'ils manquent d'avoine, substance riche en albuminoïdes.

259. Produits de désassimilation non azotés. — Ce sont les graisses et les hydrates de charbon que l'on doit considérer comme la véritable source de la production des principes non azotés contenus dans le corps, sans qu'on puisse bien préciser la part qui revient à chacun de ces groupes.

Les derniers termes de la décomposition des produits non azotés sont l'eau et l'acide carbonique, comme l'ammoniaque est le dernier terme de la décomposition des produits azotés. Mais, dans certains cas, avant d'arriver à ce résultat ultime, ils donnent lieu à des métamorphoses intermédiaires en fournissant d'autres produits plus ou moins riches en carbone et en hydrogène, tels que les acides lactique, butyrique, formique, acétique, la cholestérine, etc.

INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LA NUTRITION.

260. Inanition. — Dans l'inanition ou la privation absolue d'aliments, les animaux brûlent leur propre substance. Le sang, faute d'aliments, cesse de fournir les éléments de réparation ; les organes et les tissus perdent peu à peu de leur poids. Les mouvements respiratoires se ralentissent d'abord pour s'accélérer ensuite si l'abstinence continue, mais l'acide carbonique éliminé diminue. La circulation suit les mêmes phases. La température du corps s'abaisse et la mort survient dans un temps qui varie suivant les espèces animales et les conditions individuelles. Aussi un Homme peut mourir après quatre jours d'abstinence absolue ; d'autres ont survécu huit, dix et même vingt jours.

Les expériences de Chossat et de Voit montrent que chaque organe et chaque tissu ne concourt point dans la même proportion à la perte de poids du corps. Le tableau suivant donne la valeur de cette perte subie par les différents organes à la fin de l'inanition :

| | |
|----------------------|------|
| Graisse..... | 97,0 |
| Sang..... | 27,0 |
| Foie..... | 53,7 |
| Cœur..... | 32,6 |
| Muscles..... | 30,5 |
| Os..... | 13,9 |
| Centres nerveux..... | 9,0 |

On voit, par ce tableau, que c'est la graisse qui éprouve la plus grande perte; mais, en raison de leur masse totale, ce sont les muscles qui forment la plus grande partie de la perte totale du corps et les centres nerveux, la plus petite. Aussi dans les phénomènes de l'inanition, l'innervation cérébrale est la moins atteinte et les fonctions du cerveau persistent jusqu'à la mort.

261. Alimentation insuffisante. — Ce mode d'alimentation donne lieu à des phénomènes analogues à ceux de l'inanition et entraînent les mêmes effets ; seulement leur intensité et leur rapidité dépendent du degré d'insuffisance alimentaire et aussi de la nature des principes qui entrent dans le régime, ou bien l'alimentation contient tous les principes nutritifs indispensables tels que l'eau, les albuminoïdes hydrocarbonés, les graisses et les sels, mais en quantité très-faible, ou bien l'un ou l'autre de ces principes nutritifs peut manquer complètement.

L'alimentation par l'usage exclusif des principes non azotés (sucre, amidon, graisse) est impropre à entretenir l'existence. Des chiens nourris soit avec du sucre, soit avec du beurre, succombent ordinairement au bout de trente à quarante jours ; c'est la mort par privation d'azote ou par l'*inanition*. De même, l'usage exclusif des principes azotés purs, seuls ou mélangés, ne saurait entretenir la vie des carnivores d'une manière durable et à plus forte raison des herbivores, soit que ces substances ne possèdent pas les qualités nécessaires pour l'assimilation, soit parce qu'elles ne suffisent pas à réparer toutes les pertes de l'organisme, soit enfin parce que les organes sont incapables de les élaborer.

Ces considérations nous conduisent à reconnaître qu'une *alimentation mixte*, c'est-à-dire la réunion naturelle d'aliments azotés et non azotés, dans des proportions déterminées, est la condition physiologique la plus avantageuse pour maintenir la prospérité de l'organisme et l'équilibre de nutrition.

STATIQUE DE LA NUTRITION.

262. Tout ce que nous avons dit sur l'emploi et le rôle des aliments contribue à établir que l'intégrité de l'organisme ne peut se maintenir qu'à la condition d'un travail moléculaire incessant accompli aux dépens des principes nutritifs qui, en

général, se métamorphosent et se détruisent par des phénomènes analogues à la combustion; de ce travail interne et de la dépense qu'il entraîne avec lui, résulte une réparation équivalente indispensable à l'intégrité et à la conservation des organes. Mais, cette dépense étant modifiée par un grand nombre de circonstances physiologiques, telles que l'âge, la constitution, les habitudes, la profession, le climat, etc., le régime doit varier aussi non-seulement en quantité, mais encore en qualité; ce qui prouve que, sous ce rapport, on ne saurait établir ici que des moyennes générales en ce qui concerne l'Homme. En se fondant sur des données physiologiques, on peut néanmoins établir pour l'Homme des conditions d'alimentation qui permettent de compenser les pertes de l'organisme.

Vierordt, en comparant la perte et le gain, est arrivé aux résultats suivants, qui représentent en nombres la quantité de principes nutritifs introduits dans l'organisme et d'oxygène inspiré dans les vingt-quatre heures, c'est-à-dire la ration d'entretien :

| | |
|----------------------|-------|
| Oxygène inspiré..... | 744 |
| Albuminoïdes. | 120 |
| Graisses..... | 90 |
| Amidon..... | 330 |
| | 1,384 |

Ces 1,384 grammes contiennent :

| | |
|----------------|-------|
| Carbone. | 281 |
| Hydrogène..... | 39 |
| Oxygène..... | 945 |
| Azote..... | 19 |
| | 1,384 |

A ces nombres il faut ajouter 32 grammes de sels et 3,000 grammes d'eau.

D'après ce tableau, on voit que, dans la ration d'entretien, les principes azotés sont aux principes non azotés dans le rapport de 1 à 1,5.

Les produits éliminés sont représentés par les mêmes nombres et se répartissent de la manière suivante : la peau élimine 17 p. 100 ; les poumons 31 p. 100 ; les reins 46 p. 100 ; le foie 5 p. 100.

En résumé, un Homme adulte d'activité moyenne brûle par

jour de 280 à 300 grammes de charbon et 40 grammes d'hydrogène. Il perd, en outre, 20 grammes d'azote, 30 grammes de sels et 3,000 grammes d'eau.

Ces nombres s'accordent avec la ration journalière du soldat français :

| | |
|--------------------|-------|
| Viande..... | 285 |
| Pain de munition.. | 730 |
| Pain blanc..... | 316 |
| Légumes..... | 200 |
| | <hr/> |
| | 1,531 |

TROISIÈME PARTIE

FONCTIONS DE RELATION

DES MOUVEMENTS

263. Les mouvements qu'accomplissent les animaux sont nombreux et variés : les uns, *mouvements d'ensemble* ou *de totalité*, ont pour but de transporter le corps d'un lieu dans un autre (marche, course, vol, natation, etc.); les autres, *mouvements partiels*, consistent en déplacements et changements de position des diverses parties du corps les unes par rapport aux autres, dans lesquels le tronc et surtout les membres prennent une très-grande part.

Indépendamment de ces mouvements plus ou moins étendus, l'économie animale est encore le siège d'une série de mouvements indispensables au jeu des organes (mouvements du cœur, du tube intestinal, des organes des sens, etc.). Ce sont ces mouvements qui font cheminer les matières alimentaires dans toute l'étendue du tube digestif; c'est avec leur aide que le cœur, en se contractant, lance le sang dans toutes les parties de l'organisme, que la cage thoracique alternativement soulevée et abaissée permet l'entrée et la sortie de l'air des poumons et que le sang reprend les qualités vivifiantes qu'il a perdues en traversant les organes. Nutrition, sécrétions, excrétions, sensations, tous ces actes exigent l'intervention plus ou moins directe de mouvements pour la régularité de leur fonctionnement.

Les mouvements qui interviennent d'une façon toute spéciale dans les fonctions de la vie de relation et de la vie végétative sont, les uns dus à l'*élasticité*, les autres à la *contractilité*; ces derniers comprennent le mouvement *vibratile* et le mouvement *musculaire*.

MOUVEMENTS DUS A L'ÉLASTICITÉ.

264. A part le tissu osseux, tous les tissus de l'économie possèdent la propriété élastique c'est-à-dire, que, distendus ou comprimés, ils reprennent leur état primitif. C'est à ces propriétés que les parties molles du corps doivent leur souplesse, leur mobilité et l'invariabilité de leurs formes, quels que soient les déplacements qu'ils subissent dans le jeu des organes ; mais, nulle part, cette propriété n'est plus marquée que dans les points où existe un tissu spécial auquel on donne le nom de *tissu élastique*.

Ce tissu se présente sous la forme de fibres contournées, plus ou moins ramifiées, sous la forme de fibres larges ou de lamelles minces et membraneuses. Les parties de l'organisme où se trouve le tissu élastique sont : la colonne vertébrale dans laquelle les ligaments jaunes élastiques, en unissant les arcs vertébraux, tendent à empêcher leur écartement et font équilibre au poids des viscères abdominaux ; ces mêmes ligaments redressent cette tige lorsqu'elle a été fléchie en avant.

On trouve des fibres élastiques où s'effectuent des mouvements alternatifs d'expansion et de resserrement (trachée,

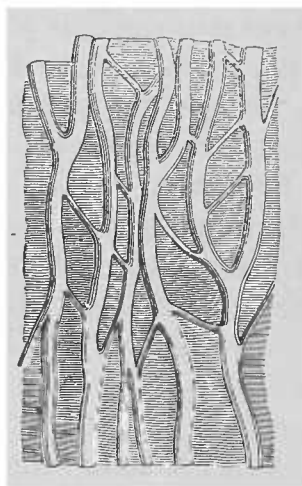


Fig. 155. — Tissu élastique formant la tunique moyenne de l'aorte.

bronches, vésicules pulmonaires, artères, etc.) ; on le rencontre aussi, en quantités notables, dans les diverses pièces du larynx et surtout dans les cordes vocales inférieures.

Les mouvements produits par les tissus élastiques ne sont jamais spontanés : aussi on les trouve où une action permanente

doit faire équilibre à une action permanente; on les trouve encore où il doit se produire un mouvement opposé à celui qui a été opéré par une contraction musculaire, comme dans les mouvements rythmiques du cœur, des artères, etc.

MOUVEMENT VIBRATILE.

265. Les organes spéciaux de ces mouvements sont des cellules *épithéliales* cylindriques, surmontées de filaments extrêmement déliés et animés de mouvements rapides visibles au microscope : de là le nom de *cils vibratiles* donné à ces filaments et le nom de *mouvement vibratile* appliqué à cette agitation incessante dont ils sont le siège.

C'est surtout à la surface du corps des animaux inférieurs qu'on observe ces appendices ciliés; on les trouve à la surface des *Planaires*, des *Paramécies* et de beaucoup d'autres Infusoires. Les embryons des Acalèphes, des Actinies, des Eponges et des Mollusques sont recouverts de cils vibratiles, et chez la plupart des Invertébrés certaines parties, telles que les tentacules et les branchies, portent aussi ces appendices.

Chez l'homme et chez les animaux supérieurs, l'épithélium vibratile tapisse les parois des voies respiratoires depuis les fosses nasales jusqu'aux bronches; le canal digestif, depuis la bouche jusqu'à l'estomac, présente aussi des mouvements vibratiles, etc.

La forme du mouvement vibratile est variable : tantôt chaque

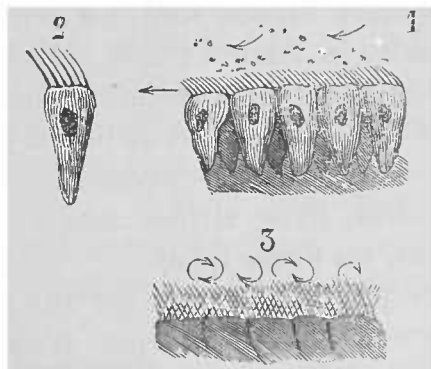


Fig. 156. — Cellules épithéliales avec cils vibratiles.

1, couche épithéliale montrant les poussières entraînées par le mouvement des cils vibratiles. — 2, une cellule isolée. — 3, cils vibratiles à mouvement tournant.

cil se courbe en forme de crochets, puis se redresse, tantôt c'est un mouvement conique, tantôt enfin un mouvement oscillatoire ou ondulatoire.

Les cils vibratiles ont pour usage, chez les Invertébrés, de déterminer des courants d'eau destinés à favoriser la respiration et l'absorption des substances alimentaires. Ils constituent, chez quelques-uns, un mode particulier de locomotion (Infusoires ciliés).

Chez l'Homme, les mouvements ciliaires ont une importance réelle dans les voies respiratoires en facilitant le transport des mucosités sécrétées par la muqueuse respiratoire et en rejetant au dehors les poussières qui, mêlées à l'air inspiré, se sont arrêtées dans le conduit aérien. C'est ce que confirme l'expérience : ainsi, qu'on dépose sur la muqueuse de la trachée ou de l'œsophage d'une Grenouille de la poudre de charbon, on pourra facilement constater son transport d'une extrémité à l'autre, grâce aux mouvements des cils vibratiles.

MOUVEMENTS MUSCULAIRES.

266. Le mouvement, dans les organismes supérieurs, réside dans un seul élément anatomique doué de contractilité, la fibre musculaire, qui possède la propriété de se raccourcir sous l'influence d'un excitant.

Il existe deux espèces distinctes de fibres musculaires : les unes propres aux muscles de la vie animale et les autres aux muscles de la vie organique, fibres qui diffèrent autant par leur texture que par plusieurs de leurs propriétés physiologiques. Les fibres de la première espèce sont, en général, soumises à l'empire de la volonté, le cœur excepté; elles sont rouges et nettement striées. Les fibres de la seconde espèce sont indépendantes de la volonté; elles sont pâles et lisses. Ce sont ces différences qui font qu'on les désigne souvent sous le nom de fibres des muscles volontaires, fibres striées rouges, et de fibres des muscles involontaires, ou fibres lisses,

Un autre caractère physiologique, c'est que la fibre striée se raccourcit brusquement sous l'influence d'un excitant, et la contraction cesse aussitôt que l'excitation est supprimée. La fibre lisse se raccourcit, au contraire, d'une manière lente et revient aussi lentement à son état de repos.

STRUCTURE DES MUSCLES.

267. Tout muscle strié est l'assemblage de fibres musculaires

parfaitement distinctes, désignées sous le nom de *faisceaux primitifs*. Chaque faisceau a la forme d'un cylindre de 0^{mm},01 à 0^{mm},02 de diamètre et présente des stries transversales parallèles bien déterminées et une légère striation longitudinale. La fibre striée est formée d'une substance spéciale (la *syntonine*) enveloppée elle-même dans une gaine élastique qui porte le nom de *sarcolemme*.

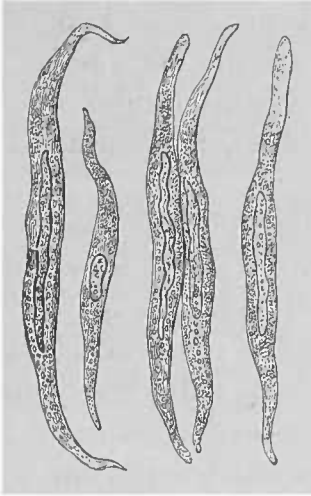


Fig. 157. — Fibres de muscles lisses.

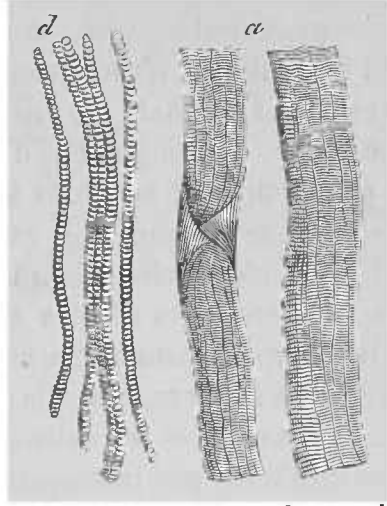


Fig. 158. — Fibres de muscles striés.

a, Fibre montrant le sarcolemme. — *d*, fibrilles primitives.

Les faisceaux primitifs, en se groupant ensemble, forment des faisceaux secondaires, tertiaires, etc. ; une gaine connective, le *perimysium*, enveloppe tout le muscle et envoie entre les divers faisceaux des cloisons qui servent à envelopper les divers groupes dont il se compose.

Les muscles étant des organes très-actifs reçoivent un grand nombre de vaisseaux sanguins et des fibres nerveuses qui se terminent par des extrémités libres, nommées *plaques terminales*. (Voir nerfs).

Les muscles lisses sont composés de fibres lisses unies entre elles par une petite quantité de substance connective. Ces fibres sont en général accolées, rarement entre-croisées et constituent des faisceaux aplatis ou arrondis qui, par leur réunion, forment des faisceaux plus volumineux entourés par du tissu connectif ; ils sont pénétrés par un réseau sanguin moins riche que celui des muscles striés, et par des nerfs nombreux (voir § 14).

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES MUSCLES.

268. Les muscles ont une consistance qui varie avec l'état dans lequel se trouve la fibre musculaire ; ils sont mous, pendant le repos, durs et résistants pendant l'activité. Leur cohésion et leur ténacité est considérable : ainsi un centimètre cube de muscle peut soutenir, sans se rompre, un poids d'un kilogramme. Enfin ils jouissent d'une grande élasticité, qui fait que les fibres reprennent leur état primitif lorsque la cause qui les a allongés cesse d'agir. L'allongement d'un muscle est, dans certaines limites, proportionnel au poids tenseur.

La couleur des muscles est d'un rouge plus ou moins foncé dont l'intensité varie suivant les individus ; chez les enfants et chez les personnes débiles ils sont pâles, tandis qu'ils offrent une teinte rouge prononcée chez les adultes vigoureux. La même différence s'observe, pour la même raison, entre les chairs des animaux sauvages et celle des animaux domestiques. Cette coloration n'est pas inhérente à la fibre musculaire, car on rencontre très-fréquemment des muscles blancs ou jaunâtres. Cette teinte est due à une matière colorante analogue à l'hématine du sang.

Les muscles ont encore une autre propriété qui n'est qu'une forme de l'élasticité, c'est qu'ils sont toujours dans un état permanent de tension légère à laquelle on donne le nom de *tonicité musculaire* ; aussi, quand on vient à faire sur un muscle vivant une section transversale ou à couper les tendons, on voit le muscle se raccourcir et les deux moitiés s'écarter l'une de l'autre.

COMPOSITION CHIMIQUE DES MUSCLES.

269. La fibre musculaire se compose essentiellement de deux substances ; le sarcolemme et la substance contractile. Le sarcolemme se rapproche par ses réactions chimiques du tissu élastique. La substance contractile est surtout formée d'une matière azotée spéciale, la fibrine musculaire, nommée aussi *syntonine* ou *musculine*, associée à une matière colorante analogue à l'hématine.

Soumis à une forte pression ou à la macération, le tissu muscu-

laire fournit un suc alcalin qui contient de la créatine, de la créatine, de l'acide lactique, de l'acide inosique ; on y trouve aussi des sels minéraux tels que sulfates, phosphates, chlorures, dans lesquels la potasse prédomine sur la soude et la chaux. Quant aux autres produits qu'on retire des muscles, savoir, l'albumine, la graisse, la substance collagène, ils proviennent des tissus qui sont mêlés aux fibres musculaires. Dans 100 parties de chair musculaire on trouve 75 parties d'eau et 25 parties de matières solides dont 15 de syntonine.

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES DES MUSCLES.

270. Contraction musculaire. — La contraction consiste essentiellement dans un raccourcissement de la fibre musculaire ;



Fig. 159. — Appareil disposé pour montrer qu'un muscle en contraction n'augmente pas de volume.

donc tout muscle qui se contracte rapproches extrémités l'une de l'autre et par suite diminue de longueur. Prévost et Dumas admettent que cette diminution est le tiers de la longueur totale du muscle ; mais si l'on expérimente sur des muscles détachés du tronc, on peut, sous l'influence des excitants, réduire cette longueur à la moitié. En même temps qu'à lieu ce raccourcissement, le muscle durcit et augmente en largeur et en épaisseur, fait qu'il est facile de constater en portant la main sur le muscle biceps au moment où on fléchit l'avant-bras sur le bras ; de plus

son volume ne varie pas sensiblement. On le démontre en plaçant un muscle de Grenouille dans un flacon rempli d'eau et surmonté d'un tube très-fin contenant aussi de l'eau; le bouchon qui ferme le vase est traversé par deux fils métalliques *a* et *d* recourbés de manière à être en contact avec deux points du nerf adhérent au muscle. En excitant le muscle par le passage d'un courant électrique, on constate que le niveau *m* de l'eau dans le tube reste constant (fig. 159).

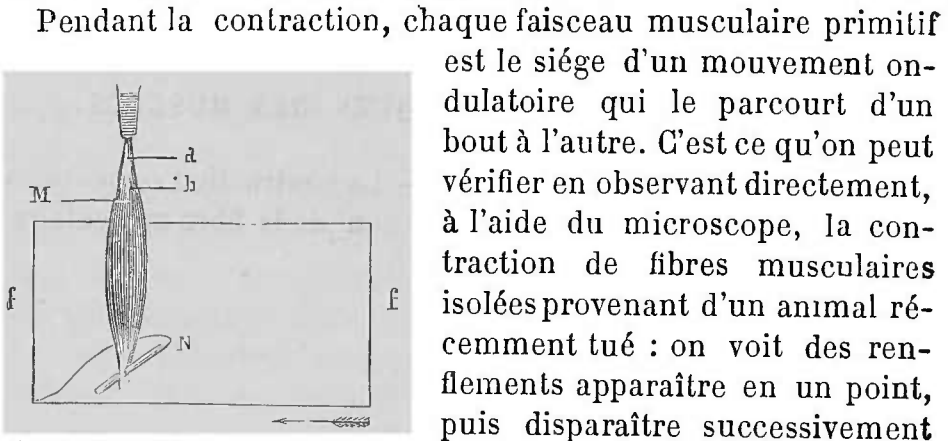


Fig. 160. — Muscle de Grenouille disposé pour inscrire la contraction musculaire.

M, muscle. — N, crayon destiné à tracer la courbe. — ff, feuille de papier mobile. — a, b, points qui servent à faire passer un courant électrique.

graphique. Un des moyens les plus simples imaginé par Marey consiste à placer sur un long muscle de grenouille deux leviers légèrement inclinés de manière que les pointes qui les terminent soient à peu près situées dans la même verticale: en excitant le muscle à l'une de ses extrémités au moyen d'un courant électrique, l'onde formée au point excité, en se propageant, soulève successivement le premier levier, puis le second, et ceux-ci inscrivent leurs déplacements sur un cylindre tournant recouvert d'une couche de noir de fumée. Marey a trouvé, d'après le temps qui sépare le mouvement des deux leviers, que la vitesse de propagation de l'onde musculaire est de 1 mètre par seconde.

Pour étudier la marche de la secousse musculaire, on emploie des appareils enregistreurs appelés *myographes*, qui permettent de représenter graphiquement les diverses périodes de la con-

traction. C'est à Helmholtz que l'on doit l'invention du premier myographe : il consiste à faire inscrire sur une feuille de papier animée d'un mouvement uniforme le raccourcissement d'un muscle suspendu à un crochet et dont une des extrémités est munie d'un crayon; le muscle ainsi préparé, sous l'influence d'une excitation déterminée par un courant électrique, trace une courbe dont les ordonnées représentent le raccourcissement et les abscisses représentent le temps (fig. 160).

L'étude de cette courbe montre qu'il faut un certain temps exprimé par oa pour que l'excitation se transmette; c'est ce que l'on appelle l'*excitation latente*; puis survient la contraction dont le temps est donné par la longueur ab , et le relâchement, par la longueur bc (fig. 161).

Au lieu d'étudier la secousse musculaire en inscrivant la marche du raccourcissement du muscle, Marey s'est appliqué à mesurer les divers états de gonflement musculaire, ce qui revient au même, le gonflement du muscle étant proportionnel à son raccourcissement. C'est dans ce but que ce savant physiolo-

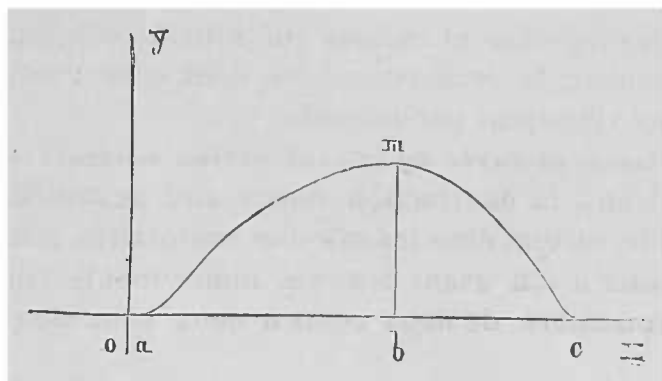


Fig. 161. — Courbe représentant les périodes de la contraction musculaire.

giste a construit la *pince myographique*. Cet appareil se compose d'une pince à deux branches qui saisit le muscle mis en expérience; la branche supérieure mise en mouvement par le gonflement du muscle communique ses déplacements à un levier enregistreur qui donne la courbe de la contraction.

Marey, au moyen de ces divers appareils, a reconnu que toute contraction simple d'un muscle strié résulte d'une excitation unique et rapide; quel que soit l'excitant, on obtient un raccourcissement brusque suivi d'un relâchement dont la durée est très-courte; on l'appelle la *secousse musculaire*.

Dans les muscles lisses, la contraction ne donne pas lieu à une secousse brusque; elle s'établit d'une manière lente et graduelle, se maintient un certain temps et cesse peu à peu.

271. De la contraction tétanique. — Lorsqu'on soumet un muscle à des excitations répétées et rapprochées de plus en plus, on voit les contractions, simples d'abord et distinctes, finir par se confondre; le muscle devient dur, rigide et immobile et conserve un état de raccourcissement permanent analogue au *tétanos*.

La méthode graphique permet de bien saisir la manière dont se produit le tétanos électrique et de démontrer qu'il est le résultat de la fusion des secousses. L'effort musculaire volontaire doit être considéré comme le résultat d'une série de mouvements qui se confondent; c'est ce que l'on appelle le *tétanos physiologique*.

D'après Helmholtz, trente-deux excitations, par seconde, suffisent pour tétaniser un muscle: donc un muscle contracté, dans l'état normal, ne se maintient en cet état que par une série de secousses répétées et rapides qui sont accompagnées d'un bruit particulier, le *bruit musculaire*, dont le ton correspond à trente-deux vibrations par seconde.

272. Vitesse et durée de la contraction musculaire. — Chez l'animal vivant, la contraction musculaire peut être extrêmement rapide, surtout dans les muscles volontaires. Ainsi on peut faire exécuter à son avant-bras des mouvements complets de flexion au nombre de deux cents à deux cent cinquante par minute.

Suivant Helmholtz, la vitesse de l'action musculaire est de 0",305 qui se décompose de la manière suivante :

| | |
|-------------------|-------|
| Pose. | 0,020 |
| Contraction..... | 0,180 |
| Relâchement... .. | 0,105 |
| | <hr/> |
| | 0,305 |

275. Excitants de la contractilité. — Les excitants qui mettent en jeu la contractilité musculaire sont: les excitants chimiques; physiques et physiologiques.

1° Les excitants chimiques sont toutes les substances qui,

agissant chimiquement sur les muscles, en déterminent la contraction ; ce sont les moins importants. Nous citerons seulement les suivants : les alcalis, les acides faibles, les sels, l'alcool, l'éther, etc.

2° Les excitants physiques comprennent la chaleur, le froid, la lumière et l'électricité en particulier.

Tous les muscles ne sont pas également influencés par la chaleur. Si, par exemple, sur un animal récemment tué et dont tous les muscles sont à l'état de repos, on élève progressivement la température, on observe des mouvements péristaltiques de l'estomac et de l'intestin et l'on assiste en quelque sorte à une digestion artificielle se produisant après la mort. Cette action de la chaleur, si facile à constater dans les muscles de la vie organique, est généralement nulle pour ceux de la vie animale : ainsi les muscles des membres n'entrent pas en action sous l'influence de cet agent.

L'excitation lumineuse peut être mise en évidence sur les muscles de l'iris d'un animal à sang froid, peu de temps après la mort. La pupille retirée de l'orbite d'un poisson ou d'un reptile se rétrécit sous l'action de la lumière. L'expérience est facile sur les yeux d'une anguille : ainsi, que l'on place devant une fenêtre bien éclairée deux yeux d'anguille, l'un masqué par un écran, l'autre exposé aux rayons solaires ; au bout de quelques heures, on constate que la pupille de l'œil qui a été frappée par la lumière s'est contractée tandis que celle qui était dans l'obscurité s'est dilatée.

Mais de tous les excitants physiques, le plus important est l'électricité, dont les effets sont les plus variés, soit qu'on emploie les courants continus ou les courants interrompus. L'électricité dynamique n'a d'action sur les muscles qu'au moment où le courant commence et au moment où il cesse. Tant que le courant traverse le muscle, il est sans effet sur la contractilité : ce résultat est dû à ce que ces organes comme les nerfs ne sont stimulés par l'agent électrique qu'autant qu'il se produit des variations brusques d'intensité.

Les courants induits étant constitués par des courants qui se succèdent rapidement et dans des directions contraires, produisent sur les muscles à chaque interruption, une série de secousses plus ou moins fortes et qui tendent à se confondre d'autant plus que les intermittences sont plus rapi-

des. Les effets de l'extra-courant sont bien plus énergiques.

3° Les excitants physiologiques sont ceux qui interviennent dans l'exercice régulier de la contraction musculaire.

Le plus important de tous est représenté par l'influx nerveux dont la nature intime nous est tout aussi inconnue que celle de l'électricité, mais dont on connaît la source, le mode de transmission et la vitesse ; c'est lui qui règle les mouvements volontaires pour les besoins de la vie de relation aussi bien que les mouvements involontaires pour les besoins de la vie de nutrition.

Parmi les excitants physiologiques, on comprend encore les aliments et le sang ; seulement ces agents, n'étant pas en contact immédiat avec la fibre musculaire, n'agissent que par voie indirecte. Le sang, à ce point de vue, a une influence très-remarquable : ainsi du sang veineux et oxygéné par son contact avec l'air étant injecté dans l'artère radiale d'un membre supérieur atteint de rigidité cadavérique, peut recouvrer sa propriété contractile. On peut à volonté faire disparaître et apparaître la contractilité musculaire en liant et en déliant les gros troncs artériels. Ces expériences montrent l'influence excitatrice du sang sur les fibres musculaires.

PHÉNOMÈNES PHYSICO-CHIMIQUES DES MUSCLES EN ACTIVITÉ.

274. Tout muscle en activité développe de la chaleur ; on peut le constater à l'aide de l'appareil thermo-électrique, même après une seule contraction, sur les animaux à sang chaud comme sur les animaux à sang froid. Sur les muscles de Grenouille, à la suite de violentes secousses répétées, la température s'élève de 0,15. — Dans les muscles des Mammifères, sous les mêmes conditions, la chaleur augmente de 1° à 5°.

Cette production de calorique est due aux phénomènes chimiques qui accompagnent la contraction ; elle est d'autant plus considérable que les réactions chimiques intérieures sont plus intenses.

Dans les mouvements ordinaires, la chaleur développée par les actions chimiques se transforme partiellement en travail, de sorte que le thermomètre n'indique pas la totalité de la cha-

leur engendrée. Si le muscle, en se contractant, produit un travail utile comme celui de soulever un poids, la chaleur indiquée par le thermomètre est moindre parce qu'une partie du calorique se convertit en travail mécanique.

Les modifications chimiques qui se passent dans les muscles en activité sont les suivants : 1° le muscle qui à l'état de repos est alcalin devient acide pendant le mouvement, et cette réaction est d'autant plus prononcée que l'effort musculaire est plus violent; cette acidité est due à l'apparition de l'acide lactique; 2° pendant la contraction, le muscle consomme une quantité plus grande d'oxygène et dégage plus d'acide carbonique que le muscle en repos : l'expérience peut être faite sur un muscle séparé du corps aussi bien que sur un animal vivant en analysant le sang veineux du muscle avant ou après la contraction.

EXCITABILITÉ PROPRE DES MUSCLES OU IRRITABILITÉ MUSCULAIRE.

275. La propriété contractile qu'on observe dans les muscles est inhérente au muscle lui-même et indépendante de l'influx nerveux qui ne fait que transmettre l'excitation. La distinction entre l'irritabilité musculaire et l'action nerveuse a été proclamée pour la première fois par Haller; mais la preuve la plus certaine de cette indépendance des muscles et des nerfs a été fournie par Longet en faisant remarquer, qu'après la section d'un nerf de mouvement, le bout adhérent au muscle perdait son excitabilité au bout de quatre jours, tandis que les muscles conservaient leur irritabilité pendant un temps très-long.

C. Bernard est arrivé à la même démonstration en étudiant les effets du curare sur les animaux. Le curare est un poison végétal avec lequel les Indiens de l'Amérique méridionale empoisonnent leurs flèches. Cette substance a la singulière faculté d'anéantir les propriétés motrices des nerfs, tout en laissant aux muscles leurs propriétés contractiles : si donc on vient à empoisonner une Grenouille au moyen de cet agent, on abolit les propriétés des nerfs moteurs, mais les muscles se contractent lorsqu'on les excite directement.

RIGIDITÉ CADAVÉRIQUE.

276. Les muscles séparés du corps vivant conservent encore leurs propriétés pendant un certain temps; ils sont excitables et contractiles tant qu'ils possèdent les éléments nécessaires à leur nutrition, et ces phénomènes persistent d'autant plus longtemps que l'activité vitale est moindre : ainsi, chez les Oiseaux, la contractilité dure une demi-heure à peine, tandis que chez la Grenouille elle se manifeste encore quinze et même vingt heures après la mort. Au phénomène de la contractilité succède alors un état nouveau qu'on nomme *rigidité cadavérique*. De flasques et mous qu'ils étaient, les muscles deviennent durs et rigides; on ne peut plus leur donner la position qu'on veut et les articulations résistent aux efforts qu'on fait pour les mettre en mouvement.

La cause de ce phénomène est due à la production de l'acide lactique qui détruit l'alcalinité du suc musculaire et, par suite, amène la coagulation de la syntonine ou myosine. Aussi, pour arrêter la rigidité au moment où elle commence, il suffit de rendre au muscle son milieu normal, le sang, qui à cause de son alcalinité détruit l'action de l'acide lactique et fournit aux muscles ses éléments nutritifs. Inversement, on peut déterminer la rigidité cadavérique par l'action de substances toxiques ou par l'action d'une température d'environ 50° qui amène rapidement la coagulation de la syntonine.

A la rigidité cadavérique succède le phénomène de la décomposition chimique. La myosine coagulée se liquéfie et le muscle redevient alcalin sous l'influence du dégagement de l'ammoniaque, premier signe de la putréfaction organique. On doit donc considérer le phénomène de la rigidité musculaire comme le phénomène dernier de la vie des muscles.

DE LA LOCOMOTION

277. De tous les mouvements multiples qui peuvent résulter de l'action combinée d'un groupe de muscles sur les diverses pièces du squelette, les plus intéressants sont ceux qui ont pour but de déplacer le corps et de le transporter d'un lieu dans un autre (*marche, course, natation, vol, etc.*). On donne à ces mouvements d'ensemble ou de totalité le nom de *locomotion*.

Les muscles sont les organes actifs, les véritables instruments de la locomotion. Les organes passifs, chez les animaux vertébrés, sont les divers os du squelette reliés les uns aux autres par des articulations qui permettent l'exécution de mouvements angulaires étendus dans un certain sens, très limités dans d'autres.

La connaissance des os et des muscles, les relations que ces organes ont entre eux, la configuration des surfaces articulaires et la disposition des liens qui servent de moyen d'union aux différentes pièces osseuses, tels sont les éléments à l'aide desquels il est possible d'expliquer non-seulement les mouvements partiels, quels que compliqués qu'ils soient, mais encore les mouvements si variés qu'accomplissent les êtres vivants dans les divers genres de locomotion.

Nous allons donc étudier successivement les os, les articulations et les muscles et faire l'application de ces données à la mécanique animale.

DES OS

278. Les os sont des organes durs et rigides qui servent de soutien et de moyen de protection à toutes les parties du corps, assurent leurs rapports mutuels et fournissent aux muscles des points d'attache et des leviers pour la locomotion. La présence de ces organes au milieu des parties molles est un fait tellement important que, de tout temps, les naturalistes ont pris ce caractère pour base de leur classification, rangeant d'un côté les animaux qui en sont pourvus sous la dénomination de Vertébrés, de l'autre ceux qui en sont privés sous le nom d'Invertébrés.

279. Conformation extérieure des os. — Considérés sous le rapport de la forme et du volume, les os se divisent en os *longs*, os *larges* et os *courts*. Les os longs, de forme prismatique ou cylindrique, occupent les membres où ils jouent le rôle de levier dans les mouvements. Tous présentent une partie moyenne nommée *diaphyse* et deux extrémités ou *épiphyses* qui s'articulent avec les os correspondants.

Les os larges, en se réunissant, forment de grandes cavités viscérales ; aussi leurs surfaces sont ordinairement concaves d'un côté et convexes de l'autre.

Les os courts se rencontrent dans toutes les régions où à la

solidité doit se joindre une certaine mobilité et une variété de mouvements, c'est pourquoi on les trouve à la colonne vertébrale et aux extrémités des membres. En raison de leur position par rapport au plan médian du corps, on les distingue en os impairs, symétriques ou médians et en os pairs ou latéraux. Leurs surfaces présentent des saillies ou éminences très-diverses qui, suivant la disposition, portent le nom de *tête*, *condyle*, *tubérosité*, *apophyse*, etc., ou bien des cavités qui le plus souvent tirent leur nom de la forme, *cavité cotyloïde*, *cavité glénoïde*, *fosses*, *gouttières*, *sinus*, etc.

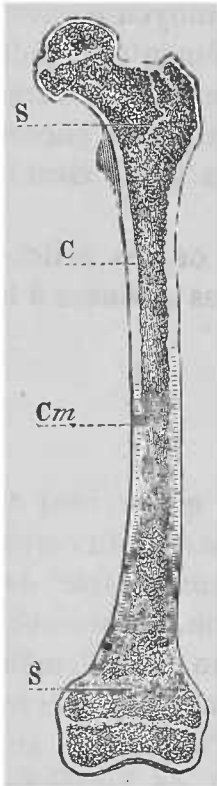


Fig. 162. —
Coupe longitudi-
nale d'un os long.

Cm, canal médullai-
re. — C, substance
compacte. — S, S,
substance spon-
gieuse.

280. Conformation intérieure des os. —

Deux substances identiques par leur composition, mais différentes par le mode d'arrangement des parties, constituent le tissu des os : ce sont la *substance compacte* et la *substance aréolaire* ou *spongieuse* : la première se montre sous l'apparence de fibres denses et serrées les unes contre les autres ; la seconde est formée de lamelles déliées et entre-croisées, ce qui lui donne un aspect cellulaire. La disposition relative de ces deux substances n'est pas la même dans les divers os :

1° Dans les os longs, le corps, c'est-à-dire la partie moyenne, est occupée par un long canal, le *canal médullaire*, qui contient une graisse molle connue sous le nom de *moelle* ; la paroi de ce canal est entourée par une couche de tissu spongieux à larges mailles sur laquelle s'applique une lame de substance compacte épaisse au centre ; les extrémités élargies, en général, sont surtout formées de tissu spongieux. Cette répartition inégale du tissu spongieux et du tissu compacte a pour but d'assurer la soli-

lidité de ces leviers et de les rendre plus légers.

2° Les os larges se composent de trois couches superposées, savoir : deux lames de tissu compacte séparées par une épaisseur plus ou moins considérable de tissu spongieux, disposition qui favorise la résistance ; le crâne, la face et le bassin sont construits sur ce principe.

3° Dans les os courts, c'est le tissu spongieux qui est dominant; une mince couche de substance compacte limite cette masse spongieuse, ce qui leur donne aussi une grande légèreté.

281. Composition chimique des os. — La substance des os, soit qu'on l'examine à l'état compacte ou à l'état spongieux, est toujours formée d'une matière organique et d'une matière minérale: en effet, si l'on soumet un os à l'action de l'acide chlorhydrique ou de l'acide azotique, on obtient une masse molle,

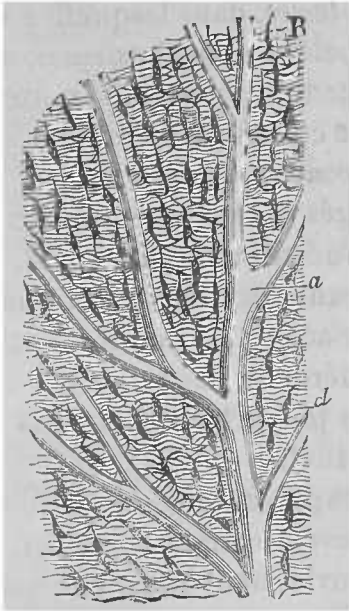


Fig. 163. — Section longitudinale d'un os.

d, cellules osseuses et lamelles.
a, canaux de Havers. — *d*, cellules osseuses.



Fig. 164. — Section transversale d'un os.

élastique et flexible à la manière d'un cartilage; l'acide dissout tous les sels terreux et il ne reste plus que la matière organique qui conserve la forme primitive de l'os d'où elle provient. Cette substance insoluble jouit de la propriété de se transformer en gélatine par l'action de l'eau chauffée à 120°; on lui donne le nom d'*osseïne*. D'autre part, qu'on calcine un os à l'air libre, la matière organique est détruite complètement et il ne reste plus que les sels qui conservent encore la forme de l'os, mais dans un état de fragilité telle qu'ils se réduisent en poudre au moindre choc.

La partie organique donne aux os leur élasticité et leur vita-

lité; la partie inorganique leur communique leur solidité et leur résistance.

L'analyse chimique donne pour 100 parties d'os : 33 d'osséine et 67 de matière minérale, qui contiennent 52 de phosphate de chaux, 12 de carbonate de chaux et 3 de fluorure de calcium.

282. Texture des os. — Le tissu osseux est constitué par une substance fondamentale, dure, résistante, blanche, formée de couches de lamelles superposées, combinaison d'osséine et de matière minérale. Cette substance est creusée d'une infinité de petites cavités microscopiques, *ostéoplastes*, dans lesquelles sont renfermées des cellules ramifiées appelées *cellules osseuses*, d'où partent un grand nombre de prolongements très-fins nommés *canalicules osseux*. Ce tissu dans sa partie compacte est traversé par un système de canaux plus larges, *canaux de Havers*, qui ont 0^{mm},1 à 0^{mm},2, dans lesquels sont logés les vaisseaux sanguins qui servent à nourrir les os; on y trouve également des nerfs. Enfin les os sont revêtus par une membrane fibro-vasculaire nommée le *périoste* qui adhère à leur surface d'une manière intime et porte en elle la propriété de régénérer le tissu osseux : c'est cette substance qui fournit aux os la plupart des éléments nécessaires à leur nutrition (fig. 163 et 164).

283. Développement des os. — Les os présentent, depuis le moment de leur apparition jusqu'à leur développement complet, des transformations remarquables. Ils proviennent tous, par ossification, de la substance fondamentale et surtout des cellules du tissu cartilagineux. Cette ossification se fait par des points déterminés dont la loi n'est pas encore connue.

Dans les os longs, l'ossification commence au milieu et dans l'axe du corps de l'os pour s'étendre de là vers les extrémités où apparaît un peu plus tard un point osseux. Leur accroissement en longueur s'effectue par leurs extrémités, et en largeur par la superposition de couches nouvelles. Dans les os larges symétriques, il existe deux points osseux; les os non symétriques n'en présentent qu'un seul. Les os courts se développent les derniers et à peu près de la même manière que les os longs et l'ossification est très-rapide.

ARTICULATIONS DES OS.

284. On donne le nom d'articulations à l'union des os entre eux. On en distingue de trois sortes : 1° les articulations mobiles

ou *diarthroses* qui sont les plus nombreuses : telles sont les articulations des membres et d'une grande partie du tronc ; 2° les articulations peu mobiles ou *amphiarthroses* qui se rencontrent particulièrement dans le tronc ; 3° enfin les articulations immobiles ou *synarthroses* qui appartiennent au crâne et à la face.

1° Pour former une articulation mobile, les extrémités osseuses présentent des renflements tantôt convexes ou concaves, tantôt plans, afin que les points de contact soient plus nombreux et plus multipliés. Leurs surfaces sont revêtues de cartilages dits articulaires ou d'encroûtement qui réunissent à la solidité une grande souplesse et une grande élasticité et qui ont pour but de diminuer les effets du choc et des frottements.

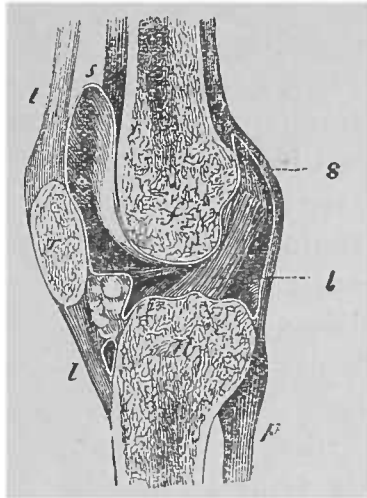


Fig. 165. — Coupe verticale médiane de l'articulation du genou chez l'Homme.

Coupe verticale médiane de l'articulation du genou chez l'Homme (exemple d'articulation mobile). — *tb*, coupe du tibia. — *p*, péroné. — *f*, coupe du fémur. — *r*, coupe de la rotule. — *t*, tendon qui ferme l'articulation en avant et contient la rotule. — *l*, ligament articulaire. — *s*, membrane synoviale formant la capsule articulaire.

on trouve ces cartilages dans toutes les articulations mobiles, quelque peu mobiles qu'elles soient. Ils constituent des lames minces adhérentes par une de leurs faces à l'os et libres par l'autre. Dans les jointures à surface plane, leur épaisseur est à peu près partout la même. Sur les surfaces convexes ils sont plus épais au centre qu'à la circonférence, c'est le contraire dans les surfaces concaves ; de là résulte un emboîtement plus parfait. Dans quelques articulations, on trouve des cartilages inter-articulaires qui sont libres par leurs faces opposées et qui n'adhèrent que par leurs bords soit aux os, soit aux ligaments.

Toutes les articulations mobiles sont pourvues d'une membrane en forme de sac (*capsule synoviale*) qui sécrète un liquide onctueux et filant (la *synovie*) destiné à faciliter les mouvements et surtout à déterminer les frottements.

Enfin les deux os qui forment l'articulation sont assujettis l'un à l'autre et maintenus dans les mouvements qu'ils doivent exécuter par des ligaments puissants qui limitent leur écartement. Les ligaments sont formés par des fibres blanches, nacrées, d'une résistance à la rupture qui ne le cède à aucun autre tissu et en même temps d'une souplesse et d'une élasticité considérable.

Telle est la conformation générale des articulations mobiles dont les caractères se résument dans les suivants : surfaces articulaires libres ou contiguës conformées pour se mouler les unes dans les autres, toutes pourvues de cartilages articulaires, de ligaments et d'une membrane synoviale.

2° Les articulations immobiles ont lieu par *suture* des pièces osseuses les unes avec les autres ; quelquefois la ligne de suture persiste pendant toute la vie ; quelquefois, elle s'efface par l'âge. La suture peut avoir lieu de plusieurs manières : tantôt les surfaces articulaires sont hérissées d'inégalités ou de dentelures qui s'engrènent réciproquement, ce qui leur a fait donner le nom de *sutures dentées* (articulations des os du crâne) ; tantôt les surfaces articulaires sont disposées en écailles ou simplement juxtaposées. Dans le premier cas, la suture est dite *écailleuse*, et *harmonique*, dans le second cas ; mais ici il n'y a ni cartilage d'encroûtement, ni membrane synoviale, ni ligaments et par suite immobilité absolue.

285. Mécanisme des articulations. — Considérées au point de vue des mouvements, les articulations se partagent en deux groupes : les articulations mobiles et les articulations immobiles. Dans les articulations immobiles nous trouvons les sutures qui ne présentent rien de particulier au point de vue des mouvements. Dans les articulations mobiles ou diarthroses, c'est de la forme des surfaces articulaires que l'on peut déduire les formes principales des mouvements qui sont les suivantes :

1° *Rotation autour d'un axe.* — Dans ce cas, l'axe de rotation est perpendiculaire à l'axe des os qui supportent les surfaces articulaires ou vertical, c'est-à-dire parallèle à cet axe. Les articulations qui répondent au premier cas sont dites *tro-*

chéliennes ou à *charnière*; celles qui répondent au second cas prennent le nom de *trochoïdes*. Dans la charnière, les seuls mouvements possibles sont la flexion et l'extension (articulation du coude ou huméro-cubitale, dans laquelle l'axe passe par les deux condyles).

Dans la trochoïde, l'os mobile subit un déplacement angulaire par lequel il se rapproche ou s'écarte de l'os fixe: comme exemple de trochoïdes, nous citerons l'articulation atloïdo-axoïdienne, dans laquelle l'axe tournant est dans l'apophyse odontoïde, et l'articulation radio-humérale dans laquelle l'avant-bras tourne autour de son axe.

2° *Rotation autour d'un axe fixe*. — C'est dans ce genre d'articulations que se rencontre la plus grande mobilité. Les surfaces articulaires sont des surfaces de forme sphérique; on les nomme *énarthroses*: la rotation peut s'exécuter autour d'un axe quelconque fixe ou mobile pendant le mouvement. Ces axes s'entrecroisent en un même point qui est le point de rotation; telles sont les articulations scapulo-humérale et coxo-fémorale.

3° *Rotation autour de deux axes*. — Dans toutes ces articulations, les surfaces articulaires présentent deux courbures, l'une convexe et l'autre concave, dans deux directions perpendiculaires l'une à l'autre, ce qui rend possibles deux mouvements principaux correspondant aux deux espèces de courbure, une flexion en avant et en arrière et une inclinaison latérale; c'est ce qu'on nomme *articulations en selle* ou par *emboîtement réciproque* (articulations métacarpo-phalangiennes).

SQUELETTE DE L'HOMME

286. Le squelette de l'Homme comme celui des autres Vertébrés forme un système, un tout unique, dont les différentes pièces sont reliées entre elles par leurs articulations. De cette union résulte un édifice osseux qui détermine la forme et les dimensions du corps ainsi que les proportions de ses principales régions.

Le squelette présente comme partie fondamentale une longue colonne composée de pièces superposées et mobiles appelées *vertèbres* qui se renfle à sa partie supérieure pour former le *crâne* et se termine inférieurement par une large excavation,

le bassin; au crâne vient s'appliquer une sculpture compliquée, la face. La réunion du crâne et de la face forme la tête.

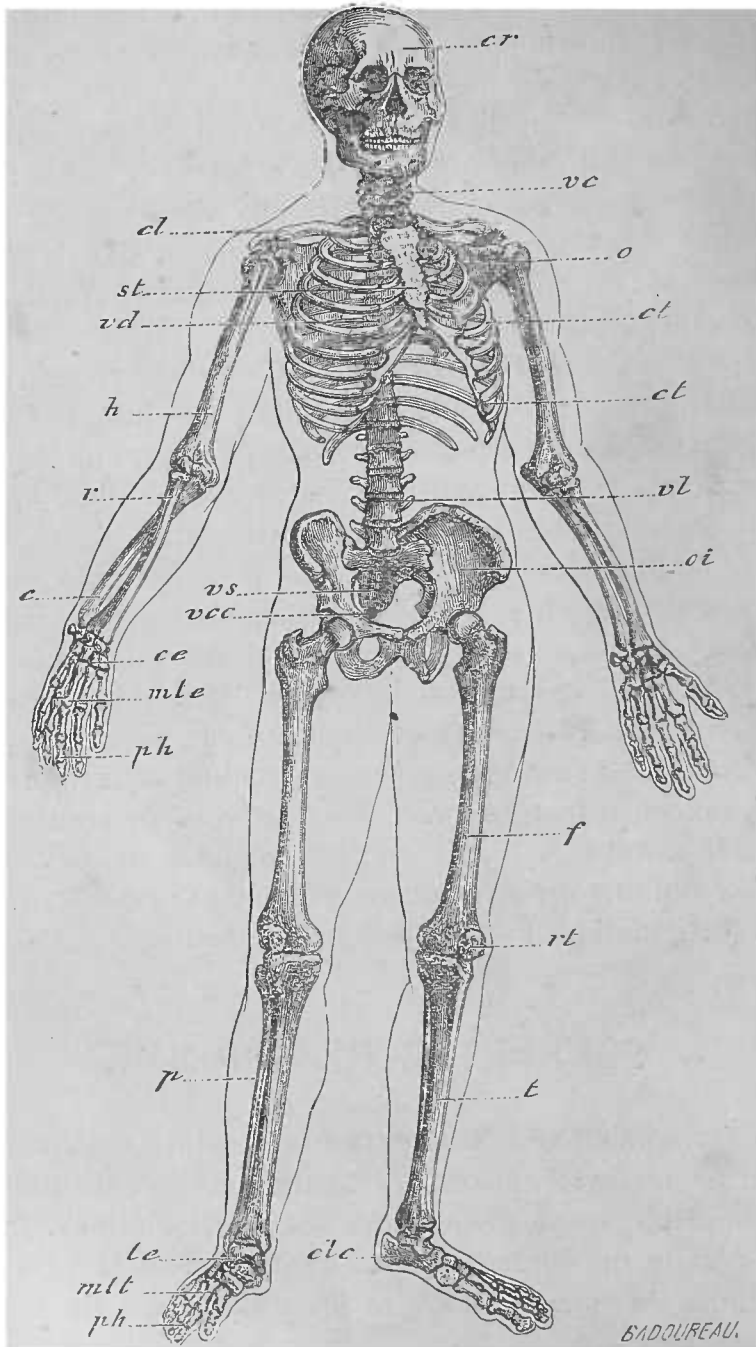


Fig. 163. — Squelette humain.

cr, crâne. — vc, vertèbres cervicales. — vd, vertèbres dorsales. — vl, vertèbres lombaires. — vs, sacrum. — vcc, coccyx. — st, sternum. — ct, côtes. — cl, clavicule. — o, omoplate. — h, humérus. — r, radius. — c, cubitus. — ce, carpe. — mte, métacarpe. — ph, phalanges. — oi, os iliaque. — f, fémur. — rt, rotule. — t, tibia. — p, péroné. — te, tarse. — mlt, métatarse. — ph, phalanges.

De la partie moyenne de cette colonne vertébrale, partent vingt-quatre arcs osseux, les *côtes*, qui s'articulent en avant avec le sternum pour former le thorax ; à sa partie inférieure, s'attachent deux os volumineux, les *os iliaques*, qui avec le *sacrum* constituent le bassin. Enfin des hauteurs du thorax et du sacrum s'échappent deux longs appendices appelés *membres supérieurs* ou *thoraciques*, et des parties latérales du bassin descendent deux autres appendices nommés *membres inférieurs* ou *abdominaux*. Ainsi constitué, le squelette peut être divisé en trois régions :

- 1° Le tronc, qui comprend la colonne vertébrale, le thorax et le bassin ;
- 2° La tête ;
- 3° Les membres.

COLONNE VERTÉBRALE.

287. La colonne vertébrale est une longue tige creuse et flexible qui sert de soutien à presque tout l'appareil osseux et de cavité protectrice de la moelle. Elle est située à la partie postérieure du tronc, sur la ligne médiane, en arrière du canal alimentaire. Etendue du crâne à la partie postérieure du tronc, la colonne vertébrale présente plusieurs courbures qui correspondent à autant de régions distinctes, savoir : la région *cervicale*, *dorsale*, *lombaire* et *sacro-coccygienne*.

Ces diverses régions comprennent vingt-six os répartis de la manière suivante : sept pour la région cervicale, douze pour la région dorsale, cinq pour la région lombaire et deux pour la région sacro-coccygienne. Les os des trois premières régions sont mobiles les uns sur les autres et prennent le nom de *vertèbres* ; leur ensemble constitue la colonne vertébrale proprement dite. Le sacrum est formé de cinq vertèbres soudées et le coccyx en contient quatre : on les nomme fausses vertèbres par opposition aux autres qu'on nomme vertèbres vraies.

Vertèbres. — Toute vertèbre représente un segment cylindrique percé d'un trou, *trou vertébral*, qui donne passage à la moelle. Ce segment ou *anneau vertébral* porte à la partie antérieure un renflement massif constituant le *corps de la vertèbre*. Du contour de cet anneau partent des éminences divergentes : une médiane et postérieure, l'*apophyse épineuse* ; deux latérales,

apophyses transverses, enfin deux supérieures et deux inférieures nommées *apophyses articulaires*. Toutes ces saillies servent d'attache à des muscles nombreux.

Les vertèbres présentent, suivant la région à laquelle elles appartiennent, de nombreux caractères distinctifs dont les plus nets sont les suivants :

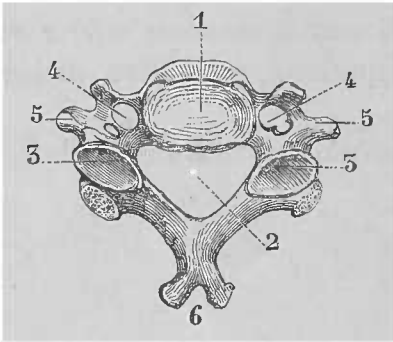


Fig. 167. — Vertèbre cervicale.

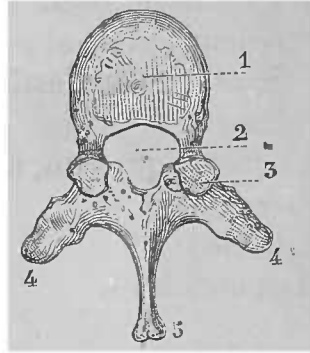


Fig. 168. — Vertèbre dorsale.

1, corps. — 2, trou vertébral. — 3, 3, apophyses articulaires. — 5, 5, apophyses transverses percées d'un trou (4, 4). — 6, apophyse épineuse (fig. 167).

1, corps de la vertèbre. — 2, trou vertébral. — 3, apophyse articulaire. — 4, 4, apophyse transverses. — 5, apophyse épineuse (fig. 168).

1° Dans les vertèbres cervicales, le corps est peu volumineux et porte sur les côtés un petit crochet. Le trou vertébral est triangulaire et les apophyses transverses sont percées à la base d'un trou destiné au passage de l'artère vertébrale (fig. 167) ;

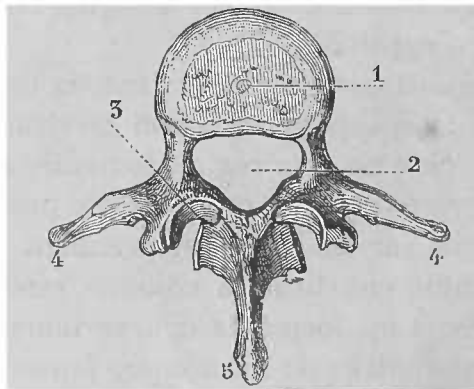


Fig. 169. — Vertèbre lombaire.

1, corps. — 2, trou vertébral. — 3, 3, apophyses articulaires. — 4, 4, apophyses transverses. — 5, apophyse épineuse.

2° Le corps des vertèbres dorsales porte sur les côtés deux demi-facettes qui servent pour l'articulation des côtes ; le trou rachidien est petit, ovale et l'apophyse épineuse longue (fig. 168) ;

3° Les vertèbres lombaires ont un corps volumineux ; le trou vertébral triangulaire et les apophyses articulaires verticales (fig. 169).

Quelques vertèbres enfin présentent des caractères spéciaux. Les plus remarquables sont : la première qui porte le nom d'*atlas* et la seconde qui se nomme *axis*.

L'*atlas* représente une circonférence dont l'arc antérieur

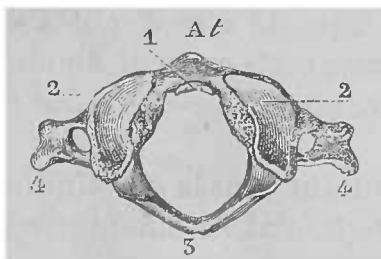


Fig. 170. — Atlas.

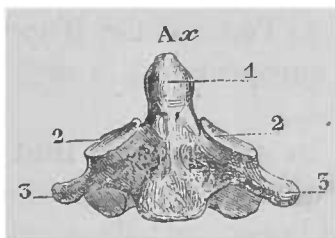


Fig. 171. — Axis.

1, arc antérieur et petite facette articulaire pour l'apophyse odontoïde — 2, 2 facettes articulaires. — 3, arc postérieur. — 4, 4, apophyses transverses (fig. 170).

1, apophyse odontoïde. — 2, 2, facettes articulaires. — 3, 3 apophyses transverses (fig. 171).

occupe la place du corps ; cet arc porte en arrière une facette articulaire pour l'apophyse odontoïde de l'*axis*. L'arc postérieur offre en arrière un tubercule qui représente évidemment l'apophyse épineuse. Enfin là où se réunissent ces deux arcs, cette vertèbre se renfle pour former ce qu'on appelle les *masses latérales* qui comprennent les apophyses transverses et articulaires.

Dans l'*axis*, le corps est surmonté d'une apophyse volumineuse nommée *odontoïde* articulée avec la facette concave de l'arc antérieur de l'*atlas*.

CRANE.

288. Le crâne est une boîte osseuse destinée à loger l'encéphale. Il est placé au-dessus de la face et fait suite à la colonne vertébrale. Sa forme est celle d'un ovoïde dont la grosse extrémité est dirigée en arrière ; mais cette conformation présente de nombreuses variations suivant les races : ainsi d'après Gratiolet, c'est la partie antérieure qui est plus développée dans la race caucasique, c'est la région moyenne qui prédomine chez le Mongol et la région postérieure chez le Nègre.

Les différences de forme du crâne dépendent essentiellement du rapport qui existe entre le diamètre antéro-postérieur et le diamètre transverse de cette boîte ; c'est sur ce rapport que

Retzius a établi la distinction entre les races *dolichocéphales* ou à tête longue et les races *brachycéphales* ou à tête courte. Ce rapport s'appelle *indice céphalique horizontal*; il varie de 1,03 ou 0,93 (Américains) à 0,80 (Basques) pour les brachycéphales, et de 0,77 (Gaulois de l'âge de fer) à 0,71 (Esquimaux) pour les dolichocéphales.

Le crâne se moulant exactement sur le cerveau, on a attaché un grand intérêt à déterminer sa capacité afin d'en déduire le volume de l'encéphale. D'après Broca cette capacité diminue de la race européenne à la race nègre, et de celle-ci à la race australienne.

289. Os du crâne. — Huit os entrent dans la constitution du crâne : quatre impairs médians, le frontal, l'éthmoïde, le sphénoïde et l'occipital ; deux pairs ou latéraux, les pariétaux et les temporaux.

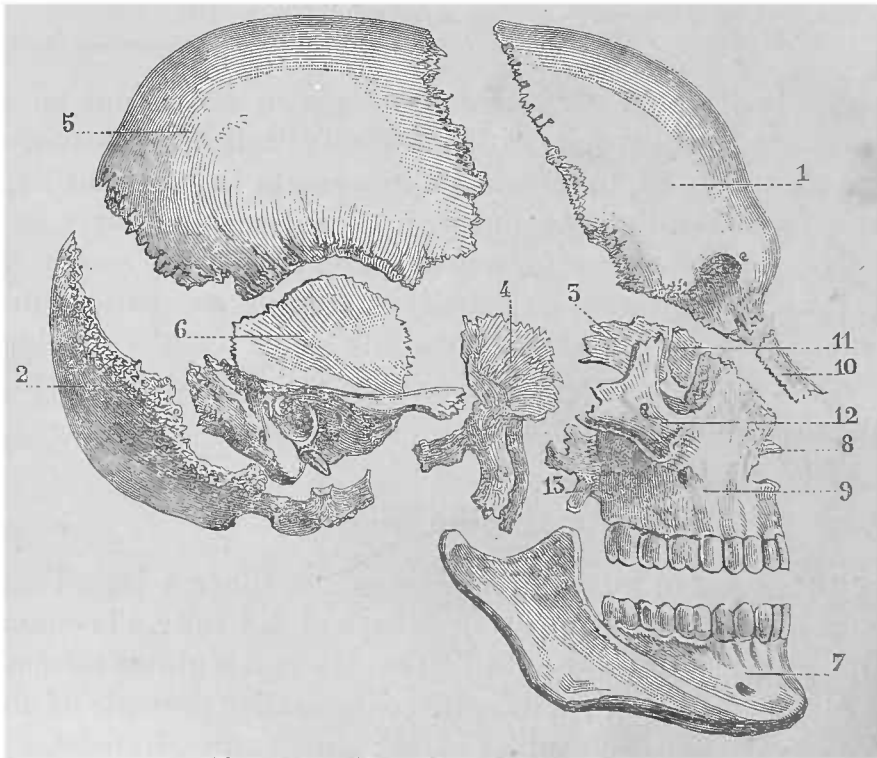


Fig. 172. — Crâne humain désarticulé.

Os du crâne. — 1, frontal. — 2, occipital. — 3, éthmoïde. — 4, sphénoïde. — 5, pariétal. — 6, temporal.

Os de la face. — 7, maxillaire inférieur. — 8, vomer. — 9, maxillaire supérieur. — 10, os propre du nez. — 11, os lacrymal ou unguis. — 12, os malaire. — 13, os palatins.

1° Le *frontal* occupe la partie antérieure et supérieure de la face ; les anciens le comparaient à une coquille. Par sa partie

supérieure qui est large et convexe, il concourt à l'expression de la face ; par sa partie inférieure, il contribue avec l'ethmoïde à la formation des cavités orbitaires.

2° L'*ethmoïde* placé à la partie antérieure et moyenne de la base du crâne au-devant du sphénoïde, au niveau de l'échancrure du frontal, prend une part importante à la constitution des fosses nasales et des cavités orbitaires. Cet os irrégulier, de forme cubique, est très léger et très-fragile. Il se compose de trois parties : une médiane horizontale, *lame criblée*, et deux latérales dites *masses latérales*. La lame criblée porte des trous nombreux pour le passage des nerfs olfactifs ; de ces deux faces partent deux lames verticales, l'une supérieure triangulaire nommée *apophyse crista galli*, l'autre inférieure, *lame perpendiculaire*, qui fait partie de la cloison des fosses nasales.

3° Le *sphénoïde* est situé au milieu de la base du crâne enclavé comme un coin entre les différents os de cette cavité. Sa forme très-irrégulière rappelle celle d'une chauve-souris dont les ailes seraient déployées.

4° L'*occipital*, de forme quadrilatère, occupe la partie postérieure et inférieure du crâne, au-dessus de la colonne vertébrale avec laquelle il s'articule par l'intermédiaire de deux saillies ou condyles ; en arrière il présente une large ouverture, le trou occipital, qui donne passage à la moelle.

5° Enfin la partie supérieure et latérale du crâne est formée par les *pariétaux* et les *temporaux* : les pariétaux occupent les parties latérales et supérieures de la boîte crânienne ; les temporaux forment la région des tempes. Chaque temporal a une forme irrégulière et se divise en trois parties qu'il est facile de distinguer : la portion *écailleuse*, la portion *mastoi-dienne* et le *rocher* qui appartient entièrement à la face interne de l'os. La portion écailleuse présente l'apophyse *zygomatique* et une cavité articulaire, la cavité *glénoïde*, qui reçoit le condyle de la mâchoire inférieure ; dans la portion pierreuse, on trouve le conduit auditif interne, l'apophyse styloïde et diverses cavités dans lesquelles sont logés les organes de l'audition.

FACE.

290. La face est un édifice osseux annexé et comme suspendu à la partie antérieure et inférieure du crâne. Elle est formée de

cavités profondes destinées à recevoir et à protéger les organes de la vision, de l'odorat et du goût, et de deux pièces principales, les mâchoires, bien moins volumineuses que le crâne. La face représente à peu près le tiers de la tête.

Pour déterminer les dimensions relatives de la face et du crâne, Cuvier comparait, sur la coupe verticale d'une tête, l'aire de la face à l'aire du crâne : on trouve ainsi que, chez l'Européen, l'aire de la face est le quart de l'aire du crâne ; elle est de trois dixièmes chez le Jaune et de quatre dixièmes chez le Nègre. D'une manière plus générale on peut dire que, dans la série des vertébrés, plus la face s'allonge plus le crâne diminue ; en d'autres termes, le développement du crâne et de la face sont dans un rapport inverse : ce fait n'avait pas échappé à l'observation des anciens naturalistes et des sculpteurs de l'antiquité.

Cette différence relative du développement de la face et du

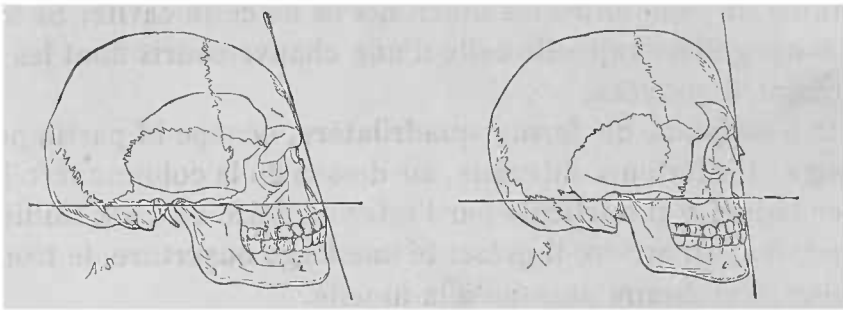


Fig. 173. — Crâne du Nègre.

Fig. 174. — Crâne de l'Européen.

crâne a conduit Camper à l'idée de l'angle facial pour établir les caractères anatomiques des trois types de l'espèce humaine : on donne ce nom à l'angle formé par la rencontre de deux droites dont l'une part des incisives supérieures pour aboutir au conduit auditif externe et l'autre nommée *ligne faciale*, partant du même point, est tangente à la saillie de la bosse nasale. Cet angle est de 80° à 85° chez l'Européen ; il est de 75° chez le Mongol et de 70° chez le Nègre.

Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire ont modifié cet angle en prenant toujours la ligne faciale comme un des côtés de l'angle et pour l'autre côté la ligne qui, menée des incisives, passe par le milieu de la droite qui joint les deux conduits auditifs externes. On évalue ces angles au moyen d'instruments spéciaux appelés *goniètres faciaux*.

291. Os de la face. ← La face est constituée par quatorze os :

deux impairs et médians, l'os maxillaire inférieur et le vomer ; six pairs et latéraux, les deux maxillaires supérieurs, les os maxillaires, les os propres du nez, les os lacrymaux, les cornets inférieurs et les os palatins. De tous ces os, les plus importants sont les maxillaires, les autres n'étant que des accessoires destinés à combler les vides.

1° Les os *maxillaires supérieurs* placés à la partie antérieure et supérieure de la mâchoire supérieure forment spécialement cette mâchoire. Ils sont remarquables par la présence d'une longue apophyse, l'*apophyse montante*, qui se porte verticalement en haut et s'unit à l'os nasal par son bord antérieur, tandis que le bord postérieur se continue avec la gouttière du canal nasal ; son sommet s'articule avec le frontal. L'os maxillaire supérieur concourt à former le plancher de l'orbite et la voûte du palais. Inférieurement il se termine par un rebord en demi-cercle à cheval, creusé de cavités alvéolaires destinées à loger les racines des dents supérieures (fig. 172).

2° L'os *maxillaire inférieur*, de forme parabolique, constitue à lui seul le squelette de la mâchoire inférieure. Il est formé de deux parties réunies sous un certain angle : le *corps* et les *branches*. Le corps dirigé horizontalement présente sur la ligne médiane une saillie légère, nommée la *symphyse du menton*, saillie qui indique la soudure des deux moitiés de l'os et, en bas, une éminence triangulaire, nommée *éminence mentonnière*. Le bord supérieur ou alvéolaire est creusé, dans toute son étendue, de cavités pour recevoir les racines des dents. Les branches de la mâchoire inférieure servent à l'insertion des muscles élévateurs de cette mâchoire ; leur développement est proportionné à la force de ces muscles. L'angle que forment ces deux parties avec le corps de l'os porte le nom d'*angle de la mâchoire* : droit chez l'adulte, il est obtus chez l'enfant de même que chez les carnassiers et quelques rongeurs, disposition qui augmente la puissance de ce levier osseux. Ces deux branches se terminent en haut par deux apophyses : l'une antérieure, c'est l'*apophyse coronôide* en forme de dent de couronne, triangulaire et donnant insertion au muscle temporal, l'autre postérieure, c'est le *condyle*, éminence oblongue qui s'articule avec la cavité glénoïde du temporal (fig. 172).

3° Les os *palatins*, situés en arrière du maxillaire supérieur, se composent de deux lames : l'une horizontale, concourt au

plancher des fosses nasales et à la voûte palatine, l'autre verticale fait partie des fosses nasales, du plancher de l'orbite, etc.

4° Les *os malaïres* ou *os des pommettes*, servent à joindre la face au crâne et occupent la partie latérale et supérieure de la face.

5° Les *os propres du nez*, très-petits chez l'homme, constituent, ainsi que leur nom l'indique, la charpente osseuse du nez.

6° Les *os lacrymaux* ou *unguis* sont les plus petits des os de la face; ils sont minces et ont la ténuité et la forme d'un ongle. Ils occupent la partie interne et antérieure de l'orbite et sont placés derrière l'apophyse montante de l'os maxillaire supérieur.

7° Les *cornets inférieurs* représentent deux lames osseuses contournées sur elles-mêmes, placées à la partie inférieure de la paroi externe des fosses nasales, au-dessous de l'ethmoïde.

8° Enfin le *vomer*, ainsi nommé à cause de sa forme qu'on a comparée à un soc de charrue, est placé sur la ligne médiane et constitue la partie postérieure de la cloison des fosses nasales (fig. 172).

THORAX.

292. Le thorax ou poitrine est cette grande cavité qui occupe la partie supérieure du tronc; il sert à loger les organes centraux de la circulation et de la respiration. Les parties osseuses que le constituent sont : sur la ligne médiane, les vertèbres dorsales et le sternum et latéralement, les côtes et les cartilages qui les prolongent en avant.

Le *sternum* représente une colonne aplatie mobile, placée à la partie antérieure du thorax; les anciens l'ont comparé à une épée de gladiateur : la partie supérieure large forme la poignée, la partie moyenne constitue le corps et l'extrémité, la pointe.

Les côtes, au nombre de douze de chaque côté, représentent des arcs osseux dont les uns étendus des vertèbres au sternum prennent le nom de *vraies côtes*, et dont les autres qui ne se réunissent pas au sternum s'appellent *fausses côtes*; les deux dernières, mobiles dans l'épaisseur des parois de l'abdomen, sont dites *côtes flottantes*.

La figure du thorax revêtu de ses parties molles, est celle d'un cône dont la base est en haut et dont le sommet est en

bas; dépouillé de tout ce qui l'entoure, il a, au contraire, la forme d'un cône dont la base est en bas et le sommet en haut. Les éléments qui les constituent sont les uns osseux, les autres cartilagineux et musculaires, et cette structure est en rapport avec sa destination qui est de se dilater, de se resserrer alternativement à la manière d'un soufflet et d'opérer ainsi le

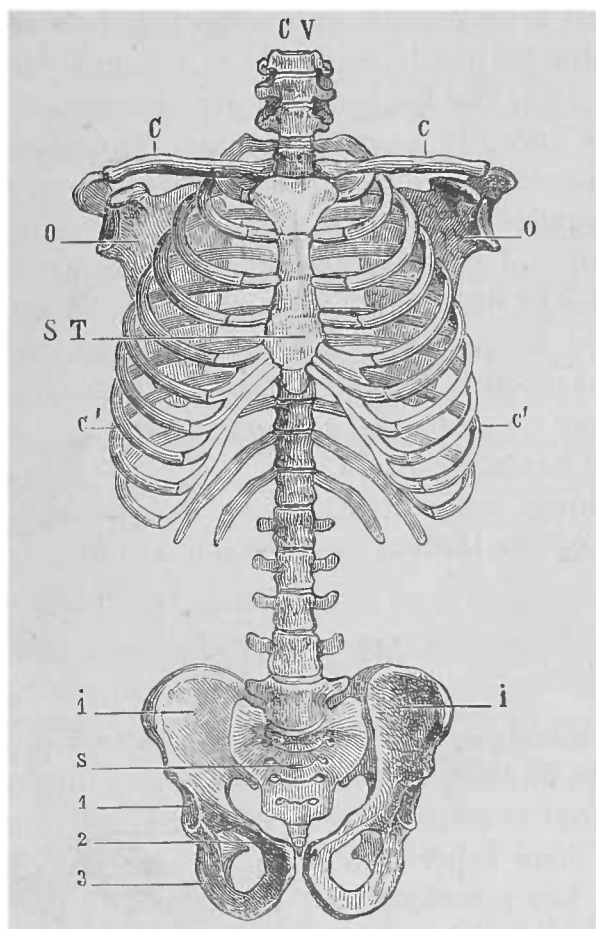


Fig. 175. — Ensemble du thorax et du bassin.

CV, colonne vertébrale. — C, clavicule. — O, omoplate. — ST, sternum. — c', côtes. — I, ilion. — S, sacrum. — 1, cavité cotyloïde. — 2, pubis. — 3, ischion.

renouvellement de l'air des poumons. L'ampleur du thorax est proportionné au volume des organes respiratoires auxquels cette cavité est plus particulièrement destinée : on peut donc dire qu'une poitrine large accuse des poumons volumineux, par suite une grande activité respiratoire ; mais, d'autre part, comme une respiration large, une circulation rapide et une nutrition active supposent des forces musculaires puissantes, on

doit considérer un thorax très-développé comme le signe d'une constitution forte et vigoureuse.

BASSIN.

293. De même que des parties latérales de la colonne dorsale naissent des arcs osseux qui servent à former le thorax, de même des parties latérales de la colonne sacrée naissent deux os larges, les os iliaques, qui avec le sacrum et le coccyx forment une enceinte osseuse nommée le *bassin*. Cette vaste cavité, échancrée en avant, sert à loger et à protéger un grand nombre d'organes et en particulier les organes de la digestion et de l'urination. Les os iliaques sont les plus grands et les plus irréguliers des os du squelette; ils présentent à leur surface externe la fosse iliaque externe et une grande cavité, la *cavité cotyloïde*, qui reçoit la tête du fémur; au-dessous, on trouve le *trou obturateur* et, en bas et en arrière, une grosse tubérosité, la tubérosité *ischiatique* (fig. 175).

Les os iliaques sont constitués par trois os : l'ilion, le pubis et l'ischion, qui ne tardent pas à se souder entre eux.

MEMBRES

294. Les membres sont de longs appendices qui tiennent au tronc par une de leurs extrémités et qui en sont complètement isolés dans tout le reste de leur longueur. Ils sont au nombre de quatre : deux supérieurs ou *thoraciques* deux inférieurs ou *abdominaux*. Les premiers sont des agents de préhension, des organes pour le toucher et des instruments au service de l'intelligence; les seconds servent à soutenir le poids du corps et à sa locomotion.

MEMBRES THORACIQUES.

295. Chaque membre thoracique se compose de quatre parties qui se succèdent dans l'ordre suivant, en procédant de l'extrémité adhérente à l'extrémité libre : l'*épaule*, le *bras*, l'*avant-bras* et la *main*.

296. Épaule. — Située à la partie postérieure et latérale de la

poitrine, l'épaule comprend deux os qui, par leur réunion, forment un levier angulaire dont la branche horizontale, la *clavicule*, occupe le sommet du cône thoracique tandis que sa branche verticale, l'*omoplate*, s'applique à la partie postérieure et latérale de cette cavité.

La clavicule contournée en S est placée entre le sternum sur lequel elle prend un point d'appui et l'omoplate dont elle suit les mouvements.

L'omoplate est la partie essentielle de l'épaule. C'est un os large et irrégulier de figure triangulaire. Sa face externe est divisée en deux parties par une éminence, l'*épine de l'omoplate*, éminence qui se porte en haut et en avant et se termine par une large apophyse, l'*acromion* : on donne à ces parties le nom de *fosses sus et sous-épineuse*. La face antérieure qui est concave constitue la fosse sous-scapulaire ; son bord supérieur donne naissance à l'*apophyse coracoïde* ainsi nommée à cause de sa ressemblance avec un bec de corbeau ; elle sert à l'insertion de ligaments et de muscles. Enfin des trois angles de l'omoplate, un seul, l'angle externe, mérite d'être signalé à cause d'une dépression légère, la *cavité glénoïde*, destinée à l'articulation de l'humérus.

297. Bras. — Le bras est constitué par un seul os, l'*humérus*, os long, résistant, un peu tordu sur son axe, compris entre l'épaule et l'avant-bras. Son extrémité supérieure porte deux renflements ou tubérosités qui servent à des insertions musculaires et une tête arrondie qui représente le tiers d'une sphère, la *tête de l'humérus*, laquelle s'articule avec l'omoplate. Son extrémité inférieure aplatie présente une large surface articulaire en forme de poulie (*trochlée*) qui reçoit une surface correspondante du cubitus. En avant, cette trochlée est surmontée par une petite cavité nommée *cavité coronoïde* et en arrière par une autre plus large, la *cavité olécrânienne*, qui reçoit dans les mouvements de l'avant-bras sur le bras l'apophyse olécrâne du cubitus (fig. 176).

L'humérus s'articule encore en bas avec le radius au moyen d'une éminence arrondie nommée *petite tête de l'humérus* ou *condyle*.

298. Avant-bras. — Deux os placés l'un à côté de l'autre forment l'avant-bras : le *radius* en dehors, le *cubitus* en dedans.

Le cubitus, ainsi nommé parce qu'il représente la partie essen-

tielle du coude, est un os irrégulier et plus long que le radius. Son extrémité supérieure offre une cavité en forme de crochet nommée grande *cavité sigmoïde* du cubitus dont la partie vertébrale s'appelle *apophyse olécrâne* et la partie horizontale, *apophyse coronoïde*. L'extrémité inférieure se renfle en forme de tête, *tête du cubitus*, laquelle est reçue dans une petite fossette

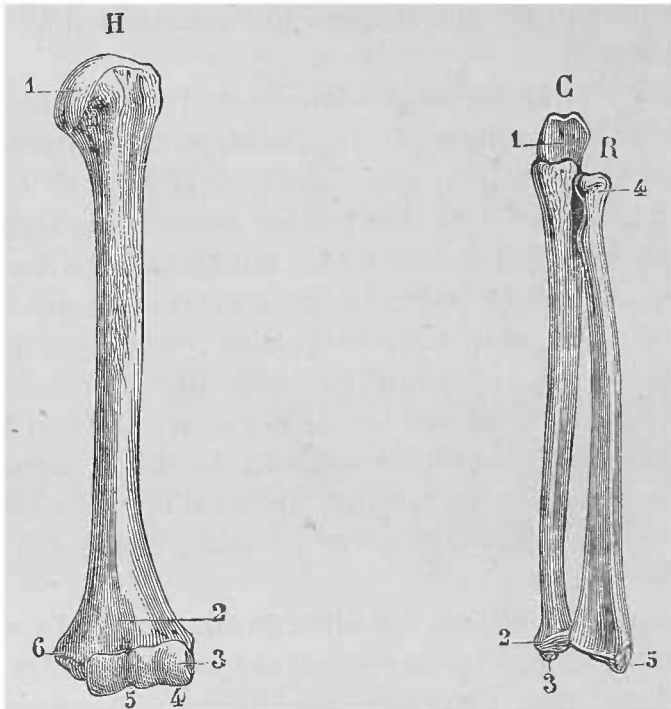


Fig. 176. — Humérus vu en avant. Fig. 177. — Os de l'avant-bras.

1, tête. — 2, cavité coronoïde. — 3, condyle. — 4, 5, Trochlée. — 6 épitrochlée (fig. 176).

C, cubitus. — 1, cavité sigmoïde du cubitus et apophyse olécrâne. — 2, tête du cubitus. — 3, apophyse styloïde. — R, radius. — 4, tête du radius. — 5, apophyse-styloïde (fig. 177).

du radius et porte à son côté interne une apophyse saillante (*apophyse styloïde*).

Le radius, plus court que le cubitus, de forme prismatique, se termine en haut par une tête (tête du radius) et, en bas, par une surface articulaire disposée pour recevoir les deux os du carpe, le scaphoïde et le semi-lunaire.

299. La main. — La main est l'extrémité terminale du membre thoracique. Elle est l'organe spécial de la préhension et du toucher. Fixée à l'extrémité d'un long levier brisée, la main participe à tous les mouvements du bras et de l'avant-bras. Elle peut se rapprocher ou s'éloigner du tronc, s'élever ou s'abaisser, en un mot, se mouvoir dans tous les sens. A tous

ces mouvements d'ensemble s'ajoutent encore une série de mouvements partiels qui lui permettent de prendre les formes les plus variées, de s'arrondir à la manière d'une sphère, de s'allonger en cône, de se courber en crochet, ce qui lui donne les moyens de reconnaître les inégalités les plus légères du corps et de surmonter les résistances. Enfin la main possède des attributions d'un ordre tellement élevé qu'on doit la regarder comme l'instrument de l'intelligence pour tous les arts.

300. Os de la main. — Considérée comme partie du squelette, la main est composée de trois parties : le *carpe*, le *métacarpe* et les *doigts*.

1° Le carpe représente un massif osseux formé de huit os très-irréguliers solidement articulés entre eux et disposés sur deux rangées : la première comprend le *scaphoïde*, le *semi-*

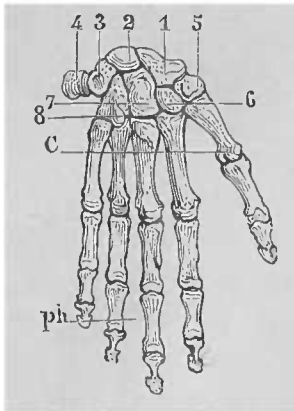


Fig. 178. — Main.

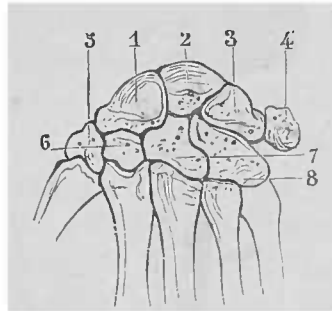


Fig. 179. — Os du carpe.

1, scaphoïde. — 2, semi-lunaire. — 3, pyramidal. — 4, os pisiforme. — 5, trapèze. — 6, trapézoïde. — 7, grand os. — 8, os crochu. — C, métacarpe. — *ph*, phalanges (fig. 178).

1, scaphoïde. — 2, semi-lunaire. — 3, pyramidal. — 4, os pisiforme. — 5, trapèze. — 6, trapézoïde. — 7, grand os. — 8, os crochu (fig. 179).

lunaire, le *pyramidal* et le *pisiforme* ; la seconde comprend le *trapèze*, le *trapézoïde*, le *grand os* et l'*os crochu*.

2° Le métacarpe est constitué par cinq colonnes osseuses qui s'appuient sur le carpe, disposées, parallèlement les unes à côté des autres. Elles sont contigues par leurs extrémités et séparées dans leur portion moyenne par des intervalles vides que remplissent les muscles intercostaux, ce qui donne à leur ensemble l'apparence d'un gril. On les désigne sous le nom de premier, second, troisième, etc., métacarpien.

301. Les doigts. — Les doigts, organes spéciaux de la préhension, font suite aux os métacarpiens. Ils sont au nombre de cinq

que l'on distingue de dehors en dedans sous le nom de *pouce*, *index*, *médius*, *annulaire* et *auriculaire*. Chaque doigt est composé de trois petits os mobiles qu'on appelle *phalanges* distinguées elles-mêmes en première, deuxième et troisième phalange ; cette dernière porte le nom d'unguéale, parce qu'elle soutient l'ongle. Le pouce seul n'a que deux phalanges ; c'est lui qui caractérise la main par les mouvements d'opposition qu'il possède.

MEMBRES ABDOMINAUX.

502. Les membres inférieurs ou abdominaux se composent de quatre parties : la *hanche*, la *cuisse*, la *jambe* et le *ped*.

503. Hanche. — La hanche constituée par l'os iliaque concourt à former le bassin et appartient autant à cette partie qu'aux membres inférieurs.

504. Cuisse. — Un seul os forme la *cuisse*, le *fémur*, le plus long

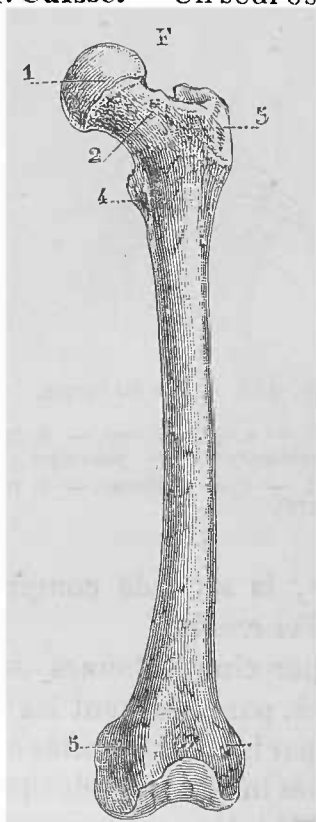


Fig. 180. — Fémur vu par la face antérieure. Fig. 181. — Os de la jambe.

1, tête. — 2, col. — 3 et 4, trochanters. — 5 et 6, condyles (fig. 180).
T, tibia. — 1, épine du tibia. — 2, malléole interne. — P, péroné. — 3, tête du péroné. — 4, malléole externe (fig. 181).

et le plus volumineux du squelette, destiné qu'il est à suppor-

ter le poids du corps et à le transmettre à la jambe. L'extrémité supérieure est remarquable par trois éminences : la *tête* et deux apophyses désignés sous le nom de *trochanters*. La tête, supportée par un pédicule étroit, le col du fémur, s'engage dans la cavité cotyloïde du bassin. L'extrémité inférieure ou tibiale est la partie la plus volumineuse ; elle porte en avant et en bas deux condyles qui se réunissent en forme de poulie dont la gorge lisse correspond immédiatement à la rotule en avant et en bas au tibia.

305. Jambe. — La jambe se compose de deux os parallèles unis l'un à l'autre à leurs extrémités. De ces deux os, l'un très-volumineux est placé en dedans, c'est le *tibia* ; l'autre très-grêle est situé en dehors, c'est le *péroné*.

Le tibia, de forme un peu arquée en dedans, porte à sa partie supérieure une large surface séparée en deux fossettes par une éminence nommée *épine du tibia* ; ces deux faces s'articulent avec les condyles du fémur. Son extrémité inférieure est creusée d'une cavité en forme de mortaise qui repose sur un des os du pied, l'*astragale*, et se termine par une saillie nommée *malléole interne*.

Le péroné de forme prismatique et triangulaire est un os long et grêle placé au côté externe du tibia avec lequel il s'articule au moyen d'une tête arrondie, la *tête du péroné* ; à son extrémité terminale, il s'unit au tibia et à l'*astragale*. La saillie qui le termine s'appelle *malléole externe*.

306. Du pied. — Le pied est pour le membre inférieur ce que la main est pour le membre supérieur. Destiné à supporter le poids du corps, le pied représente une large voûte composée de pièces multiples et solides qui peuvent se mouvoir les unes sur les autres ; le caractère qui le distingue de la main, c'est qu'il est plus résistant et moins mobile.

Le pied comprend dans sa composition : le *tarse*, le *métatarse* et les *orteils*.

Le tarse répond au carpe, le métatarse au métacarpe et les orteils aux doigts.

Le tarse qui est la partie la plus solide et la plus résistante est formé par deux rangées d'os. La rangée postérieure la plus volumineuse comprend d'arrière en avant : le *calcaneum*, l'*astragale* et le *scaphoïde*. La rangée antérieure est formée de quatre os qui sont de dedans en dehors : les *trois cunéiformes* et le *cuboïde*.

307. Métatarse. — Le *métatarse*, qui est la seconde partie du pied, présente une face supérieure ou dorsale convexe et une face inférieure ou plantaire qui est concave. Il est formé par cinq colonnes parallèles désignées sous le nom de premier, second, etc. métatarsien. Le premier métatarsien, qui correspond au gros

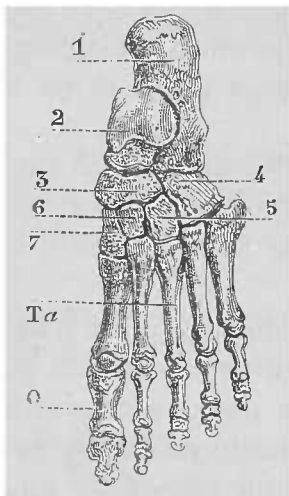


Fig. 182. — Pied.

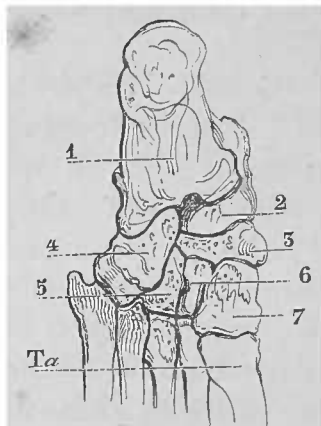


Fig. 183. — Os du tarse.

1, calcanéum. — 2, astragale. — 3, scaphoïde. — 4, cuboïde. — 5, 6, 7, cunéiformes. — Ta, métatarse. — o, orteils (fig. 182).

1, calcanéum. — 2, astragale. — 3, scaphoïde. — 4, cuboïde. — 5, 6, 7, cunéiformes. — Ta, métatarse (fig. 183).

orteil, est le plus volumineux; les autres vont en diminuant de dedans en dehors jusqu'au cinquième.

308. Orteils. — La troisième partie du pied est formée par les orteils dont le nombre est de cinq que l'on désigne aussi sous le nom de premier, second, etc. Le premier s'appelle le *gros orteil* et le cinquième, le *petit orteil*.

DES MUSCLES

309. Les muscles sont les organes actifs de la locomotion. Ils se divisent en deux grandes classes correspondant aux deux éléments musculaires déjà décrits (§ 14) : les *muscles striés* et les *muscles lisses*. Les premiers, sauf le cœur, sont soumis à l'empire de la volonté; ils ont pour fonctions, avec leurs parties accessoires (tendons, ligaments, aponévroses), de produire les mouvements du squelette, des organes des sens et de la peau. Les

autres sont annexés aux organes de la vie végétative et se débarrassent à l'influence de la volonté.

Situés entre la peau et les os ou dans leurs intervalles, les muscles sont très-rapprochés les uns des autres et unis par des enveloppes communes, ce qui en fait un tout continu auquel on donne le nom de *système musculaire*. Ce système comprend un très-grand nombre de parties distinctes par leurs insertions, leurs formes et leurs usages ; chacune d'elles constitue un muscle. Leur nombre s'élève à environ 400, et pour s'y reconnaître, il a fallu donner à chacun d'eux un nom particulier qui est tiré : 1° de leurs usages, de là le nom d'adducteurs, d'abducteurs, de diaphragme, de fléchisseurs, etc. ; 2° de leurs formes (deltoïde, pyramidal, etc) ; 3° de leurs insertions (le sterno-hyoïdien) ; 4° de leurs divisions (biceps, triceps, jumeaux, etc.).

Considérés relativement à leur volume et à leur forme propre, les muscles offrent de très-grandes variétés : les uns sont disposés en cercles plus ou moins réguliers et ont pour fonctions de rétrécir les orifices ou de les oblitérer ; ce sont des *sphincters*. Les autres se portent d'un os à un autre et constituent les muscles du squelette. On les divise, comme les os, en muscles *longs*, muscles *courts* et muscles *larges*.

Les muscles longs se groupent surtout autour des membres et aux régions superficielles. Les uns sont simples, les autres divisés en deux ou trois portions : tels sont le biceps, le triceps. Les plus longs sont les plus superficiels. Ordinairement, ils passent sur plusieurs articulations et concourent à la production de mouvements composés ou successifs, ce qui simplifie singulièrement le mécanisme de la locomotion.

Les muscles courts se rencontrent dans les régions profondes autour des articulations, à la main, au pied, autour du rachis, là où il faut plus de force et d'agilité que d'étendue de mouvement.

Les muscles larges font partie des parois des grandes cavités sur lesquelles ils s'étalent à la manière de lames musculaires minces : tels sont les muscles peauciers, ceux du tronc et de l'abdomen.

510. Rapport des muscles avec les os et les articulations. —

La connaissance précise de la connexion des muscles avec les autres organes présente un très-grand intérêt pour l'intelligence

des phénomènes souvent très-complicés de la mécanique animale.

Il est un certain nombre de muscles qui s'attachent à la peau dans toute leur étendue, ce sont les *peauciers*; d'autres se fixent sur les organes pour leur imprimer des mouvements (muscles oculaires) ou sur les membranes muqueuses (muscles du pharynx, de la langue); mais le plus grand nombre s'insèrent sur les os du squelette par l'intermédiaire de cordons fibreux appelés *tendons* ou par des aponévroses qui ne sont autre chose que des tendons membraneux. Ce mode d'insertion a lieu de telle sorte que les axes de traction présentent une grande inclinaison par rapport aux bras des leviers sur lesquels ils agissent, ce qui amène nécessairement une grande perte de force.

Cependant, dans bien des circonstances, les axes des muscles et des leviers se rencontrent sous des angles plus favorables à la puissance : tels sont les muscles du dos par rapport aux apophyses transverses et épineuses, les masséters par rapport à la mâchoire inférieure et surtout les jumeaux et les soléaires par rapport au calcanéum. Il arrive aussi que la direction suivant laquelle agit un muscle n'est pas toujours celle suivant laquelle la masse musculaire s'exerce sur le tendon qui le termine; le tendon, avant de se fixer sur l'os qu'il doit mouvoir, se réfléchit sur des gouttières osseuses ou ligamenteuses, de telle sorte que l'action efficace se trouve transportée dans la direction réfléchie : tels sont les muscles de la jambe qui, avant de s'insérer au pied, se réfléchissent derrière les malléoles; le long péronier latéral qui glisse derrière la malléole externe et s'engage dans la gouttière du cuboïde pour se porter au bord interne du pied, en est un exemple frappant.

Notons enfin que les diverses forces qui agissent sur les os sont concentrées presque entièrement autour des articulations. Le groupement des insertions tendineuses aux extrémités même du levier osseux est une des conditions principales de mouvement, car, pour une diminution peu considérable de leur longueur, au moment de leur contraction, les muscles peuvent déterminer des mouvements rapides et étendus.

Une autre condition est l'antagonisme des muscles : tout mouvement susceptible de se répéter suppose un mouvement en sens contraire; or, nous savons qu'un muscle n'agit jamais que par contraction, c'est-à-dire en rapprochant ses

extrémités et de manière à produire le mouvement dans une seule direction. Quelquefois les parties mises en mouvement retournent à leur position première en vertu de leur élasticité naturelle : c'est ainsi qu'agit la peau de l'homme après qu'a cessé la contraction du muscle peaucier du cou, la paupière inférieure après la contraction de l'orbiculaire des paupières; dans quelques cas, c'est en vertu d'une traction ayant son principe dans l'élasticité de certains appareils spéciaux (ligaments élastiques des phalanges onguéales des chats). Mais, dans la presque totalité des cas, l'aller et le retour sont le résultat de l'action de muscles opposés que l'on désigne sous le nom de *muscles antagonistes* : ainsi, il y a des muscles pour la flexion, d'autres pour l'extension (fléchisseurs et extenseurs de l'avant-bras, des doigts, etc.) ; il y en a qui abaissent, d'autres qui relèvent les parties (abaisseurs et éleveurs de la mâchoire inférieure) ; d'autres enfin déterminent une rotation de dehors en dedans (*muscles rotateurs, pronateurs*) ou de dedans en dehors (*muscles supinateurs*).

SYSTÈME MUSCULAIRE DE L'HOMME.

311. Les muscles du squelette se partagent entre le tronc et les membres et ceux qui dépendent du premier se subdivisent eux-mêmes en plusieurs groupes distincts qui se trouvent entre eux dans des rapports anatomiques et physiologiques tels qu'ils se limitent mutuellement.

312. Muscles du tronc. — Les muscles de cette région se divisent en extenseurs, fléchisseurs et latéraux. Les muscles extenseurs occupent la partie postérieure de la colonne vertébrale et du cou : ce sont les muscles spinaux, le splénus ou long dorsal de la tête et du cou, le grand complexus, etc. Les muscles fléchisseurs placés en avant s'attachent au sternum et aux côtes : ce sont le grand droit de l'abdomen, le sterno-cleido-mastoïdien ; d'autres, qui concourent aussi à la flexion, occupent la région antérieure de la tête et quelques-uns les parties latérales comme le droit latéral et les scalènes.

On doit considérer comme un groupe des muscles latéraux du tronc les intercostaux et ceux des parois abdominales qu'on peut considérer comme des muscles expirateurs et abaisseurs des côtes, tels que le grand oblique, le petit oblique et le transverse.

313. Muscles de la tête. — Ils se divisent en deux groupes :
1° ceux qui produisent les mouvements des parties molles et principalement des parties de la peau entourant les ouvertures que présente la face : on les désigne sous le nom de *muscles de*

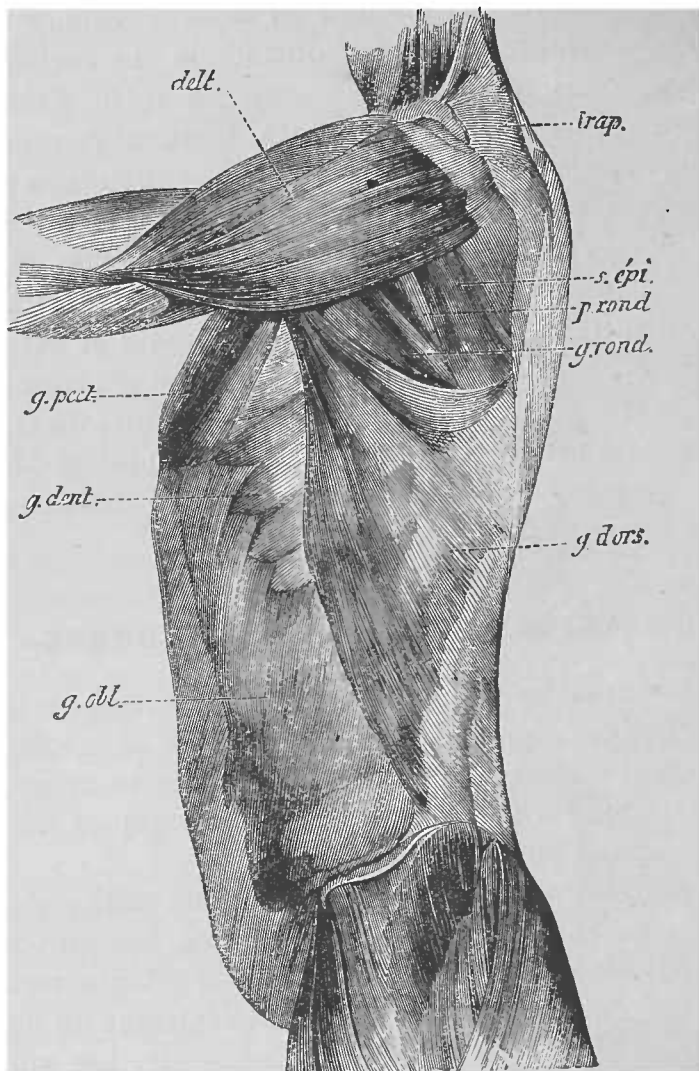


Fig. 181.

Muscles superficiels du tronc. — *trap*, trapèze. — *delt*, deltoïde. — *s. épi*, sous-épineux. — *p. rond*, petit rond. — *g. rond*, grand rond. — *g. pect*, grand pectoral. — *g. dent*, grand dentelé. — *g. dors*, grand dorsal. — *g. obl*, grand oblique.

la face ; ils déterminent les diverses expressions de la physionomie, la mobilité des traits et se confondent partiellement avec les muscles peauciers de cette région ; 2° ceux qui servent à mouvoir la mâchoire inférieure, les *masticateurs* qui sont les *abaisseurs* et les autres *élevateurs*. Les muscles *élevateurs*

dominant : ce sont les masséters et les temporaux. Les muscles abaisseurs n'ont d'autre fonction que de ramener la mâchoire à sa position première : ce sont les muscles de la région

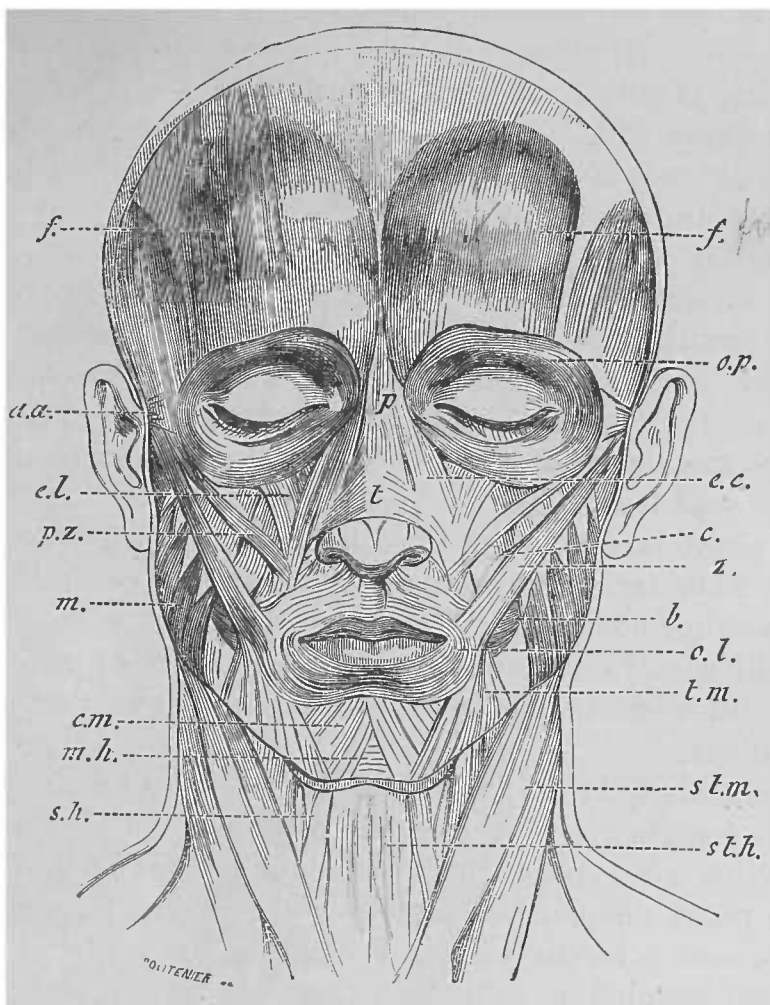


Fig. 185.

Muscles superficiels de la face. — *f*, frontal. — *o. p.*, auriculaire des paupières. — *a. a.*, auriculaire antérieur. — *p.*, pyramidal. — *t.*, triangulaire. — *e. c.*, élévateur commun de la lèvre supérieure et du nez. — *e. l.*, élévateur propre de la lèvre supérieure. — *c.*, canin. — *z.*, zygomatique. — *p. z.*, petit zygomatique. — *m.*, masséter. — *b.*, buccinateur. — *o. l.*, orbiculaire des lèvres. — *t. m.*, triangulaire du menton. — *c. m.*, carré du menton. — *m. h.*, houppe du menton. — *st. m.*, sterno-mastoidien. — *st. h.*, sterno-hyoïdien. — *s. h.*, scapulo-hyoïdien.

sus-hyoïdienne et sous-hyoïdienne et particulièrement les digastriques.

314. Muscles des membres. — Plusieurs systèmes de muscles sont groupés autour des articulations du membre supérieur dont ils déterminent alternativement l'élévation et l'abaissement, la flexion et l'extension, l'adduction et l'abduction.

A la ceinture scapulaire, on trouve le trapèze, le rhomboïde

et l'angulaire qui sont élévateurs et leurs antagonistes qui sont abaisseurs : ce sont le petit pectoral, le sous clavier et le grand dentelé.

Nous devons signaler comme muscles du bras : 1° le deltoïde, le coraco-brachial et le sus-épineux qui agissent comme abducteurs ; 2° le grand dorsal, le grand pectoral qui sont adducteurs. A l'avant-bras et à la main, s'attachent un grand nombre de muscles qui sont fléchisseurs, extenseurs et rotateurs. Ceux qui font mouvoir l'avant-bras sur le bras sont le biceps et brachial antérieur et l'extension a pour agent le biceps brachial ; d'autres produisent la rotation du radius sur le cubitus de dehors en dedans (pronateurs) ou de dedans en dehors (supinateurs). Enfin aux diverses régions de la main s'adaptent des muscles extenseurs, fléchisseurs, adducteurs et abducteurs qui donnent lieu aux mouvements si variés que présente l'extrémité du membre supérieur.

Nous pouvons répéter d'une manière générale pour les abducteurs et adducteurs, extenseurs et fléchisseurs des membres inférieurs ce que nous avons dit à propos des membres supérieurs en tenant compte, toutefois, de la différence des fonctions et des conditions différentes de l'appareil osseux et surtout de ses articulations.

Les muscles qui font mouvoir la cuisse sur les bassins sont : les trois fessiers qui sont à la fois extenseurs et fléchisseurs. L'adduction est confiée aux trois adducteurs et la flexion au muscle psoas iliaque. Les muscles qui meuvent la jambe sur la cuisse sont le biceps fémoral, le demi-tendineux, le couturier et le demi-membraneux qui déterminent la flexion ; seul, le triiceps fémoral produit l'extension.

Enfin les muscles qui meuvent le pied sur la jambe sont divisés en fléchisseurs et extenseurs ; ces mêmes muscles impriment à l'articulation des deux rangées du tarse un mouvement de rotation qui répond à l'abduction et à l'adduction. Les extenseurs sont : les jumeaux, les soléaires, les péroniers latéraux, etc. Il n'y a qu'un seul fléchisseur, c'est le jambier antérieur.

SQUELETTE DES VERTÉBRÉS

315. Squelette des Poissons. — Le squelette des poissons est formé comme celui des autres vertébrés, tantôt de pièces os-

seuses dures (*Poissons osseux*), tantôt de pièces cartilagineuse (*Poissons cartilagineux*) qui, parfois, deviennent membraneuses (*Poissons membraneux*).

1° *Tête*. — Le crâne présente un grand nombre de parties qui sont les analogues de celles qui forment le crâne des Mammifères avec cette différence que les os qui composent chacune d'elles ne se soudent jamais. Comme exemple, nous citerons la région occipitale qui est composée de quatre parties distinctes : le *basilaire*, l'*occipital supérieur* et les *occipitaux latéraux*. La même remarque s'applique aux autres régions du crâne (région temporale, sphénoïdale, ethmoïdale).

La face comprend deux mâchoires : la mâchoire supérieure, le plus souvent mobile, est formée par les *os maxillaires* placés sur

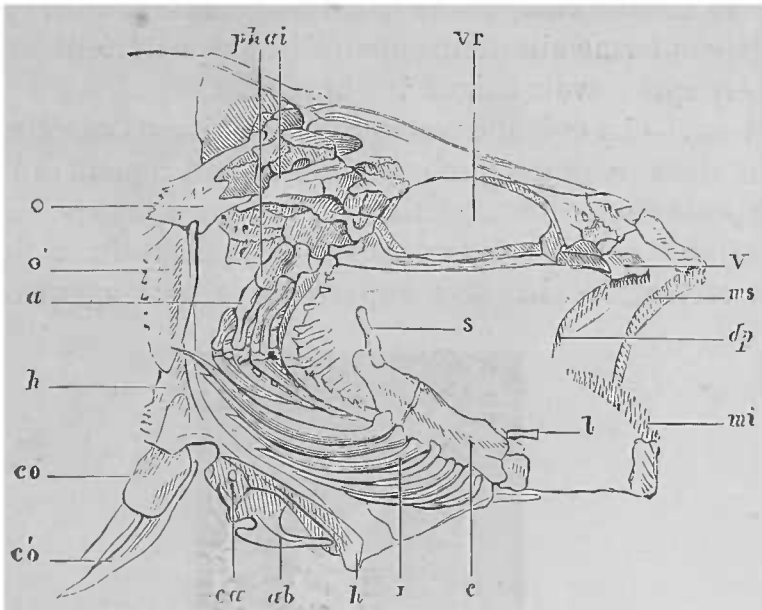


Fig. 186. — Tête de la Pêche.

V, cavité orbitaire. — v, vomer avec des dents. — ms, mâchoire supérieure. — dp, dents de l'arcade palatine. — mi, mâchoire inférieure. — c, cornes de l'os hyoïde. — r, rayons branchiostéges. — ph, pharangiens supérieurs. — a, arcs branchiaux. — oo', omoplate — co, os coracoïdien. — h, humérus. — ab, avant-bras. — ca, carpe. — de o à h, ceinture ossuse supportant la nageoire pectorale.

les côtés et séparés par deux *inter-maxillaires* réunis par la ligne médiane. La mâchoire inférieure comprend aussi plusieurs os et s'articule au crâne soit directement, soit par l'arcade *palato-temporale*. Cette arcade représente une cloison verticale composée de nombreux segments fixés de chaque côté au *vomer* d'une part et au *temporal* de l'autre.

Outre les os du crâne et de la face correspondant aux os des

mêmes régions des vertébrés supérieurs, il en est un certain nombre dont les analogies sont difficilement saisissables : ce sont ceux qui constituent la charpente osseuse de l'appareil respiratoire que l'on peut considérer comme l'analogue de l'os *hyoïde*. Cette charpente se compose d'une série de pièces situées sur la ligne médiane dont la plus antérieure s'articule de chaque côté avec une branche qui se fixe sur l'arcade palato-temporale du bord inférieur. De l'os hyoïde partent des baguettes osseuses, les *rayons branchiostéges* qui prennent leur point d'appui sur les arcs branchiaux. Ces arcs sont formés chacun par trois os distincts qui se réunissent à la base du crâne à d'autres pièces désignées sous le nom de *pharyngiens supérieurs* ; ils sont recouverts en avant par l'opercule, sorte de grand couvercle mobile composé de quatre segments (os de l'opercule) qui ouvre et ferme alternativement l'orifice postérieur par lequel l'eau sort après avoir baigné les branchies.

2° *Tronc*. — La colonne vertébrale des Poissons osseux se partage en deux régions, l'une antérieure qui répond au tronc, l'autre postérieure qui appartient à la queue ; toutes deux sont caractérisées par des différences dans la disposition des apophyses vertébrales. Les arcs supérieurs se prolongent en apo-

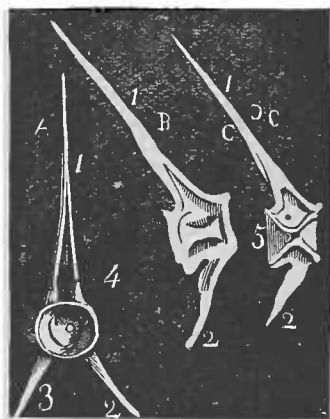


Fig. 187. — Vertèbres de poissons.

A, Vertèbre vue de face. — B, vue de profil. — C, section médiane. — 1, apophyse épineuse. — 2 et 3, apophyses transverses. — 4, trou vertébral. — 5, section du corps vertébral.

physes épineuses impaires sur toute la longueur de la colonne vertébrale, tandis que les arcs inférieurs du tronc sont remplacés par des côtes qui ne se réunissent ni entre elles ni avec le sternum. Dans la portion caudale, les arcs inférieurs sont

complets et se soudent sur la ligne médiane de manière à former un canal caudal.

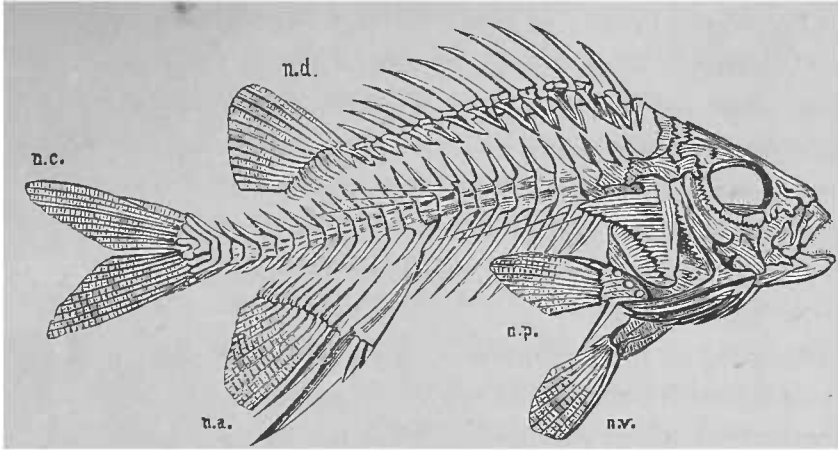


Fig. 188. — Squelette de la Perche fluviatile.

np, nageoire pectorale. — *nv*, nageoire ventrale. — *na*, nageoire anale. — *nd*, nageoire dorsale. — *nc*, nageoire caudale.

Ce sont les apophyses épineuses de l'extrémité caudale qui

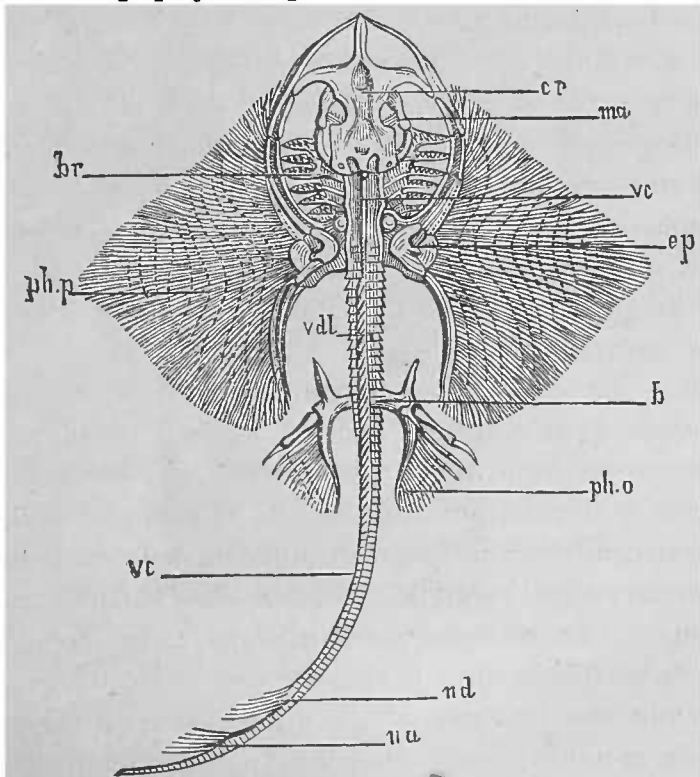


Fig. 189. — Squelette de la Raie.

cr, crâne. — *ma*, mâchoire. — *vc*, vertèbres cervicales. — *vdl*, vertèbres dorsales et lombaires. — *vc*, vertèbres caudales. — *ep*, épaule. — *ph. p*, nageoires pectorales. — *ph. o*, nageoires ventrales. — *b*, bassin. — *vc*, vertèbres caudales. — *nd*, nageoire dorsale. — *na*, nageoire anale.

constituent le squelette de la nageoire caudale et anale et quand il existe une nageoire dorsale sur le tronc, ses rayons sont articulés et supportés par des os allongés et pointus.

3° *Membres*. — Les membres sont réduits à un état rudimentaire et manquent rarement ; ce sont les *nageoires paires* : les antérieures nommées *nageoires pectorales* sont invariablement fixées au tronc par les os de l'épaule, sorte de ceinture osseuse sur laquelle s'appuie le bord postérieur de l'opercule ; ces nageoires sont formées d'un nombre variable de rayons épineux réunis par une membrane.

Les nageoires postérieures ou *ventrales* sont bien plus imparfaites. Au lieu d'occuper la région ventrale, elles sont quelquefois reportées en avant jusque sous les branchies et attachées comme les membres antérieurs aux os de l'épaule.

Dans les Poissons cartilagineux (*Cyclostomes, Squales, Raies*), le crâne dans sa forme et dans sa structure correspond au crâne cartilagineux des vertébrés supérieurs avant l'ossification du squelette. La colonne vertébrale reste à l'état cartilagineux ou de *corde dorsale* ou offre des anneaux osseux développés sur les parois de la corde ou des vertèbres plus ou moins modifiées.

Il y a toujours deux paires de nageoires latérales correspondant aux membres antérieurs et postérieurs des vertébrés élevés.

516. Squelette des Batraciens ou Amphibiens. — Ces animaux ont un squelette intérieur qui se rattache par un grand nombre de points à celui des Poissons, et s'en distingue par quelques caractères :

1° *Tête*. — Le crâne, très-complicé comme celui des Poissons, possède deux condyles occipitaux pour l'articulation avec la colonne vertébrale ; il est caractérisé chez les *Anoures* (*Grenouille*) par le développement d'un os très-singulier appelé par Cuvier *os en ceinture*. La mâchoire inférieure se continue avec le crâne par un os qui rappelle l'os carré des Reptiles.

2° *Tronc*. — La colonne vertébrale est composée d'un grand nombre de vertèbres dont la structure se rapproche aussi beaucoup de celle des Poissons et qui appartiennent presque toutes à la région caudale ; mais, chez les *Anoures*, le nombre total de ces segments ne dépasse pas onze, dont huit appartiennent à la région du tronc, un au sacrum et deux modifiés qui forment le coccyx.

3° *Membres*. — Les membres, quand ils existent, contiennent

des parties disposées de la même manière que chez les Vertébrés plus élevés.

Les *Urodèles* et les *Anoures* ont quatre doigts aux membres

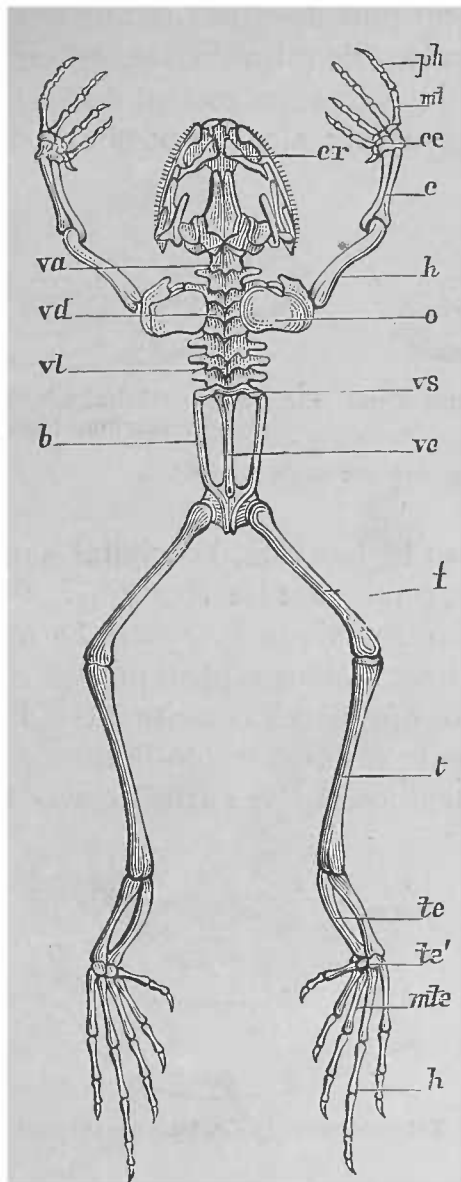


Fig. 190. — Squelette de la Grenouille.

cr, crâne. — *va*, atlas. — *vs*, sacrum. — *vcc*, coccyx. — *o*, omoplate. — *h*, humérus. — *e*, cubitus et radius soudés. — *ce*, carpe. — *mi*, métacarpe. — *ph*, phalanges. — *b*, bassin. — *f*, fémur. — *t*, tibia. — *te*, tarse. — *mte*, métatarse. — *h*, phalanges.

antérieurs et cinq aux membres postérieurs. Le radius et le cubitus de même que le péroné et le tibia sont soudés ensemble.

Chez les *Protées*, les membres antérieurs sont tridactyles, le

postérieur didactyle. Les membres antérieurs de la *Sirène* qui sont les seuls existants ont trois ou quatre doigts.

517. Squelette des Reptiles. — Par leur squelette, les Reptiles se rapprochent plus des Oiseaux que des Mammifères.

1° *Tête.* — Le crâne, de forme variée, est composé d'un nombre considérable de pièces qui restent distinctes par suite d'un arrêt de développement ; ainsi l'occipital est représenté par

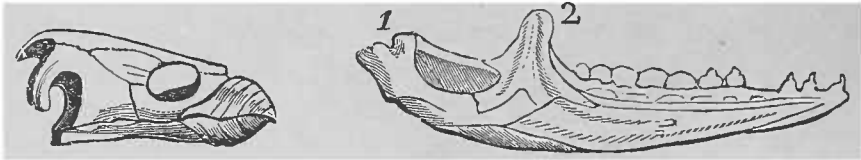


Fig. 191. — Tête osseuse d'une Tortue. Fig. 192. — Mâchoire inférieure d'un reptile saurien, l'Iguane.

1, articulation. — 2, apophyse coronoïde (fig. 192).

quatre os séparés : le basilaire, l'occipital supérieur, les deux occipitaux latéraux qui, chez les Mammifères, se soudent entre eux pour former un os unique, l'*occipital*. La même observation s'applique aux autres régions céphaliques et c'est ce qui explique la multiplicité des pièces constituantes du crâne qui sont au nombre de trente et une à trente-huit.

Chez tous les Reptiles, la tête s'articule avec la colonne verté-

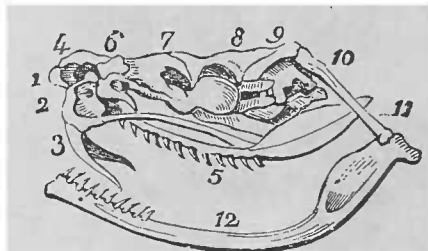


Fig. 193. — Tête osseuse du Crotale ou serpent à sonnettes.

1, os intermaxillaire. — 2, maxillaire supérieur. — 3, dents à crochets. — 4, os du nez. — 5, os palatins. — 6, 7, 8 os du crâne. — 10, os tympanique. — 11 articulation. — 12, mâchoire inférieure.

brale par un seul condyle et la mâchoire supérieure, formée de plusieurs parties qui correspondent à l'os maxillaire des Mammifères, s'unit au temporal par l'intermédiaire d'un os *carré* ; parfois même, comme les Serpents, un second os existe entre celui-ci et le crâne.

2° *Tronc.* — La colonne vertébrale est toujours ossifiée dans toute son étendue et se subdivise en régions cervicale, dorsale, lombaire, sacrée et caudale. Les vertèbres cervicales, au nombre de huit, sont mobiles chez la Tortue, et les dorsales également au nombre de huit, sont immobiles et servent à former la carapace. Chez le Crocodile, on compte ordinairement neuf vertèbres cervicales, douze dorsales et trois ou quatre lombaires. Le sacrum est toujours composé de deux vertèbres.

Dans l'ordre des Ophidiens, le nombre de pièces vertébrales est toujours considérable et, dans quelques cas, il s'élève à quatre cents (*Python*). Elles comprennent deux régions, une

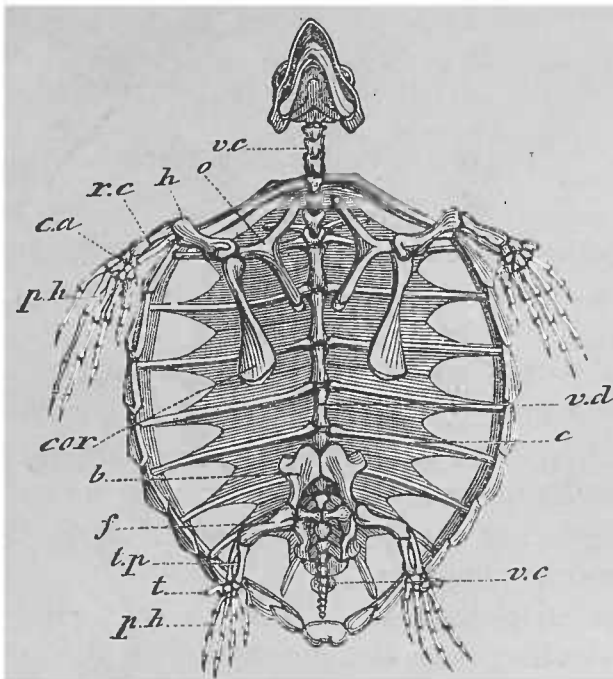


Fig. 194. — Squelette de la Tortue montrant la carapace.

vc, vertèbres cervicales. — *vd*, vertèbres dorsales. — *vc*, vertèbres caudales, — *c*, côtes. — *o*, omoplate. — *cor*, os coracoïdien. — *h*, humérus. — *rc*, radius et cubitus. — *ca*, carpe. — *ph*, métacarpe et phalanges. — *b*, bassin — *f*, fémur. — *tp*, tibia et péroné. — *t*, tarse. — *ph*, métatarse et phalanges.

précaudale et une caudale, parce qu'il n'y a ni sacrum ni distinction entre les vertèbres cervicales, dorsales et lombaires.

Un trait caractéristique des Chéloniens est le double bouclier dans lequel leur tronc est renfermé tout entier et qui résulte de la soudure d'un squelette dermique et d'un squelette osseux. Le bouclier supérieur appelé *carapace* est formé par la soudure réciproque des huit côtes dorsales et des vertèbres

correspondantes; le bouclier inférieur ou *plastron* résulte de l'union de neuf pièces, une médiane et antérieure, quatre paires latérales; en outre, un cercle de segments osseux borde la carapace et l'unit au plastron par sa partie latérale. La peau recouvre immédiatement cette boîte et fait corps avec elle.

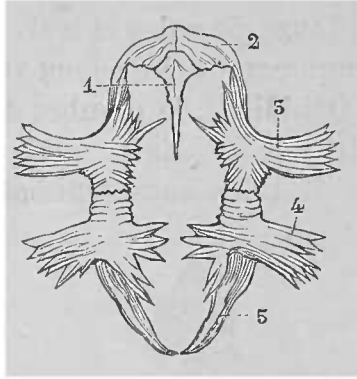


Fig. 195. — Plastron de la Tortue.

Les Crocodiles et les Lézards ont un sternum de forme rhomboïde qui reste souvent cartilagineux dans toutes ses parties.

3° *Membres*. — Les membres, au nombre de quatre, offrent des dispositions en rapport avec le mode de locomotion; leur absence complète caractérise l'ordre des Ophidiens.

La ceinture thoracique des Tortues comprend une omoplate grêle et allongée, une clavicule et un os coracoïde. Les Crocodiles manquent de clavicule.

La ceinture pelvienne est essentiellement formée par les os iliaques qui s'unissent aux deux vertèbres sacrées; elle se complète par les os ischio-pubiens. Les membres sont courts et les os qui les composent courbés en arc surtout l'humérus et le fémur.

Les extrémités antérieures se terminent par cinq doigts, et les postérieures en ont quatre (*Tortues et Crocodiles*). Les Lézards ont cinq doigts aux quatre membres. Les Serpents ne possèdent aucune trace des membres antérieurs et, par suite, n'ont ni sternum, ni épaule. Quelques Ophidiens, comme le Python et le Boa, ont des rudiments de bassin.

518. Squelette des Oiseaux. — Le squelette des Oiseaux présente des dispositions organiques qui sont en rapport avec la locomotion aérienne; aussi c'est sur les membres que portent

les principales modifications. Les os s'ossifient de bonne heure et la plupart d'entre eux sont fistuleux et remplis d'air.

1° *Tête*. — La tête est petite, en général; le crâne offre de

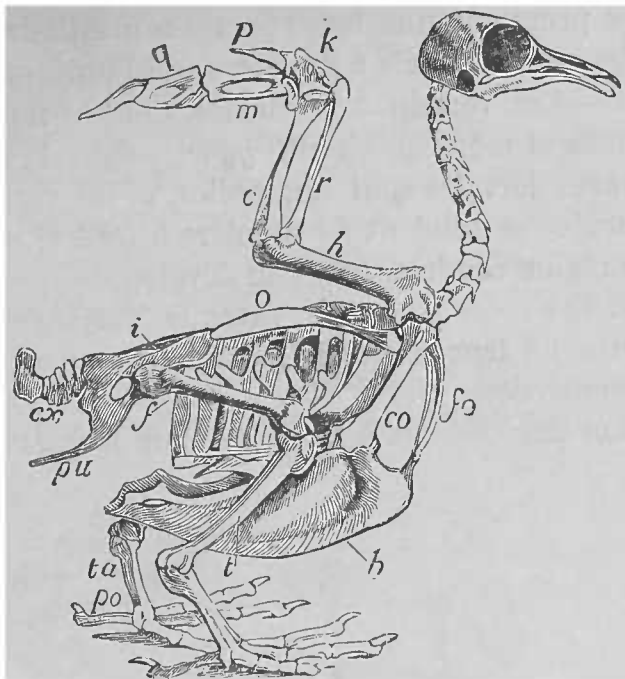


Fig. 196. — Squelette d'un oiseau (le Pigeon).

o, omoplate. — *fo*, fourchette ou clavicule. — *co*, os coracoïdien. — *h*, humerus. — *r*, radius. — *c*, cubitus. — *k*, carpe. — *m*, métacarpe. — *p*, le pouce, — *q*, le rudiment qui représente la main. — *i*, l'os iliaque. — *pu*, le pubis. — *cx*, le coccyx. — *f*, fémur. — *t*, tibia. — *ta*, tarse, vulgairement nommé *jambe*. — *po*, le pouce. — *b*, la crête du sternum ou *bréchet*.

grandes ressemblances avec celui des Reptiles et se distingue avant tout de celui des Mammifères par le mode de suspension

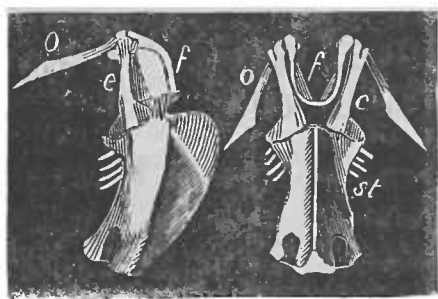


Fig. 197. — Sternum et épaule de la Buse commune.

o, omoplate — *f*, fourchette ou clavicule unie à l'os coracoïdien par une membrane fibreuse. — *c*, os coracoïdien. — *st*, sternum.

de la mâchoire; il s'articule avec la colonne vertébrale par un seul condyle. La face est presque réduite aux mandibules du

bec. Le maxillaire supérieur est remarquable par ses longues apophyses frontales qui se soudent de bonne heure et dont les dimensions dépendent de la longueur du bec, à la formation duquel elles prennent une large part. Le maxillaire inférieur, dans tous les cas, s'articule à l'os *carré* qui l'unit au crâne.

2° *Tronc.* — Les vertèbres cervicales, dont le nombre est de douze à quinze et même de vingt (*Cygne*), sont très mobiles.

Les vertèbres dorsales sont immobiles, et les vertèbres lombaires et sacrées se soudent de manière à former un os solide et large ; la région caudale, très-peu développée, porte de grandes plumes. Les côtes se soudent avec les vertèbres et le sternum, et portent à leur extrémité postérieure un arc osseux dit apophyse récurrente.

Le sternum des Oiseaux a la forme d'un large bouclier que

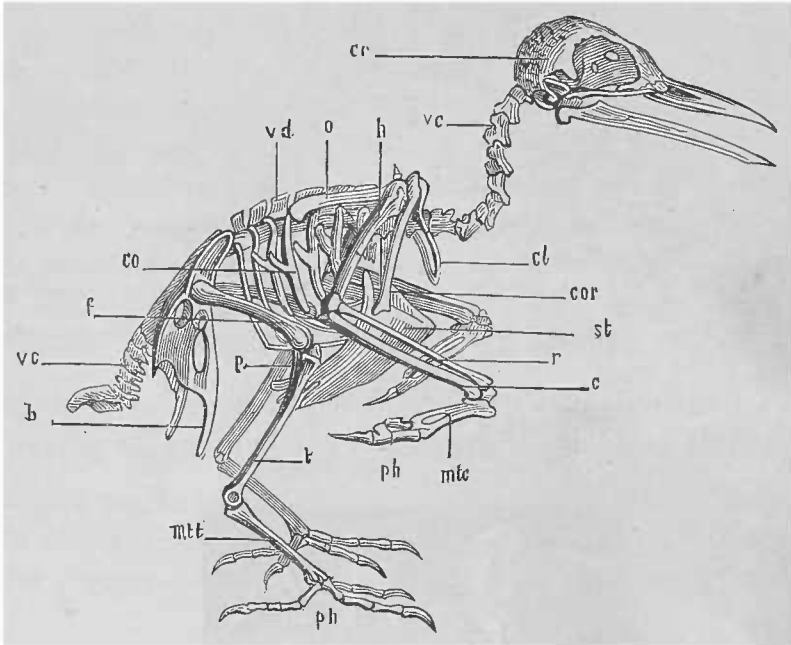


Fig. 198. — Squelette du Pic.

cr, crâne. — vc, vertèbres cervicales. — vd, vertèbres dorsales. — vc, vertèbres caudales. — o, omoplate. — cl, clavicule. — cor, os coracoïdien. — h, humérus. — r, radius et cubitus. — c, carpe. — mtc, métacarpe. — ph, phalanges. — b, bassin. — f, fémur. — t, tibia. — p, péroné. — mtt, tarse. — ph, phalanges.

surmonte une crête médiane, le *bréchet*, disposition qui sert à augmenter la surface d'insertion des muscles de l'aile ; cette forme correspond ainsi aux masses musculaires nécessaires au mouvement des ailes, et est en rapport avec l'énergie du vol. L'immobilité du sternum est assurée par la forme de la cein-

ture scapulaire. L'omoplate s'appuie sur le sternum, non-seulement par l'intermédiaire de la clavicule qui se soude à celle de l'autre côte pour former la *fourchette*, mais encore par une colonne plus solide, l'*os coracoïdien*. Ces dispositions, en donnant aux muscles leur point d'appui, laissent à l'Oiseau la liberté des mouvements respiratoires.

3° Membres. — Dans les Oiseaux ordinaires, le membre antérieur transformé en aile comprend un humérus, un radius et un cubitus qui portent des plumes et une extrémité ou main ; celle-ci a trois doigts : le premier et le troisième n'ont ordinairement qu'une phalange et le second n'en a que deux au plus.

Le bassin des Oiseaux est remarquable par le long prolongement antérieur et postérieur des os iliaques qui s'unissent dans toute la longueur des bords du sacrum et même s'étendent en avant sur les côtes postérieures. Le membre postérieur conformé pour la station et la locomotion terrestre est formé par un fémur court dont la tête articulaire est presque à angle droit avec le corps de l'os, un tibia droit et long et un péroné imparfait. Le tarse et le métatarse sont représentés par un seul os nommé *tarse*. Le nombre des doigts est ordinairement de quatre, dont trois en avant et un en arrière. Chez les *Grimpeurs*, il y a deux doigts en avant et deux en arrière ; chez les *Nageurs* ces doigts sont réunis par une palmure ; dans quelques cas, il y a une réduction du nombre de doigts qui peut être de trois et même de deux comme chez l'Autruche. Les phalanges offrent un accroissement régulier depuis le doigt interne qui en comprend deux jusqu'au quatrième qui en renferme cinq.

319. Squelette des Mammifères. — La conformation du squelette des Mammifères présente avec celui de l'homme des différences qui lui appartiennent en propre. Le nombre d'os qui le composent n'est pas toujours le même, et ceux-ci n'offrent jamais ces cellules aériennes que l'on trouve dans le tissu osseux des Oiseaux.

1° Tête. — Le crâne présente un grand développement et se compose de segments distincts correspondant aux diverses régions du crâne de l'homme ; il s'articule avec la colonne vertébrale par un double condyle de l'occipital. La face est la partie qui offre les traits les plus caractéristiques, soit dans la composition et le mode d'implantation des dents qui sont les

mêmes que celles de l'Homme, soit dans le mode d'articulation de la mâchoire inférieure. Les *maxillaires* en forment toujours la partie la plus importante ; ils ont une étendue proportionnée à la longueur de la face. Chez un grand nombre de Mammifères, les deux moitiés des maxillaires inférieurs demeurent distinctes ; chez d'autres elles ne tardent pas à se souder comme chez les Carnassiers, les Chéiroptères, les Singes et

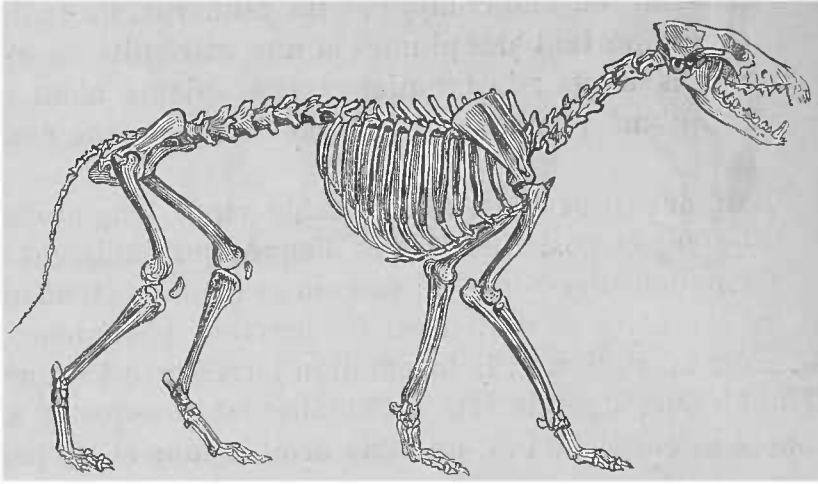


Fig. 199. — Squelette du Chien.

l'Homme, mais toujours la mâchoire inférieure s'articule directement avec le temporal par un condyle à surface convexe.

2° *Tronc.* — Les cinq régions qui forment la colonne vertébrale de l'homme se trouvent aussi chez les Mammifères. La région cervicale est caractérisée par la présence presque constante de sept vertèbres ; cependant, il y en a huit ou neuf chez quelques Cétacés et six seulement chez le Lamantin. Les vertèbres lombaires se distinguent des vertèbres dorsales par l'absence de côtes mobiles. Les vertèbres de la région sacrée sont soudées ensemble pour constituer un os unique, le *sacrum*. Chez presque tous ceux qui ont des membres postérieurs, c'est la partie caudale qui est de beaucoup la plus variable ; elle est tantôt très-développée, tantôt considérablement réduite : c'est ainsi que chez le Singe elle peut s'élever à trente et descendre chez d'autres au-dessous du nombre de celles de l'Homme.

Les côtes sont le plus souvent au nombre de douze ou de quatorze ; l'Eléphant en a vingt ; les antérieures se rattachent à un sternum par des arceaux cartilagineux chez la presque totalité, mais osseux chez les Fourmiliers et les Monotrèmes.

3° Membres. — Ils sont au nombre de deux chez les Cétacés

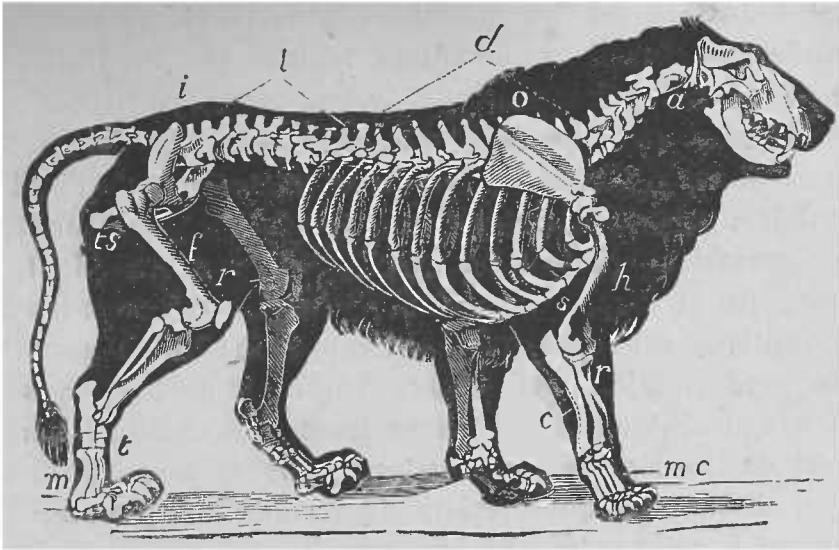


Fig 200. — Squelette du Lion.

a, vertèbres cervicales. — *d*, vertèbres dorsales. — *l*, vertèbres lombaires. — *o*, omoplate. — *h*, humérus. — *c*, cubitus. — *r*, radius. — *mc*, métacarpe et phalanges. — *c*, os iliaque. — *f*, fémur. — *r*, rotule, tibia et péroné. — *t*, tarse. — *m*, métatarse et phalanges.

et de quatre chez les autres Mammifères, mais considérablement modifiés suivant le mode de locomotion. L'épaule est

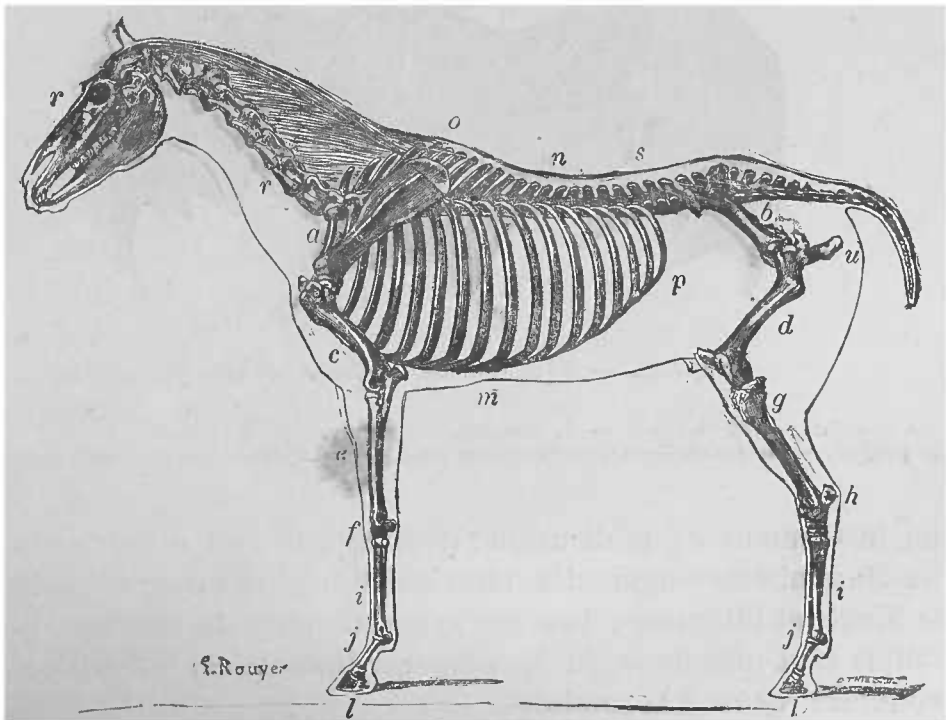


Fig. 201. — Squelette du Cheval.

essentiellement formée par l'omoplate qui est la partie articu-

laire. La clavicule n'existe que chez une partie des Mammifères, c'est-à-dire là où les membres antérieurs jouissent d'une grande mobilité de mouvement : aussi les Mammifères qui volent ont une grande clavicule (*Chauve-souris*) ; il en est de même des Édentés, de beaucoup d'Insectivores ; elle disparaît sans laisser de traces chez les Ongulés et n'existe qu'à l'état rudimentaire, par fois même à l'état de ligament seulement, chez les Carnassiers. Enfin, seuls les Monotrèmes possèdent, entre l'omoplate et le sternum, un *os coracoïdien* qui, chez les autres Mammifères, est représenté par l'apophyse coracoïde.

La conformation du membre antérieur présente des différences qui sont en rapport avec les usages multiples auxquels il est destiné ; mais c'est surtout dans sa portion terminale qu'on observe quelques leviers de formes caractéristiques qui donnent à cette extrémité une grande mobilité et ces mouvements de pronation et de supination qui font de cet organe

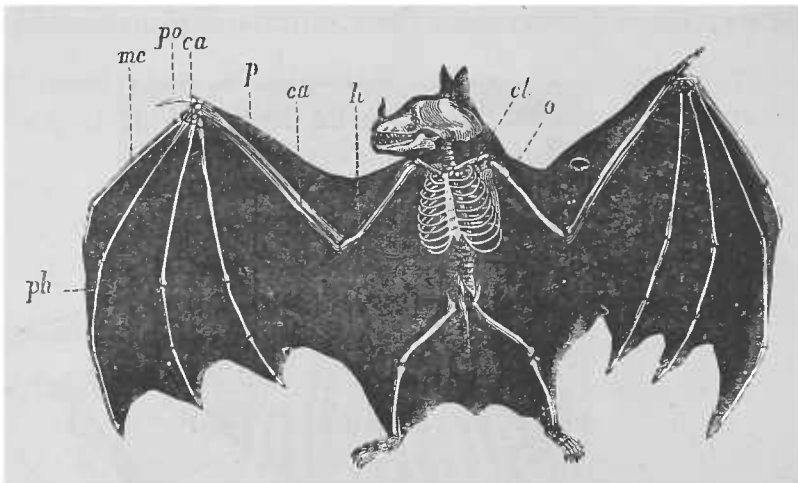


Fig. 202. — Squelette de la Chauve-souris.

o, omoplate. — *cl*, clavicule. — *h*, humérus. — *cu* et *r*, cubitus et radius. — *ca*, carpe ou poignet. — *po*, pouce. — *mc*, métacarpe ou paume de la main. — *ph*, phalange.

un instrument de préhension : c'est ce que l'on observe chez les Mammifères onguiculés, chez les Didelphes et surtout chez le Singe et l'Homme ; dans un grand nombre, le cubitus et le radius sont unis de façon à demeurer immobiles, fait qui peut conduire même à la soudure.

Le carpe est formé des mêmes pièces que celui de l'Homme avec des modifications qui sont en rapport avec la fonction :

c'est ainsi que certaines parties s'allongent pour l'adaptation du bras au vol (*Chauve-souris*), d'autres se raccourcissent de ma-

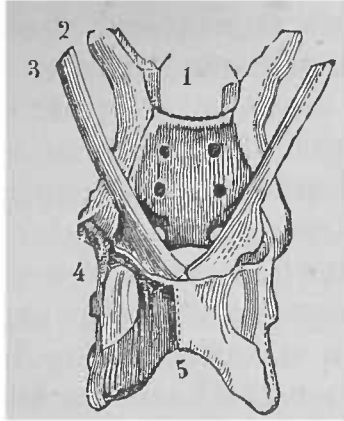


Fig. 203. — Bassin de l'Echidné.

1, sacrum. — 2, ilium. — 3, os marsupiaux. — 4, cavité cotyloïde. — 5, symphyse du pubis.

nière à former des organes massifs comme dans le fouissement (*Taupe*). Chez les Cétacés, l'extrémité antérieure se transforme

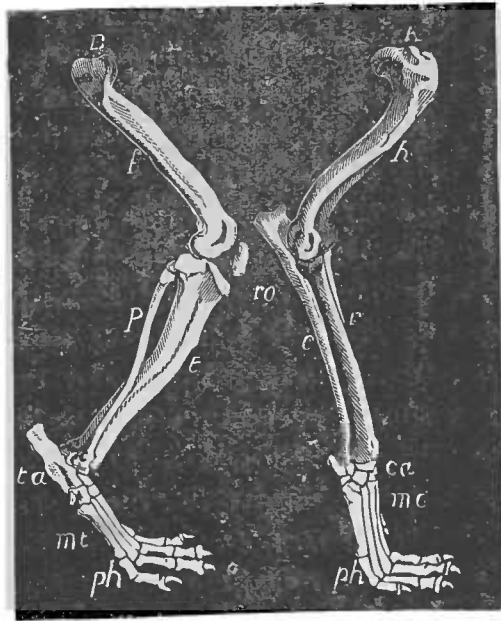


Fig. 204. — Membres des Mammifères onguiculés.

A, membre antérieur. — h, humérus. — c, cubitus. — r, radius. — ca, carpe. — mc, métacarpe. — ph, phalanges. — B, membre postérieur. — f, fémur. — ro, rotale. — p, péroné. — t, tibia. — ta, tarse. — mt, métatarse. — ph, phalanges.

en appareil rameur. Le nombre des doigts ne dépasse jamais cinq, mais il peut se réduire à quatre, trois, deux et un. Lors-

que le premier doigt (pouce) manque, le troisième et le quatrième peuvent se développer d'une manière prépondérante, de sorte que les deux autres (deuxième et cinquième) ne touchent pas le sol (Porc, Sanglier, etc.); il peut arriver même que cette prédominance des troisième et quatrième doigts, soit plus apparente par la fusion des deux métacarpiens, les second et cinquième doigts deviennent rudimentaires (Bœuf, Mouton); enfin la fusion peut être plus complète et les doigts se réduire à un seul comme chez le Cheval.

Le bassin des Mammifères est formé par les deux os iliaques qui se réunissent en avant de manière à former une ceinture complète. Ce n'est que chez ceux qui manquent d'extrémités postérieures que la ceinture pelvienne est formée par deux os

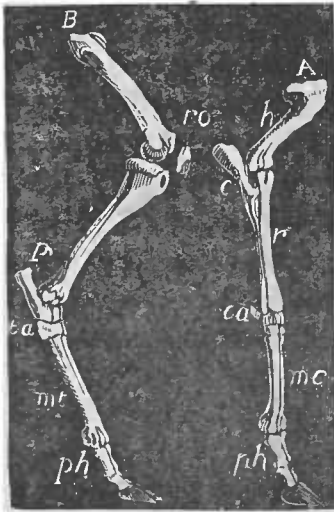


Fig. 205. — Membres des Mammifères ongulés.



Fig. 206. — Membre antérieur d'un Dauphin.

A, membre antérieur. — *h*, humérus. — *c*, cubitus. — *r*, radius, — *ca*, carpe. — *mc*, métacarpe. — *ph*, phalanges. — B, membre postérieur. — *ro*, fémur et rotule. — *p*, péroné. — *ta*, tarse. — *mt*, métatarse. — *ph*, phalanges (fig. 205).

h, humérus. — *c*, *r*, cubitus et radius. — *ca*, carpe. — *mc*, métacarpe. — *ph*, phalanges (fig. 206).

séparés qui sont des pubis rudimentaires ; devant ces os, se trouvent encore chez les Monotrèmes et les Marsupiaux, deux pièces osseuses obliquement dirigées en avant qui servent à soutenir la poche de ces animaux ; on les a désignés sous le nom d'*os marsupiaux* (fig. 203).

Les dispositions que nous avons indiquées dans les membres antérieurs se présentent également dans les postérieurs.

Le fémur est généralement court et c'est le tibia qui joue le rôle principal dans la formation de la jambe, le péroné étant presque toujours rudimentaire.

Le tarse est articulé avec la jambe par l'*astragale* et le *calcaneum*; quant au métatarse et aux doigts, on rencontre des modifications tout à fait semblables à celles que nous avons analysées à propos de l'extrémité antérieure : ainsi, tandis que nous observons chez certains Mammifères une série de cinq doigts dont l'interne est rudimentaire, on remarque chez d'autres des réductions importantes par suite de la fusion des métatarsiens du troisième et du quatrième doigt et par le développement du doigt médian, comme dans les espèces du genre Cheval.

Il suit donc de tout ce que nous venons de dire que cette réduction des doigts de cinq à un a lieu de la manière suivante :

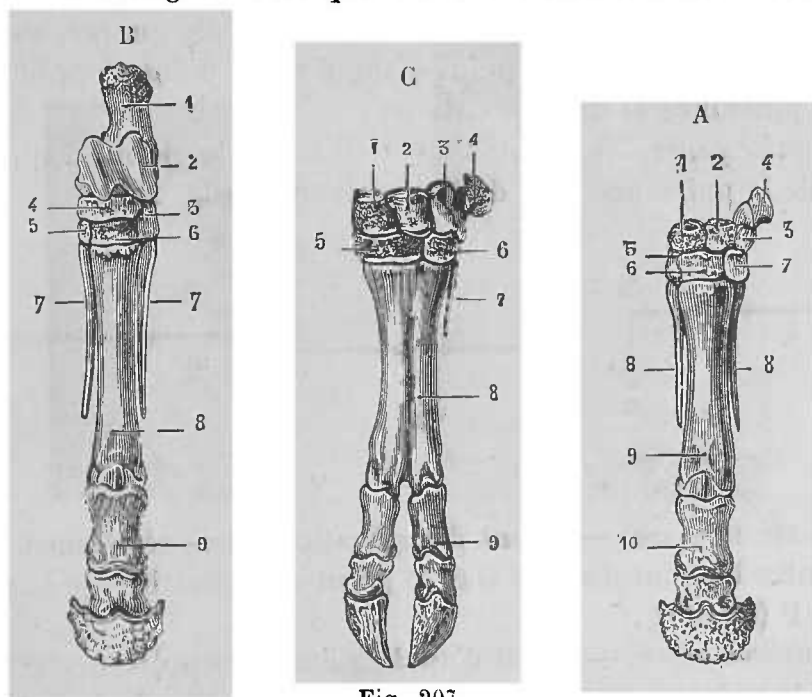


Fig. 207.

A, pied antérieur du cheval. — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, os du carpe. — 8, 9, métacarpe. — 10, phalanges. — B, pied postérieur du cheval. — 1, 2, 3, 4, 5, 6, os du tarse. — 7, 8, métatarse; 9, phalanges. — C, pied d'un ruminant. — 1, 2, 3, 4, 5, 6, os du carpe. — 7, 8, métacarpe. — 9, phalanges.

d'abord, c'est le premier doigt qui disparaît, celui qui correspond au pouce de la main de l'homme, puis le cinquième qui fait défaut ou petit doigt, puis le second ou index, puis enfin le quatrième ou annulaire.

Quant au nombre de phalanges, il est ordinairement de trois,

à l'exception du pouce qui en a deux. La dernière phalange se termine tantôt par un ongle ou une griffe ; ce sont les Mammifères *onguiculés* ; tantôt par un sabot qui entoure la phalange : ce sont les Mammifères *ongulés*.

MÉCANIQUE ANIMALE.

320. Les mouvements des diverses pièces du squelette obéissent, en général, aux lois des leviers. Un levier est une tige rigide pouvant tourner librement autour d'un point fixe. Bien que les os ne soient ni rigides ni inflexibles, dans toute l'acception du mot, on peut néanmoins les considérer comme remplissant les conditions du levier, tel qu'on le définit en mécanique.

On classe ordinairement les leviers en trois genres, suivant les positions relatives du point d'appui et du point d'application de la puissance et de la résistance.

Premier genre. — Point d'appui C entre le point d'application de la puissance P et de la résistance R (fig. 208).

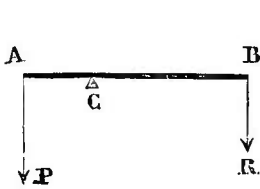


Fig. 208.

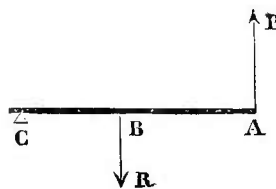


Fig. 209.

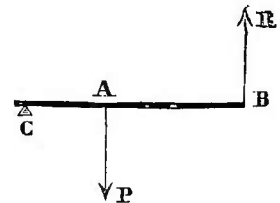


Fig. 210.

Deuxième genre. — Point d'application de la résistance R situé entre le point d'appui C et le point d'application de la puissance P (fig. 209).

Troisième genre. — Point d'application de la puissance P situé entre le point d'appui C et le point d'application B de la résistance R (fig. 210).

Dans cette machine simple, la puissance et la résistance se font équilibre quand elles sont en rapport inverse avec leurs distances au point d'appui, distances qu'on nomme *bras de levier*. En d'autres termes, les chemins parcourus par la puissance et la résistance sont entre eux comme leurs distances au point fixe, en sorte que *ce que l'on gagne en force on le perd en vitesse ou en chemin parcouru*.

L'action exercée par un muscle ou un groupe de muscles sur une articulation dépend non-seulement de la quantité de force musculaire employée, mais encore de la direction de la puissance par rapport au levier. Si le muscle fait avec le levier osseux un angle aigu, il n'y a qu'une petite partie de la force qui peut agir d'une manière efficace; le reste est perdu pour le mouvement et plus l'angle est aigu, plus la perte est considérable. Ce n'est que dans le cas où le muscle agit normalement que la puissance atteint son maximum d'intensité : en effet, soit MM' la direction d'un muscle faisant avec le levier OX un angle aigu $MM'O$; M le point fixe, M' le point d'insertion mobile, O le point d'appui (fig. 211). Décomposons la force MM' en deux autres, l'une $M'P$, perpendiculaire à OM , l'autre $M'Q$ suivant le prolongement de $M'O$. La force Q est nulle quant au mouvement et n'a d'autre effet que de presser OX , contre OY dans l'articulation O ; reste dans la force $M'P$ la seule efficace qui produit le mouvement. On voit donc que cette force est d'autant plus petite que l'angle est plus aigu. Au contraire, lorsque le muscle fait avec le levier osseux mobile un angle

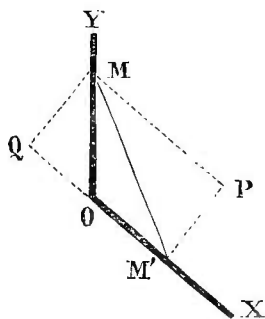


Fig. 211.

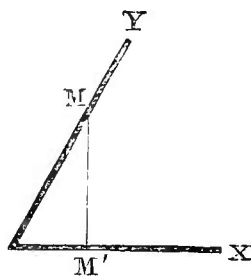


Fig. 212.

droit, la composante Q devient nulle; le point M' est tiré dans la direction du muscle et toute la force est utilisée (fig. 212)

Ces considérations nous montrent l'utilité des saillies articulaires sur lesquelles les tendons se réfléchissent, dont le but est d'augmenter l'angle d'inclinaison du muscle sur l'os mobile et de favoriser l'action de la force motrice. Il est à remarquer aussi qu'à mesure que le mouvement s'exécute, la quantité de force efficace augmente et le mouvement s'accroît aussi.

1° *Application du levier du troisième genre.* — Dans les mouvements du squelette de l'Homme, le levier du troisième genre est

celui qui est le plus employé. Dans ce cas, le bras de levier de la résistance est toujours plus considérable que celui de la puissance, de sorte qu'il est le plus défavorable au point de vue de la force, mais aussi le plus avantageux au point de vue de la vitesse; aussi l'appelle-t-on le *levier de la vitesse*. On le trouve dans la plupart des mouvements partiels ou d'ensemble et en particulier dans les mouvements de flexion et d'extension: ainsi dans la flexion de l'avant-bras sur le bras (fig. 213), le point d'ap-

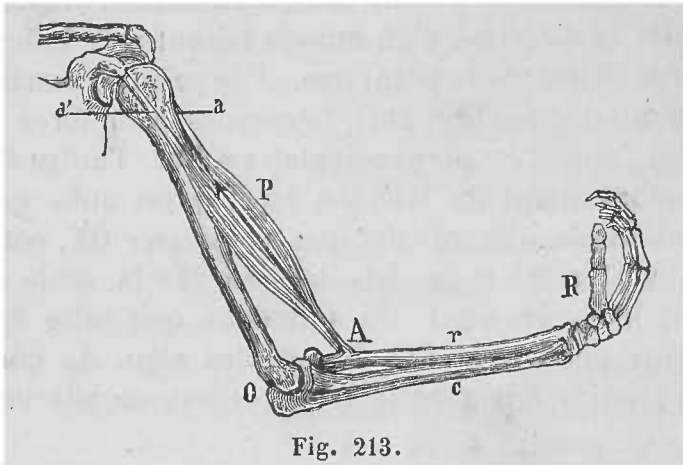


Fig. 213.

p, muscle biceps. — *a* et *a'*, tendons. — *r*, radius. — *c*, cubitus. — *o*, articulation de l'avant-bras.

pui est dans l'articulation du coude en O; la puissance s'applique en A au point d'insertion du tendon du muscle biceps (muscle fléchisseur) près du coude, et la résistance qui est représentée par le poids de l'avant-bras se trouve à sa partie moyenne en R. On voit donc que le bras de la puissance mesuré par la distance qui sépare le point A du point O est plus court que celui de la résistance, distance qui sépare O de R; il suit de là que l'énergie déployée par le muscle biceps doit être toujours supérieure au poids de l'avant-bras; mais, en compensation, le chemin parcouru par l'extrémité résistante c'est-à-dire par la main, est bien supérieur au chemin parcouru par le point d'application de la force, de sorte que ce que l'on perd en force on le gagne en étendue de mouvement.

Ce que nous venons de démontrer pour la flexion de l'avant-bras sur le bras s'applique à la flexion de la jambe sur la cuisse: dans ce mouvement, le point d'appui est dans l'articulation du genou, la puissance est donnée par les muscles fléchisseurs.

qui s'insèrent près du genou et la résistance est le poids de la jambe soulevée.

Dans la plupart des mouvements d'extension, les membres de l'Homme se comportent aussi comme des leviers du troi-

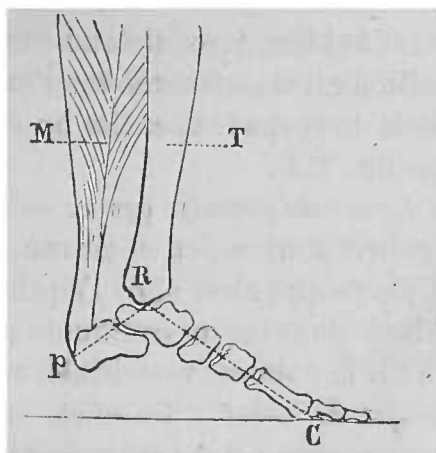


Fig. 214.

sième genre. Ainsi dans l'extension de la jambe sur la cuisse au genou, le point d'appui est dans cette articulation ; le poids est au centre de gravité de la jambe et du pied ; la puissance s'applique au tibia par l'intermédiaire de la rotule dans le voisinage du genou.

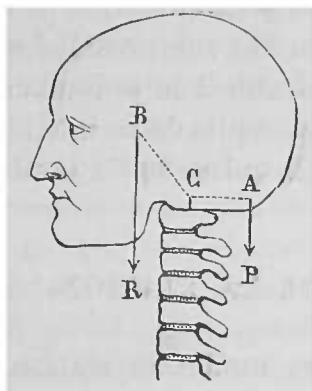


Fig. 215.

2° *Application du levier du second genre.* — Un certain nombre de muscles ont avec les os des connexions plus favorables à leur puissance et nous offrent des exemples de leviers du deuxième et même du premier genre.

Un exemple de levier du deuxième genre nous est donné lorsqu'on soulève le poids total du corps en s'élevant sur la pointe

du pied, comme cela a lieu dans la marche au moment où la jambe quitte le sol pour osciller et se porter au-devant de l'autre ; le point d'appui C se trouve à l'extrémité antérieure des métatarsiens ; les puissances actives sont les muscles jumeaux et le soléaire MP qui s'insèrent à angle droit au calcanéum par l'intermédiaire du tendon d'Achille. La résistance est en R (poids du corps). Cette disposition est très-favorable à l'exercice de la force pour soulever le poids du corps tout entier appliqué à l'articulation tibio-tarsienne (fig. 214).

3° *Application du levier du premier genre.* — Les exemples de levier de premier genre sont assez communs ; on l'appelle le levier de la *station* parce que c'est dans l'équilibre de la station qu'il se présente. Ainsi, dans les mouvements peu étendus mais très-variés de la tête sur la colonne vertébrale, nous trouvons une application de ce genre de levier : En effet, la résistance R est le poids de la tête appliquée à son centre de gravité B lequel est situé en avant et les puissances motrices sont les muscles P de la nuque ; le point d'appui est en C dans l'articulation occipito-atloïdienne (fig. 215).

L'équilibre du tronc, sous l'action des muscles spinaux qui s'insèrent aux apophyses transverses et épineuses des vertèbres nous montre que chaque vertèbre joue le rôle d'un levier du premier genre à mouvements très-peu étendus. Ajoutons que le mode d'insertion de ces muscles qui a lieu presque à angle droit est très-favorable à la puissance. Nous citerons encore comme muscles agissants de la même manière, ceux qui amènent l'extension de la cuisse sur la jambe et de la jambe sur la cuisse.

DE LA STATION.

321. Parmi les divers modes de station que l'homme peut prendre, le plus important est la station verticale qui est caractéristique de l'espèce humaine.

La station debout devient possible dès que la verticale du centre de gravité tombe dans la base de sustentation (espace compris entre les deux pieds) et dès que les articulations qui supportent le poids du corps (articulations de la tête, de la hanche, du genou et des pieds) sont dans un état de tension telle que les os qui les constituent demeurent immobiles.

522. Centre de gravité du corps. — C'est à Borelli que l'on doit les premières recherches sur le centre de gravité du corps de l'Homme; sa détermination expérimentale s'effectue comme s'il s'agissait d'un corps inerte. Si l'on fait coucher un homme sur un plan mobile autour d'un couteau horizontal, on constate que le corps se maintient en équilibre lorsque le plan vertical qui passe par l'arête du couteau partage le corps de la dernière vertèbre lombaire en deux moitiés à peu près égales. D'autre part, le plan médian antéro-postérieur divisant le corps en deux parties que l'on considère comme égales, on peut admettre que le centre de gravité se trouve aussi dans ce plan; de plus, comme le tronc est en équilibre sur les deux têtes du fémur, le centre de gravité est encore dans le plan transverse qui passe par l'axe de rotation du bassin sur les têtes fémorales; le centre de gravité est donc à l'intersection de ces trois plans. C'est ainsi que Weber a trouvé que ce point se trouve à une hauteur de un centimètre au-dessus du promontoire, c'est-à-dire de l'angle formé par la dernière vertèbre lombaire et le sacrum.

On peut déterminer de la même façon le centre de gravité des autres parties du corps : ainsi le centre de gravité du tronc est situé sur la ligne qui va de l'appendice xiphoïde à la huitième vertèbre dorsale et sur un plan transverse qui passe un peu en arrière de l'axe de rotation du bassin.

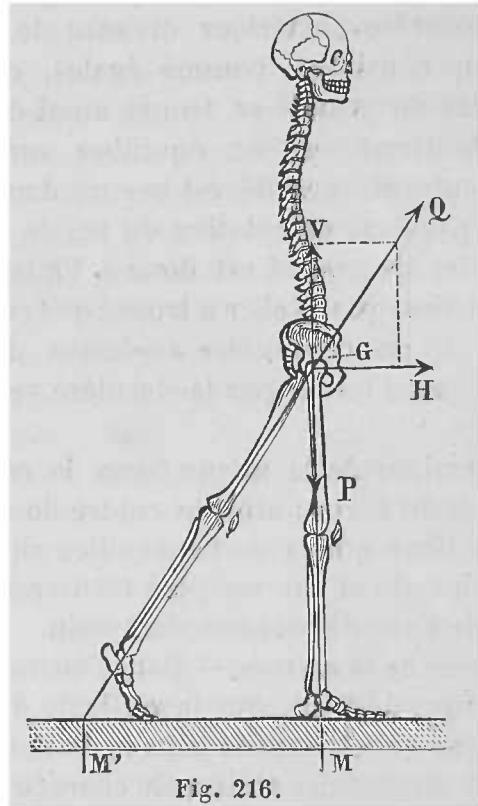
523. Mécanisme de la station. — Dans l'attitude droite il faut, comme nous l'avons déjà dit, que la verticale du centre de gravité se maintienne constamment dans la base de sustentation. Si la contraction musculaire était seule chargée de remplir cette condition, la fatigue interviendrait bientôt et la station ne pourrait plus être soutenue. C'est pourquoi, à l'action musculaire s'ajoutent, pour maintenir la tension des articulaires, l'action de la pesanteur et surtout l'action des ligaments.

Cette rigidité du corps, dans la station debout, se produit de la manière suivante.

1° La tête repose sur l'atlas et reste en équilibre dans l'articulation par l'action des muscles postérieurs du cou, mais l'effort que ces muscles ont à faire est très-faible à cause de la petite longueur du bras de levier de la résistance, bras de levier qui est représenté par la ligne qui joint le centre de gravité de la tête et l'articulation.

2° La colonne vertébrale conserve sa fixité, grâce à la contraction des muscles des gouttières vertébrales, mais surtout des ligaments jaunes.

3° L'équilibre du tronc sur les articulations coxo-fémorales est assuré, indépendamment de toute contraction musculaire, par la tension des nombreux ligaments qui s'opposent à sa chute (le tenseur du *fascia lata*, la bandelette aponévrotique du triceps



fémoral, ligament rond, etc); cet appareil ligamenteux maintient l'équilibre du tronc sur les cuisses et des cuisses sur les jambes.

Ainsi donc, tout le corps jusqu'à l'articulation de la jambe avec le pied forme une tige rigide dont la solidité est due en grande partie à l'action des ligaments et, pour une faible part, à l'activité musculaire.

Le seul axe de rotation autour duquel la chute du corps soit possible est celui de l'articulation tibio-tarsienne. Là, en effet, ni les surfaces articulaires ni les ligaments ne sont disposés pour s'opposer à des déplacements du tronc en avant et en arrière.

La portion très-élevée du centre de gravité au-dessus de ces articulations donne lieu à un équilibre instable du corps sur les pieds. La contraction musculaire peut seule l'assurer, et c'est dans ce but que la jambe se trouve pourvue de muscles nombreux et puissants.

On distingue en général deux modes de station droite : la station *symétrique* et la station *asymétrique*. Dans la station symétrique, le poids du corps repose sur les deux jambes et l'équilibre se maintient par la contraction des muscles et particulièrement des muscles des extrémités inférieures ; c'est pour cette raison qu'elle finit par amener la fatigue.

Dans la station asymétrique ou *hanchée*, le poids du corps repose sur un seul membre tandis que l'autre est légèrement fléchi ; elle exige moins d'action musculaire, et c'est aussi celle que nous prenons naturellement, quand la station debout se prolonge au delà de certaines limites.

MARCHE.

324. La marche consiste dans la progression horizontale du corps sans que celui-ci cesse jamais de quitter le sol. Ce mouvement est déterminé par le jeu alternatif des jambes dont l'une supporte le poids du corps tandis que l'autre le pousse en avant.

Les forces qui entrent en jeu sont, d'une part, le poids du corps appliqué à son centre de gravité G qui est équilibré par la jambe en repos, de l'autre, la force Q due à l'extension de la jambe, laquelle peut se décomposer en deux autres, l'une V verticale qui tend à soulever le corps et qui n'a pas d'effet, l'autre H horizontale qui porte le centre de gravité en avant ; cette action persiste pendant toute la durée de l'extension. Dans le même temps, l'autre jambe oscille en avant jusqu'au moment où, rencontrant le sol, elle peut servir d'appui au centre de gravité ; la deuxième jambe commence alors son mouvement d'extension comme la première l'avait fait et porte le corps en avant et ainsi de suite (fig. 216).

Un examen attentif de ce qui se passe pendant la marche permet de diviser ce mouvement en deux périodes : dans la première, le corps repose sur les deux jambes, le pied gauche en avant, par exemple, le pied droit en arrière, c'est ce que l'on appelle le *temps du double appui* ; dans la seconde, le corps n'ap-

puie plus que sur la jambe gauche, tandis que l'autre se soulève et oscille comme un pendule en se portant en avant, c'est le temps de l'*appui unilatéral* : alors le membre droit touche le sol et le corps repose de nouveau sur les deux jambes, mais cette fois le pied gauche est en avant et le pied droit en arrière. Examinons ce qui arrive pendant ces deux mouvements.

Premier temps. — Le corps s'appuie sur les deux membres inférieurs. — Au début d'un pas, la jambe droite placée en avant touche le sol par la plante du pied, le genou est légèrement fléchi, le tronc un peu incliné en avant; la jambe gauche placée en arrière et inclinée à l'horizon s'appuie sur les extrémités des métatarsiens et des phalanges. A ce moment, le pied gauche se relève sur les extrémités des phalanges jusqu'à l'extension complète et ce mouvement soulève le bassin et porte ainsi le centre de gravité en avant et en haut. C'est alors que le poids du corps repose sur le membre droit qui prend la position verticale; à ce moment le membre gauche va se détacher du sol.

Deuxième temps. — Le corps ne repose plus que sur l'un des membres. — Au moment où la jambe droite supporte la charge du corps, elle s'allonge un peu par le jeu de ses muscles propres et se met dans l'extension; c'est alors que la gauche quitte le sol. Sous l'influence de la pesanteur, elle oscille dans son articulation comme un pendule et est ramené en avant sans effort musculaire bien caractérisé.

La longueur du *pas* est mesurée par le chemin parcouru dans un pas par le centre de gravité. Ce déplacement sera donc plus grand si la jambe qui sert de point d'appui se fléchit pour abaisser le centre de gravité et si la jambe étendue est plus longue; aussi le tronc est d'autant plus incliné qu'on marche plus vite. Quant à la durée des pas, elle dépend de la durée des oscillations de la jambe et du temps pendant lequel les deux pieds touchent simultanément le sol. La marche est donc plus rapide avec des jambes courtes, mais les pas ont plus de longueur avec des jambes longues.

La *course* se distingue de la marche en ce qu'il y a un temps pendant lequel les deux jambes quittent le sol et le tronc est suspendu dans l'air. La vitesse de la course est de 4 mètres et demi par seconde; les coureurs peuvent parcourir 9 mètres, mais ils ne peuvent soutenir cette vitesse.

NATATION.

525. La natation est un mouvement analogue à celui du saut, avec cette différence que le milieu dans lequel il se produit n'offre pas la même résistance que le sol, ce qui entraîne une perte considérable de la force d'impulsion.

526. De la natation chez l'Homme. — Le poids spécifique moyen du corps étant sensiblement supérieur à celui de l'eau, l'homme ne peut se maintenir à la surface de ce liquide qu'en agitant rapidement ses membres autour de lui pour augmenter la masse d'eau déplacée, se soutenir à la surface et trouver dans la résistance de ce fluide un point d'appui suffisant pour progresser suivant une certaine direction.

Abandonné à lui-même, sans mouvements, dans une masse d'eau, l'homme gagne rapidement le fond ; cependant lorsque la poitrine est largement distendue par une inspiration profonde, l'immersion n'est pas complète et le corps peut flotter à la surface jusqu'au moment d'une expiration ; c'est alors seulement qu'il a besoin d'agiter les mains autour de l'articulation du poignet par un mouvement latéral de haut en bas afin de conserver l'équilibre ; c'est ce qui se passe dans la natation sur le dos.

Lorsque l'homme veut progresser dans l'eau, il peut prendre les attitudes les plus diverses : il peut nager plus ou moins à la manière des quadrupèdes, mais bien moins aisément que la plupart d'entre eux. Les positions les plus favorables sont celles dans lesquelles le corps est allongé plus ou moins horizontalement dans les couches supérieures du liquide, soit sur le ventre, soit sur le dos. La natation sur le dos est bien plus une position de repos qu'un mode de progression rapide ; la natation sur le ventre est le mode généralement adopté. La force impulsive est due au coup sec des extrémités postérieures préalablement fléchies, absolument comme dans le saut.

La série des mouvements exécutés peut se diviser en deux temps :

Premier temps. — Lorsqu'un homme placé sur le ventre veut progresser dans l'eau, il porte les membres inférieurs et les membres supérieurs dans la flexion, la pointe des pieds tournée en dehors, les mains appliquées l'une contre l'autre en avant

de la tête et de la poitrine de manière à former une proue qui fend l'eau. Alors, par un mouvement rapide, il étend ses membres de manière à représenter une tige rigide; les extrémités postérieures préalablement fléchies frappent brusquement l'eau en s'écartant; le liquide ainsi refoulé réagit, le centre de gravité du corps est porté en avant. Les membres thoraciques, d'ailleurs, en s'étendant présentent à l'eau un plan incliné offrant peu de résistance au déplacement, en sorte que leur projection en avant entraîne le corps dans la même direction.

Deuxième temps. — Au mouvement d'extension succède bientôt le mouvement de flexion. Les membres abdominaux se reploient; les mains viennent se joindre sous la poitrine, de cette manière le corps se maintient à la surface du liquide et l'impulsion est continuée. Les bras qui étaient étendus en avant s'écartent lentement en décrivant à droite et à gauche une demi-circonférence dans laquelle les mains dirigées d'avant en arrière jouent le rôle de deux rames qui soutiennent le corps dans sa position et lui communiquent une légère impulsion en avant.

327. De la natation des quadrupèdes. — La natation des quadrupèdes est analogue à celle de la marche et se produit par des mouvements identiques. Seulement, la résistance du liquide qui représente le point d'appui n'étant pas complètement fixe, la locomotion est difficile, et l'eau n'offre comme appui que la différence de résistance qu'éprouvent le membre qui s'étend et le membre qui s'efface. Les quadrupèdes ne trouvent donc pas dans l'eau un milieu convenable à leur progression.

328. De la natation chez les Poissons. — Les mouvements des Poissons dans l'eau sont produits par les nageoires latérales et surtout par la nageoire caudale.

Les mouvements lents, ceux de recul et ceux qui ont pour but de diriger l'animal quand il monte et quand il descend, s'effectuent au moyen des nageoires latérales et de légères oscillations de l'extrémité caudale; ils sont destinés surtout au maintien de l'équilibre dans l'eau.

Les mouvements qui portent le corps à droite ou à gauche sont déterminés par un choc brusque et rapide imprimé à l'eau du côté vers lequel le Poisson veut se porter. La réaction du liquide développe une force qui repousse la partie postérieure à gauche si la flexion a lieu à droite et *vice versa*. Cette courbure du corps est produite par la contraction des muscles laté-

raux de ce côté et le relâchement des muscles antagonistes.

La progression dans le sens horizontal s'effectue, d'après Borrelli, par un coup de queue deux fois recourbée en forme d'hélice, ce qui donne lieu à une impulsion dans le sens de l'axe du corps qui est ainsi porté en avant.

VOL.

329. Vol des Oiseaux. — Le vol, chez les Oiseaux, se produit par une série de mouvements alternatifs d'élévation et d'abaissement des membres antérieurs, mouvements qui ont lieu avec choc de l'aile contre l'air dont la résistance joue le rôle de support et de point d'appui.

Pour voler, l'oiseau déploie ses ailes en haut et latéralement, puis les abaisse rapidement de manière à frapper l'air de haut en bas ou bien obliquement de haut en bas et d'avant en arrière ; à ce moment l'aile demeure un instant rigide, le corps de l'oiseau reçoit alors une impulsion et se meut dans l'espace à la manière d'un projectile. Si le choc de l'aile a lieu de haut en bas, l'Oiseau monte verticalement ; quand, au contraire, l'aile s'abaisse obliquement d'avant en arrière, l'impulsion s'exerce en sens inverse de bas en haut et d'arrière en avant. C'est donc en vertu de battements successifs et rapidement répétés que l'Oiseau parvient à se soutenir, à s'élever dans l'atmosphère et à progresser horizontalement dans une direction déterminée.

Le peu de densité du corps de l'Oiseau, les dispositions des diverses pièces de son squelette et la conformation spéciale du sternum dominé par une large crête osseuse (le bréchet) assurent la stabilité du centre de gravité du corps et la fixité des muscles destinés à mouvoir les ailes ; enfin, la queue de l'Oiseau étalée et susceptible de prendre diverses positions autour des points d'attache des plumes remplit le rôle de gouvernail et sert à diriger la partie antérieure du tronc dans un sens déterminé par le choc de l'air. Les Oiseaux qui ont une queue courte portent ordinairement leurs pattes en arrière pour y suppléer.

La puissance du vol est en rapport avec la longueur des grandes plumes, les *rémyges*, qui s'attachent à l'avant-bras et à la main ; en se superposant, elles forment un plan résistant et continu qui frappe l'air avec force, à chaque battement des ailes.

Lorsque l'Oiseau est un grand voilier, le départ est difficile

à cause de l'envergure des ailes ; on le voit alors fléchir ses membres postérieurs, puis les redresser vivement et quitter le sol par un véritable saut ; souvent l'Oiseau se place sur une position culminante pour mieux s'envoler.

350. Vol des Insectes. — Ces animaux s'élèvent et se soutiennent dans l'air à l'aide de deux paires d'appendices fixés à la portion dorsale du corps auquel ils communiquent un mouvement très rapide.

Les ailes des Insectes sont constituées par une membrane mince qui n'est qu'un prolongement de l'enveloppe générale du corps, composée de deux lames transparentes qui sont supportées par des baguettes rigides appelées nervures.

D'après les expériences de Marey, le mouvement des ailes est tout à fait analogue à celui de l'hélice, ce qui détermine une force propulsive horizontale sous l'influence de la résistance de l'air. Le nombre des battements exécutés par seconde est considérable ; d'après Marey, ce nombre est de 330 pour la Mouche, de 240 pour le Bourdon, de 190 pour l'Abeille, de 28 pour la Libellule et de 9 pour le Papillon.

SENSATIONS

351. Les corps extérieurs exercent sur l'organisme vivant des impressions spéciales qui, par l'intermédiaire de cordons nerveux, se transmettent à l'encéphale ; là elles produisent des sensations qui se transforment en perceptions, c'est-à-dire en sensations dont nous avons conscience.

Les appareils organiques destinés à nous mettre en rapport avec le monde matériel prennent le nom d'appareils des sensations ou des sens.

Chaque appareil comprend : 1° un *organe* particulier plus ou moins complexe qui reçoit l'impression ; 2° un *nerf sensitif* chargé de conduire l'impression produite ; 3° un *centre nerveux* capable de l'élaborer et de la percevoir.

Les sens sont au nombre de cinq. Ils ont chacun un organe physique distinct dont la structure et la complexité est en rapport avec les propriétés des corps dont ils doivent recevoir l'impression. Ce sont : le sens du tact et du toucher qui a pour appareil la peau ; le sens du goût qui a pour appareil la lan-

gue ; le sens de l'odorat qui a pour appareil le nez ; le sens de l'ouïe qui a pour appareil l'oreille ; le sens de la vue qui a pour appareil l'œil.

Quatre de ces organes occupent la tête, ce qui les met en communication facile avec l'encéphale ; le cinquième qui est la peau, en formant l'enveloppe du corps, l'avertit de tout contact extérieur.

Parmi les Invertébrés, il en est un certain nombre qui paraissent manquer d'un ou de plusieurs sens et, parmi les Vertébrés, certains organes des sens, sauf le toucher, présentent une délicatesse et un développement bien supérieurs à ceux de l'Homme ; mais le caractère de nos appareils sensoriels, c'est qu'ils sont tous uniformément et également développés. A ce point de vue, l'Homme a sur les autres animaux une grande supériorité parce que, comme le dit Longet, ses facultés chargent l'appareil des sens, ce pont jeté entre le monde matériel et le monde immatériel, de refléter des idées capables d'occuper l'intelligence et d'entraîner le cœur ; en d'autres termes, l'Homme a l'avantage d'ennoblir les sensations que lui procurent les organes des sens.



SENS DU TACT ET DU TOUCHER.

552. Organes du tact. — Le sens du tact et du toucher a pour siège la *peau* et une partie de la muqueuse buccale, surtout la langue et les dents (V. *Peau*, § 244). Partout où ce sens doit

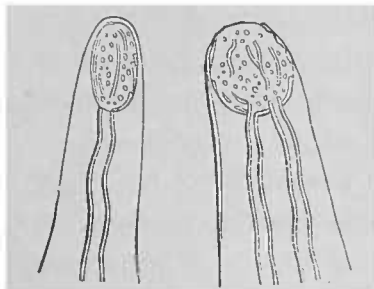


Fig. 217. — Corpuscules du tact.

s'exercer avec finesse, la couche profonde de la peau est hérissée de nombreuses papilles dans lesquelles se terminent les nerfs sensitifs. Chaque papille reçoit un, deux ou trois tubes nerveux qui se ramifient en décrivant des flexuosités et vont se perdre dans

un petit corps ovoïde nommé *corpuscule du tact*. Ces corpuscules se rencontrent particulièrement dans les papilles de la paume de la main, de la plante des pieds, dans les lèvres, etc. Dans les autres régions, les corpuscules ne se retrouvent pas avec le même degré de développement ; souvent ils sont remplacées par des petits corps arrondis dont l'axe est occupé par une fibre nerveuse et qu'on appelle des *renflements terminaux*. Enfin, on trouve encore dans la peau d'autres corpuscules dits de *Pacini*, visibles à l'œil nu, suspendus à l'extrémité des fibres nerveuses comme un fruit à une branche. Ces corpuscules sont considérés comme n'étant pas liés à l'exercice du tact.

SENSATIONS TACTILES.

333. Ces sensations sont déterminées par une action mécanique et par l'excitation qui s'ensuit dans les nerfs sensitifs de la peau. L'épiderme est l'intermédiaire entre l'agent physique et le nerf ; il est même indispensable pour l'exercice du tact, car lorsque cette couche est altérée ou détruite, ce sens disparaît. Les sensations tactiles sont donc transmises à travers les cellules cornées jusqu'aux corpuscules, et ces sensations se modifient selon l'épaisseur et la nature de la couche cellulaire et aussi suivant la forme et la disposition des papilles : ainsi les dents qui sont recouvertes par des plaques épidermiques modifiées (couche d'émail), sont le siège d'un tact très-délicat ; les carnassiers touchent avec les longs poils de leur museau. La plante du pied revêtu d'une couche épaisse cornée a aussi une sensibilité tactile très-grande.

Les sensations tactiles, dans l'état normal, sont de deux espèces : les sensations de pression ou de contact et les sensations de température.

334. Sensations de pression. — On désigne sous ce nom la propriété que possède la peau de ressentir toute pression extérieure qui s'exerce sur elle et d'apprécier le degré de cette pression. Mais toutes les parties de la peau ne sont pas également aptes à discerner les impressions tactiles. Cette propriété est surtout très-développée à la pointe de la langue et aux extrémités digitées ; c'est dans cette dernière région que se localise surtout le sens du tact.

Pour mesurer la sensibilité cutanée, on se sert d'un compas

dont on applique les deux pointes sur la peau et qu'on rapproche jusqu'à ce que les deux impressions d'abord distinctes se confondent en une seule. Le minimum d'écart, variable suivant les différentes régions de la peau, représente le degré de sensibilité tactile; d'après Weber, on trouve que cet écartement est de 1 millimètre à la pointe de la langue; de 2 millimètres à la face palmaire des doigts; de 6 millimètres à la face dorsale; de 9 millimètres aux bords des lèvres et de 40 à 50 millimètres à la peau du tronc.

355. Sensations de température. — Ces sensations sont des impressions relatives de chaleur et de froid que perçoit la surface cutanée en contact avec un corps. Elles reconnaissent pour cause une variation brusque de l'état thermique de la peau qui se transmet jusqu'aux nerfs cutanés. Les différences de température ne sont point perçues avec la même netteté par les différentes parties de la peau, et l'expérience prouve que la pointe de la langue, les joues, le dos de la main jugent mieux de la chaleur que toutes les autres régions. Notons, en outre, que la sensibilité thermique ne peut être mise en jeu qu'entre 0° et 70°; au delà nous n'éprouvons que des impressions douloureuses de chaleur et de froid.

SENS DU TACT CHEZ LES INVERTÉBRÉS.

356. 1° Cœlentérés. — L'insuffisance de nos connaissances sur le système nerveux des Cœlentérés ne permet pas de fixer définitivement le rôle de certaines parties qui paraissent être des organes des sens. Néanmoins, on considère comme doués d'un sens *tactile* certains appendices spéciaux des téguments, tels que les *tentacules* qui entourent la bouche des *Cténophores* et les filaments marginaux fixés au bord du disque des Méduses.

2° Vers. — On considère comme organes de tact des filaments en forme de soies faisant saillie à la surface du corps (*soies et baguettes tactiles*) en rapport avec des fibres nerveuses. Ces soies ont une grande extension parmi les *Turbellariées* et les *Némertiens* et même chez les *Hirudinées*, ces filaments sont accumulés au fond d'*organes cupuliformes* (Sangsue).

3° Arthropodes. — L'enveloppe du corps étant recouverte par une matière dure, chez la plupart des Arthropodes, il est im-

possible de lui attribuer une sensation tactile. Chez tous ces animaux, on trouve certains prolongements du corps, les *antennes*, auxquelles on attribue l'idée d'un organe tactile. Quelques physiologistes contestent aux antennes cette fonction et la rapportent à ces prolongements en forme de baguettes que nous avons mentionné à propos des vers et auxquels aboutissent des renflements nerveux. Ces éléments sont très-répandus chez les *Crustacés* et chez les *Insectes*.

4° *Mollusques*. — Le sens du toucher est représenté chez les Mollusques par des prolongements de téguments désignés sous le nom de *Tentacules*: ces appendices se rencontrent sur le bord du manteau des *Lamellibranches* à la partie céphalique, chez les *Céphalophores*. Les bras des *Céphalopodes* sont aussi considérés comme des organes tactiles.

SENS DU TACT CHEZ LES VERTÉBRÉS.

337. Le sens du tact chez les Vertébrés se distribue à la peau et à la membrane muqueuse de la bouche qui n'est qu'une dépendance de la peau.

1° *Poissons*. — Outre les prolongements qui se trouvent sur les côtés de l'ouverture buccale (*barbillons*), on remarque, chez les Poissons, un système de petits sacs ou canaux enfoncés dans la peau, s'ouvrant au dehors par un orifice tandis que leur fond est tapissé de papilles nerveuses qui s'avancent dans un contenu gélatineux; ces organes qu'on nomme *canaux muqueux* sont considérés comme des organes tactiles.

2° *Reptiles*. — Rien de semblable ne s'observe chez les Reptiles. Ceux qui ont la peau nue ne paraissent pas doués d'un sens plus délicat que ceux qui ont le corps couvert d'écailles. Chez quelques-uns, la langue protactile fait l'office d'un organe de tact.

3° *Oiseaux*. — Chez ces animaux, c'est le bec qui représente l'organe tactile dont la base repose sur des papilles très-développées.

4° *Mammifères*. — Comme organes spéciaux du toucher, chez les *Mammifères*, il faut citer les papilles nerveuses qui contiennent les corpuscules du tact et les longs poils de la face dont les papilles sont très-riches en nerfs. Ainsi les Chats touchent avec les longs poils de leur museau. Quelques Mammifères présen-

tent des dispositions mieux appropriées à l'exercice du toucher comme les mains des Quadrumanes, les sabots des Ruminants et des Solipèdes. Les Carnivores (le Chien par exemple) portent, au niveau des fosses nasales, un tissu humide dépourvu de poils qui sert à toucher les objets. Le Tapir, le Cochon, le Sanglier et l'Éléphant se servent du prolongement de leur nez comme organe de tact.

SENS DE L'ODORAT.

338. Organe de l'odorat. — L'odorat est le sens qui nous donne la notion des odeurs.

L'organe de l'odorat consiste en deux grandes cavités, les

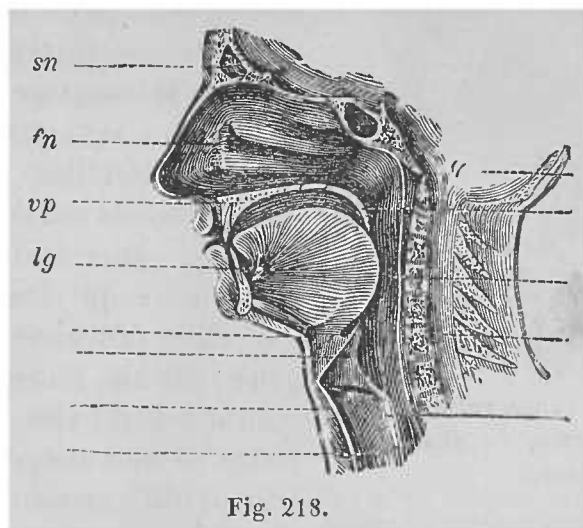


Fig. 218.

fn, fosses nasales montrant les trois cornets et les méats. — *sn*, sinus frontal. — *vp*, voûte palatine. — *lg*, langue.

fosses nasales, creusées dans l'épaisseur de la partie moyenne de la face, à l'entrée des voies respiratoires et au-dessus de l'organe du goût avec lequel elles ont les rapports les plus intimes. Les fosses nasales sont protégées par le nez qui les maintient dans un état d'humidité nécessaire à l'exercice de la fonction olfactive. Intérieurement, elles sont tapissées par une membrane muqueuse molle et nerveuse, la *pituitaire*, qui est la partie essentielle de l'appareil de l'olfaction. Cette membrane se déploie d'abord sur des lames osseuses au nombre de trois qu'on appelle *cornets*, à contours plus ou moins multipliés qui circonscrivent des *méats* étroits; elle pénètre ensuite dans des

cavités ou sinus creusés dans l'épaisseur des os du crâne et de la face. L'étendue de cette surface est une des conditions qui influe le plus sur l'activité de ce sens. Toutefois l'olfaction ne réside réellement que dans les parties supérieures. C'est, en effet, dans ces parties que le nerf olfactif, le nerf spécial de l'odorat,

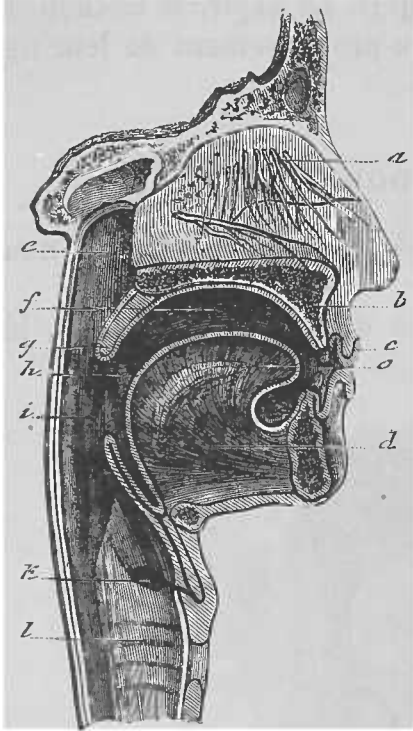


Fig. 219. — Coupe verticale de la cavité buccale, du pharynx et de l'œsophage.

a, fosses nasales montrant les ramifications du nerf olfactif. — *f*, cavité buccale ; — *c*, lèvres ; — *o*, langue ; — *b*, voûte palatine ; — *g*, voile du palais ; — *h*, piliers, luette et amygdale ; — *i*, pharynx ; — *e*, ouverture postérieure des fosses nasales ; — *k*, larynx ; — *l*, œsophage.

envoie de nombreux filets qui se terminent dans des organes spéciaux fusiformes auxquels on a donné le nom de *cellules olfactives*. La partie inférieure de la muqueuse pituitaire ne reçoit que des filets du nerf trijumeau, c'est-à-dire des nerfs de sensibilité générale et ne concourt pas à l'olfaction.

539. Mécanisme de l'odorat. —

Les odeurs sont dues à des particules matérielles odorantes qui émanent de la substance même des corps odorants. L'air est le véhicule des odeurs qui les transporte au loin et les fait arriver jusqu'à l'organe sensible. L'inspiration de l'air odorant, son passage à travers les fosses nasales et son ascension vers leur partie supérieure sont les conditions nécessaires à l'exercice de ce sens. La sensation olfactive ne peut donc se produire qu'autant que les vapeurs odorantes sont entraînées par un courant d'air :

qu'on place, par exemple, un morceau de camphre dans le nez et qu'on laisse l'air immobile, il ne se produit aucune impression odorante ; aussi, pour bien sentir ou pour sentir une faible odeur plus nettement, faut-il renifler ou aspirer l'air par petites inspirations successives. Outre les sensations déterminées par les odeurs agréables que l'habitude parfois convertit en besoin, l'odorat a de l'importance au point de vue de la conservation individuelle. Kant le nomme un goût à distance. En effet, ce sens garde l'entrée des voies respiratoires, analyse les gaz à leur

passage dans les narines et nous révèle certaines qualités nuisibles de l'air; enfin il nous donne aussi des indications souvent utiles dans le choix et l'appréciation des aliments. Ce sens apprend peu à l'intelligence, mais il procure un plus grand nombre de connaissances aux autres animaux et, comme le dit Buffon, l'odorat pourrait tenir lieu des autres sens.

SENS DE L'ODORAT DANS LA SÉRIE ANIMALE.

340. 1° On ne connaît pas l'organe de l'odorat des Articulés (Insectes, Arachnides, Crustacés) et des Mollusques : nul doute, pourtant, qu'un certain nombre d'Invertébrés soient pourvus du sens olfactif. On a attribué, sans le démontrer, la fonction olfactive aux *antennes* et aux *tentacules*. Cuvier admet que le siège de l'olfaction, chez les Insectes, se trouve dans de petits renflements placés à l'entrée des trachées sur le passage de l'air qui sert à la respiration.

2° Les organes de l'odorat des *Poissons* se présentent sous la forme d'un simple sac ou plus communément de deux, élargis, portant à leur surface des plissements sur lesquels se distribuent des filaments nerveux provenant des lobes olfactifs du cerveau. Souvent ces sacs se convertissent en canaux dont les parois sont soutenus par des anneaux cartilagineux et même osseux; ces cavités peuvent communiquer avec celle de la bouche par le canal nasal.

3° Les *Reptiles* ont deux fosses nasales complètement séparées par une lame verticale qui forme la cloison du nez. Ces cavités s'ouvrent à l'extérieur par des narines et communiquent avec la bouche par deux orifices situés à la voûte palatine. L'augmentation de surface de ces canaux se fait par des lamelles recourbées (cornets) quelquefois osseuses, mais le plus ordinairement cartilagineuses (Tortue).

4° Les *Oiseaux* ont aussi des cavités nasales avec des cornets simples. La surface olfactive n'offre donc point un grand développement malgré le volume des lobes olfactifs; c'est la vue plutôt que l'odorat qui guide ces animaux dans la recherche de leur nourriture.

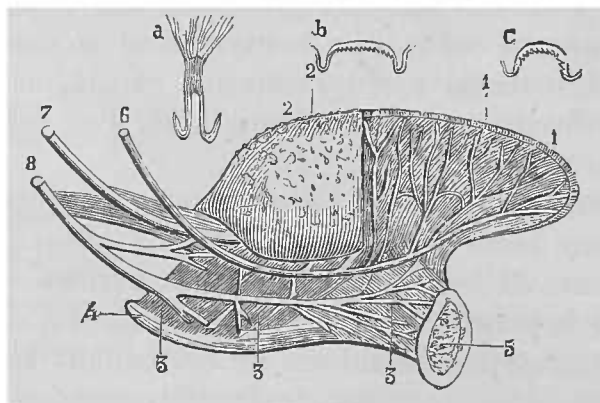
5° Le sens de l'odorat est généralement plus développé chez les *Mammifères* que chez l'Homme. Les fosses nasales sont munies de trois cornets, ce qui augmente l'étendue de la mem-

brane pituitaire. C'est surtout chez les Carnivores, les Ruminants et les Rongeurs qu'on observe le développement du cornet inférieur qui tantôt se recourbe et s'enroule sur lui-même (*Ruminants*), tantôt se subdivise en lames et en lamelles (*Chiens*, *Lièvres*, etc). Ces cavités sont, en outre, en communication avec plusieurs autres placées dans différents os du crâne et parmi lesquelles nous devons signaler les sinus frontaux. Enfin les fosses nasales se compliquent par l'addition d'un organe glandulaire (organe de Jacobson) et par la formation d'un nez extérieur qui s'allonge chez le *Porc*, le *Tapir*, la *Musaraigne* et la *Taupe* et qui atteint son maximum de développement chez l'*Éléphant* où il fonctionne à la fois comme organe de tact et de préhension.

L'organe nasal des Cétacées est dépourvu de nerfs olfactifs et paraît transformé en un appareil destiné à projeter de l'eau.

SENS DU GOUT.

341. Organe du goût. — Le sens du goût est celui qui nous donne la notion des saveurs, il a pour siège la membrane mu-



F g. 220.

1, coupe verticale de la langue. — 2, face dorsale de la langue. — 3,3,3, muscles extrinsèques de la langue. — 4, os hyoïde. — 5, section de l'os maxillaire inférieur. — 6, nerf lingual. — 7, nerf glosso-pharyngien. — 8, nerf hypoglosse. — a, papilles filiformes. — c, papilles fungiformes. — t, papilles caliciformes.

queuse de la langue et particulièrement la partie qui recouvre la racine, les bords et la pointe de cet organe.

Comme à la peau, la couche profonde de la muqueuse linguale est hérissée de papilles nombreuses qu'on peut rapporter à trois formes : 1° les papilles *filiformes* allongées qui occu-

pent la pointe, les bords et la face antérieure de la langue ; 2° les papilles *fongiformes* plus épaisses, à tête globuleuse, qui sont disséminées à la surface de la langue ; 3° les papilles *caliciformes*, situées à la partie postérieure de la face dorsale, plus volumineuses que les précédentes, plus larges et plus aplaties, plongées dans une excavation de la muqueuse qu'elles débordent à peine ; dans leur ensemble, elles représentent deux lignes qui se réunissent à angle aigu, en arrière, de manière à former un V effilé (*V. lingual*). Ces papilles reçoivent des filets nerveux de deux sources : du nerf *lingual*, branche du trijumeau, et du nerf *glosso-pharyngien*. Le lingual se distribue à la partie antérieure de la langue à laquelle il communique la sensibilité générale et la sensibilité tactile ; le glosso-pharyngien se rend à la base de la langue et préside à la sensibilité gustative de cette partie. Quelques physiologistes considèrent aussi le lingual comme donnant la sensibilité gustative aux parties de la langue où il se distribue.

542. Sensations gustatives. — L'étude des qualités sapides des corps présente quelques difficultés parce que le goût et l'odorat combinent bien souvent leur action. Or, parmi les sensations produites par les corps sapides appliqués sur la langue, il en est un certain nombre qu'on rapporte à cet organe mais qui en réalité impressionnent l'organe de l'olfaction : de ce nombre, sont les saveurs aromatiques et nauséuses. Les viandes rôties, les fromages, doivent leur propriété sapide à des corps odorants qui se développent et excitent le sens de l'odorat : la preuve nous est fournie par ce fait que si l'on se bouche le nez en mangeant, ou en buvant des vins odorants, on reconnaît que la plupart des aliments sont insipides. De même ce que l'on désigne sous le nom de saveur farineuse, fraîche, douce, n'est que le résultat de la mise en jeu de la sensibilité tactile ou générale. Les corps véritablement sapides sont : les corps amers, sucrés, acides et salés.

Pour qu'un corps sapide puisse déterminer la sensation gustative, il faut qu'il soit soluble dans l'eau. La sécrétion salivaire est donc liée d'une manière intime à l'exercice de cette fonction : aussi le contact d'un corps sapide sur la muqueuse buccale donne lieu à une abondante sécrétion de salive, surtout de la salive sous-maxillaire. La vue ou le souvenir même d'un mets agréable suffit pour faire venir l'eau à la bouche.

SENS DU GOUT DANS LA SÉRIE ANIMALE.

343. 1° Chez les *Invertébrés*, le sens du goût paraît avoir son siège dans les parties molles de la bouche, des suçoirs et des trompes ; mais, comme la notion des saveurs échappe d'autant plus à notre appréciation que l'organisme s'éloigne davantage de celui de l'Homme, nous ne pouvons avoir sur les organes gustatifs des *Invertébrés* et même de la plupart des *Vertébrés* que des connaissances très-imp parfaites.

2° C'est à l'origine du tube digestif, c'est-à-dire dans la membrane muqueuse dont se recouvre la langue qu'il faut chercher l'organe du goût. Il n'est pas encore bien établi que la langue des *Poissons*, bien que renfermant des papilles nerveuses, soit apte à remplir cette fonction. De même, la consistance cornée de la langue des *Reptiles* et des *Oiseaux* rend cet organe peu propre à recevoir les impressions gustatives. La ressemblance de la langue des *Mammifères* avec celle de l'Homme, les nombreuses papilles qui tapissent la membrane muqueuse et où se terminent des ramifications du glosso-pharyngien nous permettent avec plus de certitude d'attribuer à cet organe la fonction gustative. Chez le Chien, les papilles sont molles comme dans l'espèce humaine ; celles des Ruminants et des Carnassiers sont inclinées en arrière et renfermées dans des étuis cornés plus ou moins épais ; c'est au moyen de ces papilles que les Carnassiers lèchent leur proie et en font sortir le sang dont ils se délectent ; quelques Mammifères comme les Édentés et les Cétacées ont la langue dépourvue de papilles.

SENS DE L'OUÏE.

344. Le sens de l'ouïe a pour effet de nous faire percevoir les vibrations des corps sonores. Ces vibrations sont communiquées par l'intermédiaire d'un fluide élastique à des organes disposés pour les recevoir, les concentrer et les transmettre jusqu'à l'encéphale ; leur ensemble a reçu le nom d'*oreille*. Sa partie essentielle consiste en une cavité remplie de liquide, appelée *labyrinthe* ou *oreille interne*, dans laquelle les dernières ramifications du nerf auditif s'étalent et se mettent en rapport avec des petits corps durs et rigides susceptibles de recevoir et de transmettre les ondes sonores.

Telle est la disposition simple de l'appareil auditif de quelques animaux inférieurs. Mais chez les Vertébrés, au labyrinthe s'ajoute un long canal contourné sur lui-même et divisé par une cloison membraneuse en deux compartiments, l'un intérieur qui prend le nom d'*oreille moyenne*, et l'autre extérieur qu'on nomme *oreille externe*. On peut donc considérer l'organe de l'ouïe comme composé de trois parties : 1° l'oreille externe; 2° l'oreille moyenne ou tympan; 3° l'oreille interne ou labyrinthe.

545. Oreille externe. — L'oreille externe représente une sorte de cornet acoustique dont la portion élargie se nomme le

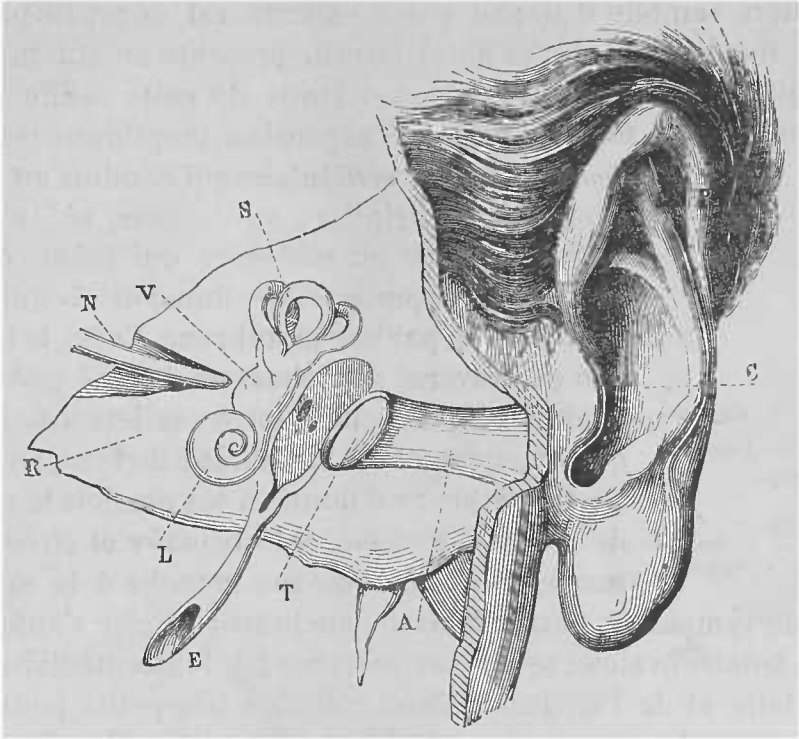


Fig. 221. — Ensemble de l'appareil auditif.

C, oreille externe et conque auditive. — A, conduit auditif externe. — T, membrane du tympan. — E, trompe d'Eustache qui s'ouvre dans l'oreille moyenne. — V, vestibule. — S, canaux semi-circulaires. — L, limaçon. — N, nerf auditif. — R, rocher.

pavillon et dont la portion rétrécie forme le *conduit auditif externe*.

Le pavillon représente une large surface presque complètement cartilagineuse dont le plan général est à peu près à angle droit sur l'axe du conduit auditif externe, ce qui en fait un organe de collection et de renforcement des sens. Il porte à son centre une excavation, la *conque*, origine du conduit auditif qui

est limitée par une série de saillies, le *tragus* et l'*hélix* en avant, l'*anthélix* en arrière et l'*antitragus* en bas ; le conduit auditif qui fait suite à la conque, est un canal légèrement recourbé, en partie osseux et en partie cartilagineux qui se termine par la membrane du tympan, cloison circulaire et un peu inclinée sur l'axe de ce canal.

546. Oreille moyenne. — Cette seconde portion de l'oreille, creusée dans le rocher, se compose de la caisse du tympan et de la trompe d'Eustache qui sert à faire communiquer le tympan avec la cavité buccale. Cette caisse représente une dilatation irrégulière remplie d'air ; sa paroi externe est occupée par la membrane du tympan ; sa paroi interne présente en son milieu une saillie, le *promontoire*, et au-dessous de cette saillie, une ouverture ovale formée par une expansion membraneuse, la

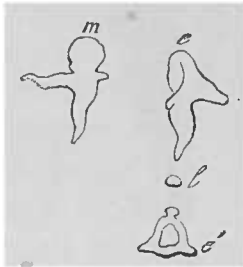


Fig. 222. — Osselets isolés

m, marteau. — *e*, enclume. — *l*, lenticulaire. — *e'*, étrier.

fenêtre ovale ou *vestibulaire* qui conduit au vestibule du labyrinthe ; au-dessous, se trouve la *fenêtre ronde* ou *cochléaire* qui mène dans la rampe *tympanique* du limaçon et qui est fermée aussi par une membrane. Enfin, le tympan est traversé de dehors en dedans par une chaîne composée de quatre osselets articulés qui s'étendent de la membrane du tympan à la fenêtre ovale : on donne à ces osselets le nom de *marteau*, *enclume*, *os lenticulaire* et *étrier*. Le marteau est fixé par son manche à la membrane du tympan et s'articule avec l'enclume ; l'étrier s'enfonce dans la fenêtre ovale et se relie au marteau par l'intermédiaire du lenticulaire et de l'enclume. Deux muscles très-petits peuvent imprimer quelques mouvements à cette tige articulée ; ils sont disposés de telle sorte qu'un mouvement imprimé à l'une des extrémités de la chaîne se communique à l'autre extrémité. L'un de ces muscles, le *muscle du marteau*, porte en dedans le manche du marteau et avec lui la membrane du tympan qui se trouve ainsi tendue, en même temps il fait basculer l'enclume qui enfonce l'étrier dans la fenêtre ovale ; le second muscle, *muscle de l'étrier*, tire en arrière et en dedans la tête de l'étrier. Enfin la *trompe d'Eustache* représente un canal moitié osseux et moitié cartilagineux qui sert à établir la communication entre la cavité pharyngienne et la cavité tympanique et maintient ainsi l'air de la caisse à la même pression que l'air extérieur (fig. 223).

347. Oreille interne. — L'oreille interne, portion essentielle de l'oreille, comprend le labyrinthe osseux avec le conduit auditif interne et le labyrinthe membraneux.

1° Le *labyrinthe osseux* rempli de liquide (pérlimphe) est clos

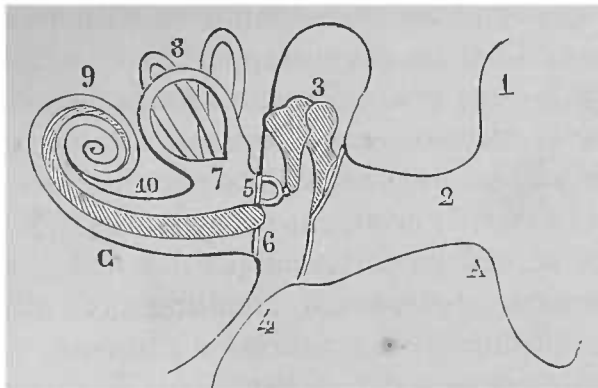


Fig. 223. — Schéma de l'appareil auditif.

A, oreille externe. — B, oreille moyenne. — C, oreille interne. — 1, pavillon. — 2, conduit auditif. — 3, caisse tympanique et chaîne des osselets. — 4, trompe d'Eustache. — 5, étrier reposant sur la fenêtre ovale. — 6, fenêtre ronde communiquant avec la rampe tympanique. — 7, vestibule. — 8, canaux semi-circulaires. — 9, limaçon. — 10, rampe vestibulaire.

de toute part et forme une sorte d'enveloppe reproduisant à peu près le labyrinthe membraneux : il se compose du *vestibule*, ca-

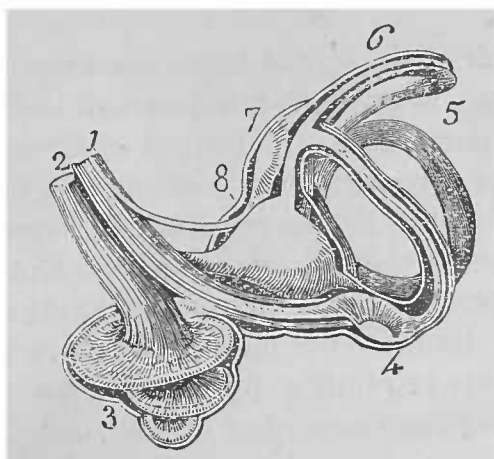


Fig. 224. — Distribution du nerf auditif dans le labyrinthe membraneux.

1, rameau du nerf auditif qui se rend dans le vestibule et les ampoules. — 2, rameau du même nerf qui se rend dans le limaçon. — 3, limaçon. — 4, 7, 8, renflements nerveux. — 5 et 6, canaux semi-circulaires.

vité ovoïde où viennent aboutir *trois canaux semi-circulaires* dont deux sont verticaux, le troisième horizontal, et d'un tube enroulé en spirale nommé *limaçon* ou *cochlée* à cause de la ressem-

blanche avec la coquille d'un mollusque ; la lame osseuse qui forme les parois de ce canal spiral porte le nom de *lame des contours*. Le limaçon est divisé en deux tubes secondaires ou *rampes* par une cloison, la *lame spirale* en partie osseuse et en partie membraneuse ; l'une de ces rampes, la *rampe vestibulaire*, s'ouvre dans le vestibule et est en rapport avec la fenêtre ovale ; l'autre, la *rampe tympanique*, débouche dans la fenêtre ronde.

2° Le *labyrinthe membraneux* comprend : l'*utricule* avec les *canaux semi-circulaires*, et le *sacculé* avec le *limaçon*.

L'*utricule* et le *sacculé* occupent le vestibule ; ils représentent un sac allongé séparé en deux cavités par une cloison commune. Les canaux demi-circulaires membraneux s'ouvrent dans l'*utricule* par une dilatation en forme d'ampoule, comme les canaux circulaires osseux débouchent dans le vestibule. C'est sur les parois de ces ampoules et sur celles du sac vestibulaire que se portent les filets du nerf auditif lequel débouche dans le labyrinthe par le conduit auditif interne. Le *sacculé* se continue par un canal membraneux (*limaçon membraneux*) qui s'étend dans toute la longueur de la lame spirale. L'*utricule*, le *sacculé* et les canaux demi-circulaires sont remplis d'un liquide appelé *endolymphe* qui tient en suspension des petits cristaux de chaux (*otolithes*).

Le *limaçon membraneux* (*portion membraneuse* de la lame spirale) se subdivise lui-même en deux feuillets distincts : la *membrane vestibulaire* et la *membrane basilaire* qui circonscrivent un espace irrégulièrement triangulaire, le *canal cochléaire* : c'est dans cet espace que se trouve l'appareil terminal, savoir : l'*organe de Corti* et des cellules de formes très-variées. L'*organe de Corti* consiste en une série de petites fibres élastiques qui s'appuient sur la membrane basilaire par leurs extrémités inférieures et s'articulent par leurs extrémités supérieures ; sur la face convexe de la voûte formée par l'ensemble de ces fibres reposent des cellules spéciales munies de cils résistants et élastiques en rapport avec les dernières ramifications du *nerf* auditif ; à ce titre, les arcs de Corti jouent un rôle considérable dans le phénomène de l'audition.

SENSATIONS AUDITIVES.

548. Les corps élastiques, sous l'influence de causes diverses, donnent naissance à des mouvements particuliers dont l'action

sur l'oreille produit des sensations spéciales, les *sensations sonores* ou *auditives*; ces sensations portent le nom de *sons* ou *sons musicaux* lorsque leur continuité et leur périodicité régulière permettent d'établir entre elles une facile comparaison; elles reçoivent la qualification de *bruits*, dans le cas contraire.

On peut, par diverses expériences qui sont du domaine de la physique, prouver que la cause de la production d'un son réside dans la vibration d'un corps élastique, c'est-à-dire dans les ébranlements réguliers et périodiques de ce corps autour de sa position d'équilibre; c'est ce que l'on nomme un *mouvement vibratoire*. Qu'on ébranle un diapason à l'aide d'un choc, qu'on frappe une cloche ou qu'on la frotte avec un archet, aussitôt un son se produit; si l'on approche alors des bords de cette cloche une petite balle d'ivoire, celle-ci s'agite périodiquement sous l'action des chocs qu'elle reçoit, par suite de l'état vibratoire de la cloche.

Lorsqu'après avoir tendu une corde à ses deux extrémités, on la soulève par son milieu et qu'on l'abandonne à elle-même, on entend un son qui est dû au mouvement périodique de la corde autour de sa position initiale; on pourrait multiplier ces exemples et, dans tous les cas, constater que tout corps qui rend un son possède un mouvement vibratoire.

549. Propagation des vibrations. — Les vibrations des cordes, des tiges métalliques ou de tout autre corps élastique arrivent à l'organe de l'ouïe par le moyen de l'air qui leur sert de véhicule; les liquides et les solides peuvent aussi bien les transmettre que le gaz: les Poissons et les plongeurs entendent très-bien les sons qui se produisent sur la rive, et l'oreille appliquée à l'extrémité d'une tige de bois perçoit avec facilité le moindre bruit produit à l'autre extrémité.

L'existence de milieux pondérables et élastiques entre le corps sonore et l'organe auditif est la condition nécessaire pour la perception du son. Un timbre qu'on agite dans le vide de la machine pneumatique ne fait entendre aucun son parce qu'aucune vibration n'arrive jusqu'à l'oreille.

Le mécanisme de la propagation des vibrations dans l'air est facile à comprendre: imaginons, par exemple, qu'un ébranlement se produise en un point quelconque d'une masse gazeuse, la couche ébranlée directement vient frapper la couche suivante qui se met en mouvement; celle-ci, à son tour, comprime

la couche avec laquelle elle est en contact et ainsi de suite ; le mouvement se transmet de proche en proche laissant derrière lui les couches gazeuses en repos à mesure qu'il en envahit de nouvelles. La vitesse de propagation étant uniforme, on comprend que la couche agitée représente une surface sphérique ayant pour centre de figure le centre de l'ébranlement.

L'ensemble de toutes les molécules gazeuses qui, à un même instant, sont en mouvement porte le nom d'*onde* ou de *surface d'onde* ; dans le cas qui nous occupe, cette surface est une sphère dont le rayon croît avec le temps. Si maintenant nous considérons non plus un ébranlement isolé, mais une série d'ébranlements se succédant régulièrement, chacun d'eux se propagera comme il vient d'être dit et donnera naissance à une onde, et toutes ses ondes se suivront avec régularité.

Ce mode de propagation se conçoit facilement en se reportant à ce qui se passe lorsqu'on fait tomber un corps dans un liquide en repos ; on distingue à la surface un cercle ayant pour centre le point ébranlé et qui se meut en s'agrandissant ; on reconnaît en outre que ce cercle correspond à une élévation et à une dépression du liquide se succédant immédiatement. La seule différence entre les ondes liquides et les ondes aériennes, mais qui n'exclut pas la justesse de la comparaison, consiste en ce que le passage de l'onde aérienne n'a pas pour effet de modifier le niveau du fluide, mais de déterminer une variation de pression qui est tantôt supérieure et tantôt inférieure à la pression d'équilibre. La diminution de pression est dite produite par le passage d'une *onde dilatante* ; l'augmentation de pression produit une *onde condensante*.

C'est ainsi qu'à chaque vibration simple d'un corps élastique correspond une onde simple condensante ou dilatante ; à chaque vibration *complète* correspond aussi une onde *complète*.

550. Des qualités du son : intensité, hauteur, timbre. — Les sensations auditives que nous percevons ne sont pas toutes identiques ; elles présentent des différences que l'on rapporte à trois qualités ou propriétés que nous distinguons dans un son : l'intensité, la hauteur et le timbre.

1° *Intensité.* — Si, pendant qu'un instrument de musique résonne, on se place à des distances variables, le son produit que l'on reconnaît toujours cependant, paraît tantôt fort, tantôt faible ; l'on dit alors que ce son présente des différences d'*in-*

tensité. Pour une même distance, cette intensité dépend de l'amplitude des vibrations ; selon que cette amplitude augmente ou diminue, notre oreille est impressionnée plus ou moins fortement et la sensation perçue est plus ou moins intense ; elle est d'autant plus faible que le milieu dans lequel le son se produit a une densité moins considérable.

On augmente l'intensité du son rendu par les instruments à corde au moyen d'une caisse de résonance à laquelle le corps sonore communique son mouvement vibratoire.

2° *Hauteur*. — La hauteur d'un son est la qualité en vertu de laquelle un son nous paraît grave ou aigu ; elle dépend uniquement du nombre de vibrations exécutées, en une seconde, par le corps sonore. Plus ce nombre est considérable, plus le son est *aigu* ou le ton élevé ; au contraire, à mesure que ce nombre diminue, le ton baisse et le son devient de plus en plus *grave*.

Le nombre des ondes aériennes étant égal au nombre des vibrations du corps sonore, l'ensemble des ondes produites dans une seconde doit occuper nécessairement une longueur déterminée égale à la vitesse du son dans le milieu de propagation ; il suit de là que ces ondes sont d'autant plus *courtes* que le son est plus aigu, d'autant plus *longues* qu'il est plus grave.

Le nombre de vibrations exécutées en une seconde par le corps sonore définit la hauteur musicale d'un son ; c'est ce que l'on démontre en physique en évaluant par divers procédés le nombre de vibrations correspondant à un son donné.

3° *Timbre*. — Le timbre est cette qualité originelle qui permet de reconnaître les sons rendus par les divers instruments de musique : c'est ainsi que l'oreille distingue deux sons de même hauteur donnés par des instruments différents. Grâce aux travaux d'Helmholtz, on sait que c'est à des différences dans la nature des mouvements dus à la superposition de sons particuliers que l'on doit attribuer la différence de timbre ; en d'autres termes, la forme même de la vibration caractérise le timbre, comme nous le verrons plus loin.

531. Forme des vibrations. — Le son étant le résultat de mouvements vibratoires dont la rapidité correspond à la hauteur et l'amplitude à l'intensité, il ne nous reste plus, pour définir complètement un son, qu'à déterminer la forme de la vibration, qui est caractéristique du timbre.

1° *Vibrations sonores simples*. — Si l'on considère le cas sim-

ple de lames élastiques fixées à une extrémité et ébranlées par un choc, comme cela se présente pour les diapasons, le mouvement produit est tel que chaque point se déplace absolument comme le ferait un pendule d'une certaine longueur; c'est ce qui résulte soit de l'étude des courbes graphiques obtenues, soit du calcul; on donne à un pareil mouvement le nom de *mouvement pendulaire*.

2° *Vibrations sonores composées*. — Dans le cas d'une corde

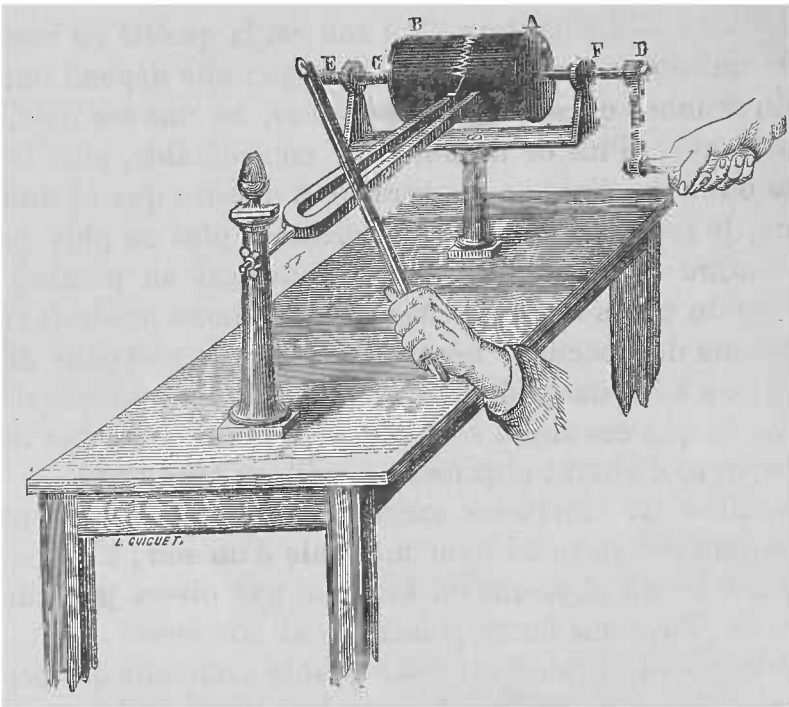


Fig. 225. — Appareil disposé pour inscrire les vibrations d'un diapason.

tendue que l'on attaque avec un archet, le mouvement vibratoire n'est pas aussi simple; il peut même présenter de nom-

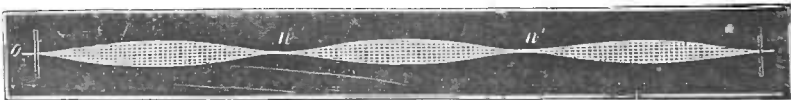


Fig. 226.

breuses variétés. En ébranlant cette corde devant un fond noir, on lui voit prendre des formes très-diverses et présenter suivant le mode d'attaque des parties alternativement renflées et rétrécies dont le nombre dépend de diverses circonstances (fig. 226).

Le calcul démontre que cette apparence provient de la superposition d'un mouvement vibratoire de totalité et d'un mouvement correspondant à l'un des sons harmoniques que peut rendre la corde : ainsi, il peut arriver que, tandis que la corde vibre en totalité, la moitié, le tiers, le quart, etc., vibrent séparément en donnant lieu à des mouvements partiels en nombre quelconque qui se superposent au mouvement d'ensemble.

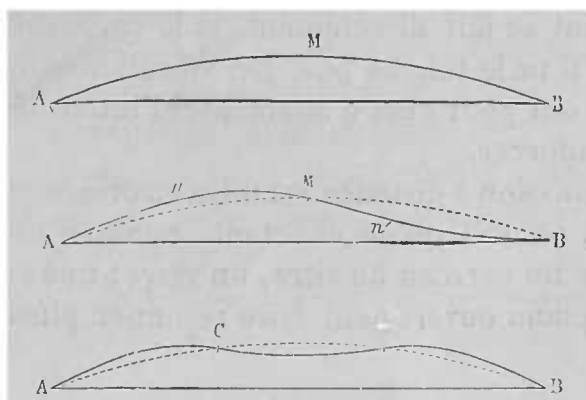


Fig. 227. — États vibratoires d'une corde produisant le son fondamental et ses harmoniques 2 et 3.

Ces faits théoriques, que l'expérience confirme, ont conduit Fourier aux résultats suivants qui ont une grande importance au point de vue de l'audition :

1° Tout mouvement vibratoire peut être considéré comme la résultante de vibrations simples ou pendulaires dont les durées sont la moitié, le tiers, le quart, etc., de celles du mouvement considéré.

2° Tout mouvement vibratoire régulier et périodique peut être décomposé en un nombre déterminé de vibrations simples ou pendulaires.

Or, le sons consistant en un mouvement régulier et périodique, nous aurons à en distinguer de deux sortes : le *son simple* qui correspond à la vibration pendulaire et le *son musical composé* qui est la réunion de plusieurs sons élémentaires dont les nombres de vibrations sont entre eux comme les nombres entiers les plus simples. Le son le plus grave de ces sons composants constitue ce que l'on nomme le *son fondamental* ; les plus élevés prennent le nom de *sons harmoniques*.

ANALYSE DES SONS PAR LES PHÉNOMÈNES D'INFLUENCE.

352. Vibrations par influence et vibrations des membranes.

— Lorsqu'un corps vibre au contact ou à une petite distance d'un autre corps susceptible d'exécuter des oscillations de même durée, ce second corps entre en vibration. La communication du mouvement se fait directement, si le corps est en contact, ou par l'air s'il ne le touche pas. Les vibrations ainsi produites par influence ont pour effet d'augmenter l'intensité du son produit, de le renforcer.

Cette transmission à distance est mise en évidence par diverses observations: on sait qu'en chantant certaines notes, on peut faire résonner un carreau de vitre, un verre; une note exécutée à côté d'un piano ouvert peut faire résonner plusieurs cordes.

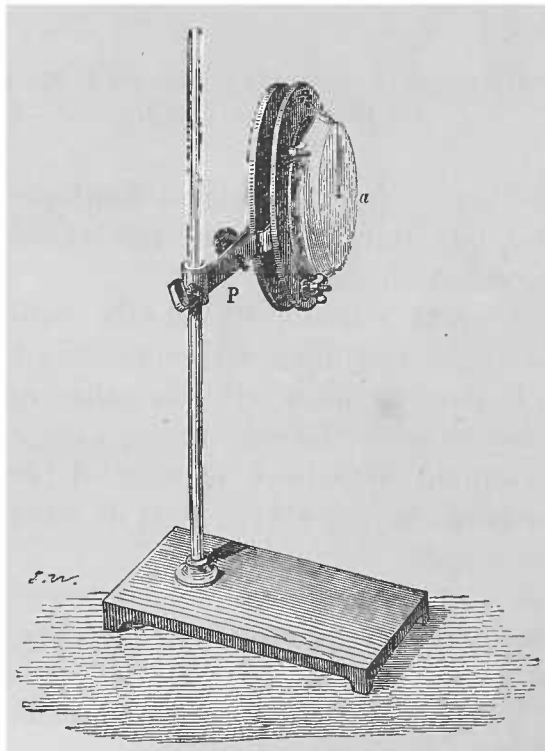


Fig. 228. — Membrane disposée pour montrer les vibrations par influence.

L'emploi des tables d'harmonie dans les instruments de musique est expliqué par ces vibrations transmises. De même, les membranes tendues entrent en vibration lorsque l'on produit

à peu de distance un son assez intense et de même hauteur que celui qu'elle peut rendre.

Ces membranes sont susceptibles de vibrer sous l'influence d'un grand nombre de sons, mais tous ne sont pas également propres à subir cette influence. Ceux qu'on obtient plus facilement sont d'abord le son fondamental, puis les harmoniques les plus graves.

Remarquons, toutefois, que si la présence d'un corps sonore vibrant par influence à côté d'une corde augmente l'intensité des sons, cet effet ne peut se produire qu'aux dépens de la durée. La corde ou l'instrument vibrant ne possède toujours que la même quantité de puissance vive qui peut se dépenser plus ou moins rapidement ; l'expérience vérifie cette prévision de la théorie.

555. Résonnateurs. — On peut à l'aide d'expériences fondées sur les effets des vibrations par influence démontrer l'existence

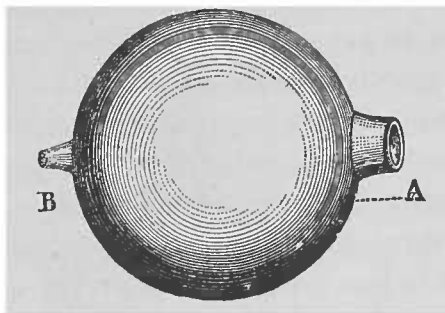


Fig. 229. — Résonnateur.

réelle des sons simples dans un son musical. Il suffit pour cela de produire un son dans le voisinage d'une corde, ou d'une membrane tendue ou de tout autre corps présentant une faible masse ; le mouvement vibratoire dans ce cas se communique au corps résonnant et lui fait rendre un son de même hauteur et assez renforcé pour dominer les sons qui accompagnent le son musical et pour être aisément perçu par l'oreille. C'est sur ce principe que reposent les *résonnateurs* d'Helmholtz, c'est-à-dire des appareils destinés à analyser les sons par le renforcement des sons élémentaires. Les résonnateurs les plus employés sont des sphères métalliques présentant en un point un petit ajutage circulaire B et à l'extrémité opposée un petit prolongement cylindrique A également ouvert ; quelquefois ce sont simplement des tubes ouverts aux deux bouts.

Quand on veut se servir des résonnateurs pour entendre séparément les divers sons simples qui composent un son musical, on engage le petit ajutage dans le conduit auditif et on bouche hermétiquement l'autre oreille ; si le son fondamental contient la note propre du résonnateur, celle-ci est renforcée par résonnance et s'entend très-distinctement. En ayant ainsi une série de résonnateurs accordés pour les différents harmoniques on pourra analyser un son complexe quel qu'il soit.

« La décomposition du mouvement sonore en vibrations pendulaires, dit Helmholtz, a donc une signification réelle qui ferait défaut à toute autre décomposition du même genre.

« Chaque système d'ondes simples, chaque vibration pendulaire est un tout existant par lui-même ; la vibration se propage dans l'espace, elle met en mouvement d'autres corps élastiques ayant des sons propres correspondants, et cela d'une manière tout à fait indépendante des autres sons de hauteur différente, émanés de la même source ou de sources différentes, qui se propagent en même temps qu'elle.

« Chaque son partiel existe donc, aussi bien et au même titre, dans le son complexe produit dans un instrument que, par exemple, les diverses couleurs de l'arc-en-ciel existent dans la lumière blanche. La lumière n'est autre chose aussi qu'un mouvement vibratoire d'un milieu élastique particulier, l'éther, comme le son un mouvement vibratoire de l'air.

« Dans un rayon de lumière blanche existe ce mouvement qui peut être considéré comme la somme de beaucoup de mouvements vibratoires périodiques, de durée différente, correspondant aux diverses couleurs du spectre. L'onde lumineuse peut être décomposée en ondes correspondant aux différentes couleurs par des moyens mécaniques empruntés au monde extérieur, comme par le passage de la lumière à travers un prisme et, mécaniquement, chaque onde simple correspondante à une couleur simple existe par elle-même indépendamment de toutes les autres. »

ANALYSE DES SONS PAR L'OREILLE.

354. Ces phénomènes de superposition des vibrations et de composition de mouvements vibratoires se produisent nécessairement dans une atmosphère sillonnée par des systèmes d'ondes

émanés de divers centres d'ébranlement. Il se passe dans cette masse gazeuse ce que l'on observe à la surface d'une masse d'eau traversée par plusieurs systèmes d'ondes ; toutes ces ondulations se croisent dans tous les sens, s'ajoutent en certains points, se détruisent en d'autres et impriment à cette masse liquide une forme déterminée. De même les ondes aériennes ainsi superposées communiquent à la couche d'air en contact avec la membrane du tympan un mouvement résultant *unique*, et c'est à l'aide de cette impression *unique* que l'oreille possède la propriété de distinguer un son simple d'un son composé d'analyser la masse sonore et de percevoir sans le secours d'aucun appareil chacun des sons composants confondus dans ce mouvement unique.

Cette faculté dont l'oreille est douée dépend évidemment des propriétés élastiques de l'air et aussi des propriétés inhérentes aux dernières divisions du nerf auditif qui font que, lorsque le mouvement ondulatoire de l'air du conduit auditif est simple ou pendulaire, le son perçu est *simple* et la sensation auditive *indécomposable* ; lorsque le mouvement ondulatoire de l'air de ce même conduit est *complexe*, le son est complexe et la sensation auditive *décomposable* en sons élémentaires distincts.

MÉCANISME DE L'AUDITION.

355. Rôle de l'oreille externe. — Les ondes sonores arrivent jusqu'à la membrane du tympan, les unes directement, les autres après s'être réfléchies dans la conque ; d'autres frappent le cartilage du pavillon et les os du crâne qui les transmettent aux parois du conduit auditif.

Le pavillon, en raison de sa forme conique aplatie dont la base est tournée au dehors, en raison de l'inclinaison de ses éminences et de ses dépressions, présente toujours un certain nombre de surfaces dont la direction est normale à celle des ondes. On doit donc considérer ces dispositions comme très-favorables à la concentration des ondes sonores ; de plus, comme la conque est tournée en avant, il en résulte que le mouvement vibratoire qui se propage d'avant en arrière est renvoyé avec plus d'intensité dans l'intérieur du conduit auditif : de là, la possibilité d'apprécier la direction d'un son et de juger de la position du corps sonore.

356. Rôle de l'oreille moyenne. — Les vibrations de l'air ainsi communiquées à la membrane du tympan sont transmises à la chaîne des osselets qui les communique à la fenêtre ovale. Les dispositions articulaires qui forment cette chaîne permettent de considérer l'ensemble des osselets comme une tige solide dont les extrémités s'appliquent sur des membranes. En

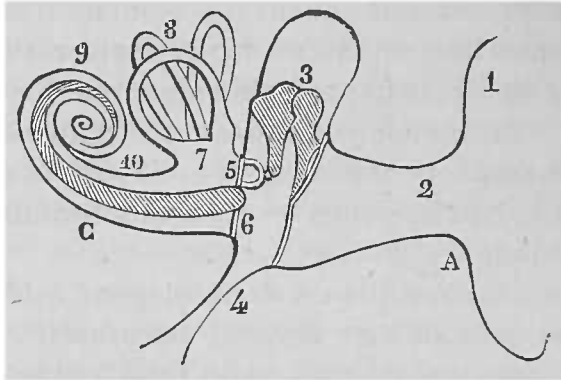


Fig. 230. — Schéma de l'appareil auditif.

A, oreille externe. — B, oreille moyenne. — C, oreille interne. — 1, pavillon. — 2, conduit auditif. — 3, caisse tympanique et chaîne des osselets. — 4, trompe d'Eustache. — 5, étrier reposant sur la fenêtre ovale. — 6, fenêtre ronde communiquant avec la rampe tympanique. — 7, vestibule. — 8, canaux semi-circulaires. — 9, limaçon. — 10, rampe vestibulaire.

effet, le manche du marteau qui est fixé à la membrane tympanique entre en vibration ; la tête du marteau tourne entraînant avec elle la tête de l'enclume qui à son tour entraîne l'étrier vers la fenêtre ovale en le repoussant : de là résulte tout un mouvement de va-et-vient, d'une seule pièce qui se communique au liquide de l'oreille interne par l'intermédiaire de la fenêtre ovale. Quant à la fenêtre ronde, son rôle est sans doute d'égaliser les variations de pression du liquide labyrinthique. Une autre fonction de la chaîne des osselets est de modifier au moyen de ses muscles la tension de ces deux membranes.

Le muscle interne du marteau, en se contractant, tire le manche en dedans, entraînant avec lui la membrane tympanique, et lui fait prendre une forme légèrement concave en dehors, qui amène la *tension* du tympan. Le muscle externe du marteau tire le marteau en dehors et relâche cette membrane. Il est probable que ces variations de tension ont pour but d'adoucir les effets des sons trop intenses et d'affaiblir certaines impressions auditives désagréables. Les mouvements de ces membranes sont favorisés par la trompe d'Eustache qui fait communiquer l'air du dehors avec celui de la caisse et régularise

les pressions, ce qui ne pourrait avoir lieu si la caisse tympanique était complètement close.

357. Rôle de l'oreille interne. — Les vibrations communiquées par la chaîne des osselets sont transmises au liquide qui remplit l'oreille interne, et le mouvement de ce liquide est rendu possible par l'élasticité de la membrane qui garnit la fenêtre ovale. Lors donc que sous l'influence d'un ébranlement sonore le tympan vibre, la base de l'étrier repoussée en dedans comprime le liquide du vestibule et cet excès de pression se communique au liquide du limaçon : on peut, d'après Politzer, démontrer la transmission des ondes liquides en faisant pénétrer par la fenêtre ronde, dans le labyrinthe, un petit manomètre ; toute variation de pression dans l'oreille externe ou moyenne se traduit par une variation correspondante de la pression manométrique.

Ainsi donc, en réalité, à chaque augmentation de pression du liquide vestibulaire, la membrane basilaire est refoulée vers la rampe tympanique ; à chaque diminution de pression elle est ramenée en sens inverse : il se produit donc sur place une série de mouvements vibratoires régulièrement périodiques de cette membrane. Les fibres de Corti, en raison de leur rigidité et de leur élasticité, participent au mouvement de la membrane basilaire, le transmettent aux cellules ciliées et par leur intermédiaire aux dernières ramifications du nerf auditif.

Les relations anatomiques qui existent entre les rameaux nerveux terminaux et l'organe de *Corti* permet de se rendre compte du mécanisme par lequel on parvient non-seulement à entendre des sons divers mais encore plusieurs sons simultanés. Les derniers rameaux du nerf auditif sont en rapport chacun avec une fibre tendue (fibre de Corti) ou avec un fil rigide élastique ; ces fibres en très-grand nombre (de 3 à 4000) sont susceptibles d'entrer en vibration chacune pour un son distinct. Si donc un son simple se produit, la fibre correspondante entrera en vibration et ébranlant un seul filet nerveux procurera une sensation qui sera distincte de toute autre provenant d'un autre filet nerveux qui serait ébranlé par une autre fibre. Si un son complexe se manifeste, les diverses fibres correspondant au son fondamental et aux harmoniques entreront en vibration et ébranleront proportionnellement à leur intensité relative les filets nerveux auxquels elles communiquent.

On voit que le même son fondamental produira des sensations

diverses, suivant l'ordre et l'intensité des harmoniques concomitantes puisque ce seront des filets nerveux différents qui seront ébranlés, ou du moins les mêmes filets avec plus ou moins d'intensité.

APPAREIL AUDITIF CHEZ LES INVERTÉBRÉS.

338. Zoophytes. — Chez la plupart des Invertébrés, on ne connaît pas de parties spécifiques comparables à un organe auditif. L'insuffisance de nos connaissances sur le système nerveux des animaux inférieurs nous laisse dans l'incertitude sur la signification fonctionnelle de quelques organes particuliers considérés comme des organes des sens : c'est ainsi que, chez quelques *Cœlentérés* (*Méduses*), se trouvent attachés au bord du disque des *vésicules marginales* contenant des concrétions solides dans le genre des *otolithes* qu'on rencontre dans les vésicules auditives d'autres animaux inférieurs, sans qu'on ait pu établir avec certitude leur rôle véritable.

Vers. — Néanmoins, chez les Vers, on considère comme *organes auditifs* des parties qui, comme chez les Cœlentérés, ont la forme de vésicules simples ou doubles renfermant une concrétion calcaire sphérique ou un amas de petites pierres. Ces capsules auditives ont été observées chez les *Turbellariés*, les *Annélides* et les *Tuniciers*.

Arthropodes. — Dans la grande division des *Arthropodes*, ce n'est que chez les *Crustacés* et quelques *Insectes* qu'on a reconnu des organes spéciaux appropriés à recevoir les impressions sonores. Les organes auditifs des Crustacés sont situés à la base des grandes antennes extérieures : ils consistent en un sac membraneux plein de liquide et sur lequel s'étale le nerf auditif ; ces vésicules peuvent être ouvertes ou fermées. Dans les vésicules fermées se trouve une concrétion solide fixée par des poils fins ; dans les vésicules ouvertes, qui sont très-répandues chez les *Crustacés décapodes*, les otolithes sont ici remplacés par des grains de sable apportés du dehors et qui sont retenus par des poils qui naissent des parois de la vésicule (*poils auditifs*).

Une autre forme d'organe auditif a été signalée chez un petit nombre d'*Insectes* et particulièrement chez les *Orthoptères* : elle consiste en une membrane tendue qui représente une sorte de tympan ; à sa face interne s'appuie une vésicule sur laquelle

s'étalent des prolongements nerveux ayant l'aspect de petits bâtonnets auditifs. Ces terminaisons nerveuses disposées régulièrement sont les percepteurs du son ; le tympan et la vésicule sont des résonnateurs.

Mollusques. — L'appareil auditif des *Mollusques* se compose

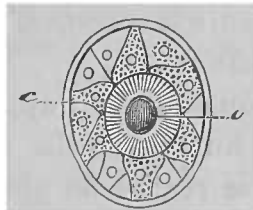


Fig231. — Organe auditif d'un Mollusque.

c, vésicule auditive. — o, otolithe.

aussi de vésicules contenant des concrétions calcaires et sur lesquelles sont répandues des ramifications nerveuses.

Chez les *Céphalopodes*, ces vésicules sont enfermées dans une sorte de labyrinthe cartilagineux qui est une simple excavation du cartilage céphalique.

Les otolithes présentent des aspects variés : tantôt elles sont très-nombreuses et en petits fragments, tantôt il n'y a qu'une concrétion sphérique.

APPAREIL AUDITIF CHEZ LES VERTÉBRÉS.

559. Par sa forme primitive, l'appareil auditif des Vertébrés se rattache à celui que nous avons indiqué chez les Invertébrés. Il se présente d'abord sous la forme d'une vésicule qui, par suite d'une évolution progressive, se développe en un système compliqué de cavités dont l'ensemble constitue le *labyrinthe membraneux*, partie essentielle de l'organe auditif ; en même temps, les parois de la capsule du cartilage céphalique se modifient pour former le *labyrinthe cartilagineux et osseux*. Les autres dispositions qui apparaissent chez les Vertébrés supérieurs ne sont que des organes de perfectionnement et de conduction des sons.

Poissons. — L'organe auditif des Poissons se réduit au labyrinthe membraneux (vestibule et canaux semi-circulaires), tantôt logé dans la substance du cartilage céphalique comme chez les Poissons cartilagineux, tantôt dans les os du crâne comme chez les Poissons osseux. L'état le plus simple de labyrinthe se rencontre chez les *Cyclostomes* : des parois du vestibule part un seul canal semi-circulaire qui revient sur lui-même en for-

mant un anneau complet. Le *Pétromyzon* a deux canaux semblables ; les *Plagiostomes* et les *Poissons osseux* en ont trois dont la disposition est la même que celle que l'on voit chez les Vertébrés supérieurs. Dans la partie du labyrinthe qui émet les canaux circulaires, on distingue déjà l'*utricule* et un appendice en forme de sac qui représente le *saccule*. L'*utricule* et le *saccule* contiennent des *pierres auditives*.

Enfin un fait remarquable de l'appareil auditif du Poisson est la communication du labyrinthe avec la vessie natatoire. Cette communication se réalise de plusieurs manières : tantôt elle a lieu par l'intermédiaire d'une chaîne d'osselets mobiles, tantôt par des continuations du vestibule et de la vessie à travers les parois du crâne, tantôt enfin par des canaux ramifiés de la vessie qui se terminent par des expansions en forme d'ampoule et se mettent en rapport avec des appendices du labyrinthe.

Batraciens. — La partie constante de l'appareil de l'ouïe des *Batraciens* est un labyrinthe membraneux analogue à celui des Poissons osseux ; on y trouve une fenêtre ovale fermée par l'étrier en forme de plaque ; mais il n'y a ni fenêtre ronde ni limaçon ; telle est la disposition que l'on rencontre chez les *Protées*, les *Cécilies*, l'*Axoloth*, les *Tritons*, etc. ; mais un certain nombre de Batraciens, les *Anoures*, possèdent, en outre, des parties correspondant à l'oreille moyenne, savoir : une membrane du tympan visible à l'extérieur ou cachée sous la peau, une caisse du tympan, trois osselets et une trompe d'Eustache.

Reptiles. — Comme dans les Batraciens, certains Reptiles (*Ophidiens*) manquent de caisse du tympan ; d'autres en ont une avec une membrane du tympan visible à l'extérieur ou recouverte par la peau et une trompe d'Eustache (*Chéloniens*, *Crocodiliens*, *Sauriens*). Tous ont un labyrinthe membraneux enfoncé en totalité dans l'intérieur du crâne avec une fenêtre ovale, une fenêtre ronde et un limaçon.

Oiseaux. — L'organe auditif est presque aussi complet que celui des Mammifères, sauf le pavillon. Le conduit auditif externe est formé par un canal ostéo-membraneux qui traverse le temporal ; la caisse du tympan reçoit de l'air par la trompe d'Eustache et le communique aux os de la tête, ce qui augmente la résonance des sons ; le limaçon est, presque droit et séparé par une cloison membraneuse en deux conduits, la rampe tympanique et celle du vestibule.

Mammifères. — L'appareil auditif des Mammifères présente la même conformation que celui de l'Homme et les différences de détail qu'on y observe n'ont pas assez d'importance physiologique pour qu'on s'y arrête. Le limaçon est très-variable quant au nombre de circonvolutions qui peut être d'un et demi à quatre tours. L'oreille externe manque dans les *Monotrèmes* et les *Cétacés*, et chez ces derniers le conduit auditif est extrêmement étroit. Le pavillon présente de nombreuses modifications soit dans sa forme, soit dans son degré de mobilité ; chez les animaux craintifs il est dirigé en arrière, tandis que, chez les animaux chasseurs, il se porte en avant ce qui, avec l'odorat, les guide dans la recherche de leur proie ; enfin il est droit chez le Cheval, le Chat, le Lièvre ; il est incliné sur les côtés de la tête chez l'Éléphant et le Chien.

VISION

360. La vision ou la vue est le sens qui nous fait percevoir les sensations lumineuses. Son agent excitateur est la *lumière*, dont l'action est due aux vibrations de l'*éther*, fluide éminemment subtil et élastique qui remplit tout l'espace et dans lequel se propagent les ondes lumineuses, comme les corps matériels propagent les ondes sonores.

APPAREIL DE LA VISION

361. L'appareil de la vision comprend : 1° l'œil ou le globe oculaire, organe physique qui recueille et concentre les vibrations lumineuses sur une membrane sensible ; 2° des parties accessoires qui servent, les unes à protéger l'œil (*cavités orbitaires, paupières, sourcils*), les autres à le mouvoir (*muscles de l'œil*), d'autres enfin à le conserver (*voies lacrymales*).

GLOBE OCULAIRE

362. Le globe de l'œil a la forme d'un sphéroïde irrégulier placé au milieu de la cavité orbitaire dans laquelle il se meut librement. Son diamètre antéro-postérieur est de 24 millimètres ; ses diamètres transverse et vertical ont environ 23 millimètres

Considéré au point de vue anatomique, l'œil est constitué par

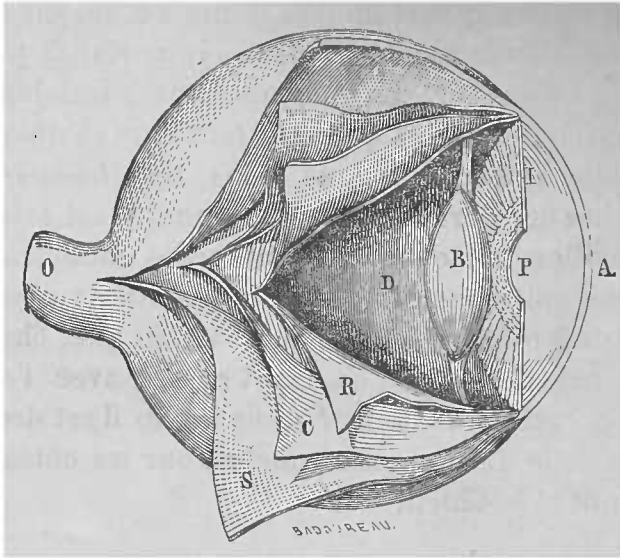


Fig. 232. — Globe oculaire montrant les membranes et les milieux transparents.

S, sclérotique. — C, choroïde. — R, rétine. — A, cornée. — I, iris. — P, pupille. — B, cristallin. — D, humeur vitrée. — O, nerf optique.

des parties transparentes qui sont enveloppées par plusieurs membranes dont la portion antérieure est aussi transparente.

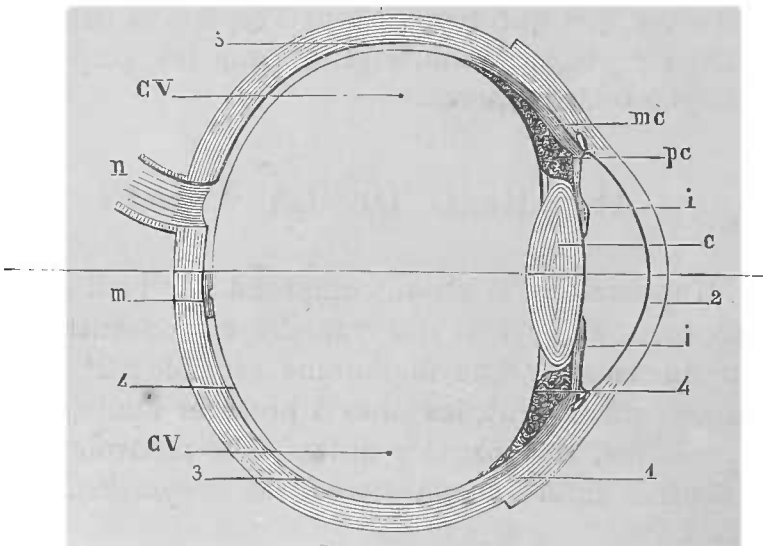


Fig. 233. — Schéma de l'œil.

1, sclérotique. — 2, cornée. — 33, choroïde. — 4, rétine. — ii, iris. — c, cristallin. — VC, corps vitré. — pc, procès ciliaires. — mc, muscles ciliaire. — n, nerf auditif. — m, tache jaune.

Les membranes sont au nombre de trois : la *sclérotique* et la *cornée*, la *choroïde* et la *rétine*.

Les parties transparentes ou milieux de l'œil sont : l'*humeur aqueuse*, le *cristallin* et le *corps vitré*.

Considéré au point de vue physiologique, de même que tous les autres organes des sens, l'œil est essentiellement formé par une membrane sensible, la *rétine*, qui n'est que l'épanouissement du nerf optique, et par un appareil physique sorte de chambre noire où les rayons lumineux, en se réfractant par leur passage à travers les différents milieux de l'œil, viennent former sur cette expansion impressionnable une image des objets extérieurs (fig. 232).

MEMBRANES DE L'OEIL.

565. Sclérotique. — La sclérotique, la membrane la plus extérieure de l'œil, détermine la forme de cet organe, le protège contre l'action des corps étrangers et donne insertion aux tendons des muscles qui doivent le mouvoir.

Fibreuse chez l'homme, elle devient cartilagineuse et même osseuse chez les Oiseaux et les Reptiles. En avant, cette membrane se modifie ; de blanche et opaque, elle devient hyaline et incolore et prend alors le nom de *cornée transparente* par rapport à la portion postérieure que l'on nomme aussi *cornée opaque* ; en arrière, elle est percée d'une ouverture destinée au passage du nerf optique. Son épaisseur est d'environ 1 millimètre.

Cette membrane est formée par l'entre-croisement de fibres serrées et résistantes de tissu conjonctif au milieu desquelles se trouve un réseau élastique.

La *cornée transparente* ou simplement la *cornée* complète en

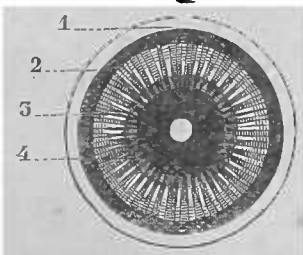


Fig. 234. — Segment antérieur des membranes de l'œil vues en arrière.

1, Sclérotique. — 2, choroïde. — 3, procès ciliaires. — 4, face postérieure de l'iris montrant la couche de cellules noires appelée uvée.

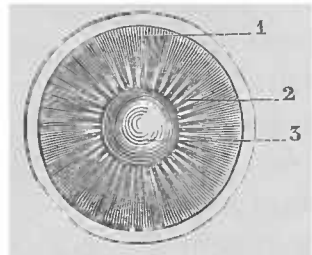


Fig. 235.

1, corps vitré. — 2, procès ciliaire du corps vitré, zone de Zinn. — 3, cristallin.

avant la coque de l'œil. Elle est enchâssée dans la partie antérieure de la sclérotique comme un verre de montre bombé et

se compose d'un tissu fibreux semblable à celui de la sclérotique, revêtue sur ses deux faces d'une couche épithéliale : elle ne contient pas de vaisseaux sanguins.

364. Choroïde. — Située à la face interne de la sclérotique, la choroïde est une membrane de couleur foncée composée de deux couches, l'une extérieure vasculaire, l'autre intérieure tapissée par des cellules pigmentaires régulièrement hexagonales surtout à la partie antérieure. Chez quelques animaux, le Bœuf par exemple, les cellules noires font défaut à la partie postérieure qui présente un aspect métallique formant ce que l'on nomme le *tapis*.

A son extrémité antérieure, la choroïde se sépare en deux feuillets, l'un qui s'applique à la face interne de la sclérotique et à la face postérieure de l'iris, c'est le *muscle ciliaire* ou *tenseur de la choroïde*, l'autre qui se plisse en formant de nombreux replis, les *procès ciliaires* au nombre de 70 à 72 qui entourent la circonférence du cristallin et la *zone de Zinn* (fig. 235 et 234).

365. Iris. — L'iris représente une cloison membraneuse disposée verticalement au-devant du cristallin : c'est pour l'œil un diaphragme mobile percé à son centre d'une ouverture nommée *pupille* ou *prunelle*; cette ouverture se resserre sous l'influence d'une vive lumière ou lorsqu'on regarde un objet rapproché ; elle se dilate dans l'obscurité ou quand on regarde un objet éloigné.

L'iris est convexe en avant et d'autant plus que le cristallin est plus bombé. Sa face antérieure est diversement colorée, ce qui tient à la quantité plus ou moins grande de pigment qui se trouve dans sa portion superficielle. Sa face postérieure est tapissée de cellules noires dont la réunion constitue ce que les anciens appelaient l'*uvéa*. Enfin l'iris contient dans son épaisseur des fibres musculaires, les unes circulaires qui servent à contracter la pupille, les autres rayonnées qui déterminent sa dilatation.

La couleur de l'iris peut être ramenée à quatre nuances principales, le bleu, le vert, le gris et le brun. Les yeux de chacune de ces nuances peuvent varier du ton le plus clair au ton le plus foncé ; mais jamais la coloration est uniforme. Cette teinte tient surtout à la structure même de cette membrane et le ton dépend de l'épaisseur des cellules pigmentaires.

366. Rétine. — La structure de la rétine est très compliquée.

Elle se compose en partie d'éléments nerveux (fibres nerveuses, ganglions, noyaux) et en partie d'éléments particuliers à l'organe

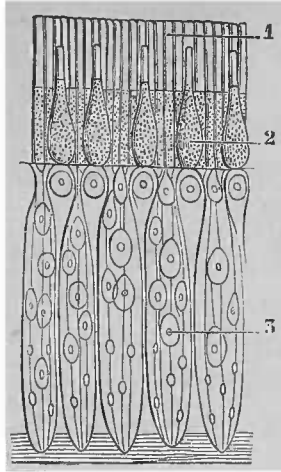


Fig. 236. — Schéma de la rétine.

1, bâtonnets. — 2, cônes. — 3, éléments nerveux (fibres et cellules).

de la vision, la couche des *bâtonnets* et des *cônes*. Les bâtonnets

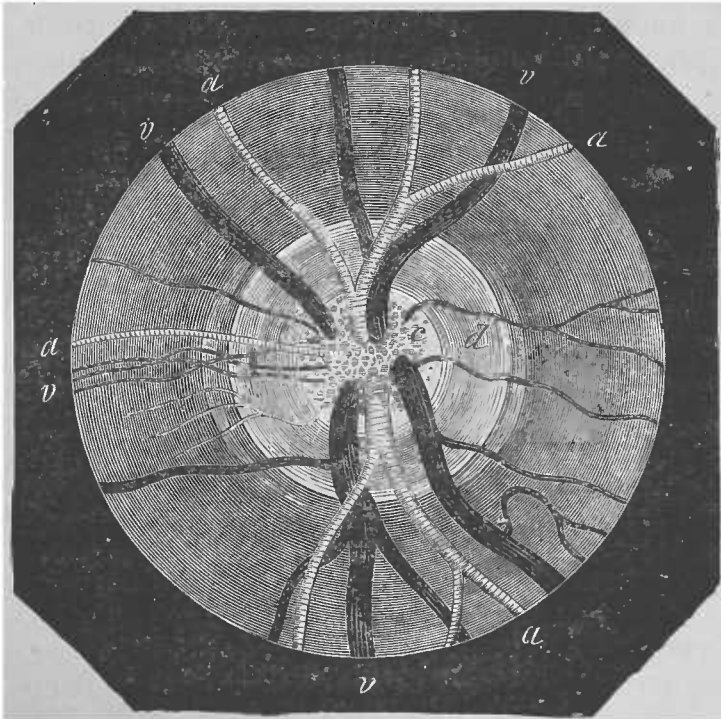


Fig. 237. — Rétine montrant la papille *c* du nerf optique ; les artères *a* et les veines *v*.

représentent des petits cylindres de $0^{\text{m}},06$ à $0^{\text{m}},08$ de longueur, formés d'une substance très-réfringente, pressés les uns contre

les autres comme les pieux d'une palissade ; dans leur intervalle se trouvent des cônes plus épais et plus courts que les bâtonnets ; c'est dans la tache jaune qu'ils sont plus nombreux.

367. Structure de la rétine. — La rétine, membrane sensible du globe oculaire, est constituée par l'épanouissement du nerf optique. C'est une membrane mince, très-délicate, presque transparente, dont l'épaisseur est de 0^{mm},2 à 0,3. Ses deux faces sont lisses et sans adhérence avec le corps vitré et la choroïde. A sa face interne, un peu au-dessous et en dedans de l'axe visuel, elle présente une tache blanche circulaire de 0^{mm},002 de diamètre, qui fait légèrement saillie et qu'on nomme la *papille optique* : c'est le point où le nerf optique pénètre dans l'œil et d'où partent les vaisseaux centraux de la rétine qui se ramifient dans toutes les directions.

En dehors de la papille, c'est-à-dire à l'extrémité postérieure de l'axe optique, on remarque une tache de couleur jaune d'or (*macula lutea*), tache de 0^{mm},002 de diamètre qui est pour la vision le point le plus important de la rétine.

Comme nous le verrons plus loin, la papille est insensible à la lumière ; on l'appelle le *punctum cæcum*. La tache jaune est le point essentiel de la vision distincte. En avant, la rétine s'amincit et se termine par un rebord dentelé (*ora serrata*).

MILIEUX DE L'ŒIL.

368. Humeur aqueuse. — Ce liquide, composé essentiellement d'eau et d'une petite quantité de matières solides en dissolution, occupe l'espace compris entre la cornée, l'iris et le cristallin : on donne à cet espace le nom de *chambre antérieure* de l'œil. L'iris étant en contact avec la lentille cristalline, il n'existe pas réellement de chambre postérieure de l'œil, comme on l'admettait autrefois. Son indice de réfraction diffère peu de celui de l'eau.

369. Cristallin. — C'est une lentille biconvexe, incolore, plus bombée en arrière qu'en avant, placée à la partie antérieure de l'œil entre l'humeur aqueuse et le corps vitré. Le rayon de courbure de la première face est de 10 millimètres ; celui de la seconde n'atteint seulement que 6 millimètres.

Le cristallin est entouré d'une membrane amorphe transparente, la *capsule du cristallin*, qui se moule exactement sur lui.

La substance qui le constitue est molle, élastique, réfringente et de nature albumineuse; elle est composée de fibres prismatiques rayonnées, qui par leur réunion forment des couches concentriques emboîtées les unes dans les autres comme les couches d'un oignon; au centre, se trouve un noyau plus consistant: l'indice de réfraction du cristallin est 1,39.

370. Corps vitré. — Enfin toute la partie qui sépare le cristallin de la rétine est occupée par une masse gélatineuse, homogène, contenue dans une membrane d'une transparence parfaite, *membrane hyaloïde*: on donne à cette substance le nom de *corps vitré*.

La membrane hyaloïde par son feuillet postérieur se soude à la capsule cristalline et la maintient dans sa position; par son feuillet antérieur, elle constitue la *zone de Zinn*, s'accole et se soude aux procès ciliaires et va s'attacher à la face antérieure et au pourtour du cristallin.

PARTIES ACCESSOIRES DE L'APPAREIL DE LA VISION

Les parties accessoires comprennent un appareil de protection (cavité orbitaire, sourcils et paupières), un appareil de mouvement (muscles de l'œil) et un appareil de conservation (voies lacrymales).

371. Cavité orbitaire, sourcils. — Le globe oculaire entouré de tissu cellulaire et graisseux est logé dans la cavité orbitaire qui le protège contre l'action des corps étrangers. Cette cavité est formée en partie par les os du crâne et en partie par les os de la face.

Au-devant de l'arcade orbitaire et au-dessus des paupières se trouvent les sourcils, éminences arquées, recouvertes de poils raides et courts dont la couleur est généralement la même que celle des cheveux. La peau qui les supporte est épaisse et intimement unie à une couche musculaire formée par le muscle frontal et le muscle sourcilier.

Les sourcils sont un des attributs de l'espèce humaine. Ils servent à intercepter les rayons lumineux qui tombent verticalement et à empêcher la sueur du front de se diriger vers le globe oculaire, ce qui troublerait l'exercice de la vision.

572. Paupières. — Les paupières sont deux voiles membraneux placés au-devant de l'œil qu'ils recouvrent plus ou moins ; quelques animaux en possèdent une troisième qui, chez l'Homme, est rudimentaire ; on l'appelle la membrane *clignotante*.

Chaque paupière contient dans son épaisseur une petite lame cartilagineuse (cartilage *tarse*) qui, sur sa face extérieure, est recouverte par la peau et sur sa face intérieure par une membrane muqueuse qui se réfléchit sur le globe oculaire sous le nom de *conjonctive oculaire*. Le bord libre porte des cils et les orifices de glandes spéciales (*glandes de Meibomius*).

La surface de la conjonctive et la face antérieure de la cornée sont constamment humectées par trois sécrétions : 1° la sécrétion des glandes de Meibomius logées sous la conjonctive, à la face interne des paupières : elles produisent une matière grasse qui s'oppose à ce que les larmes coulent au-devant des paupières ; 2° le mucus des glandes oculaires situées aussi dans l'épaisseur du bord libre des paupières ; 3° le liquide des larmes produit par les glandes lacrymales.

573. Appareil lacrymal. — Cet appareil comprend un organe sécréteur, la *glande lacrymale* avec ses conduits excréteurs et

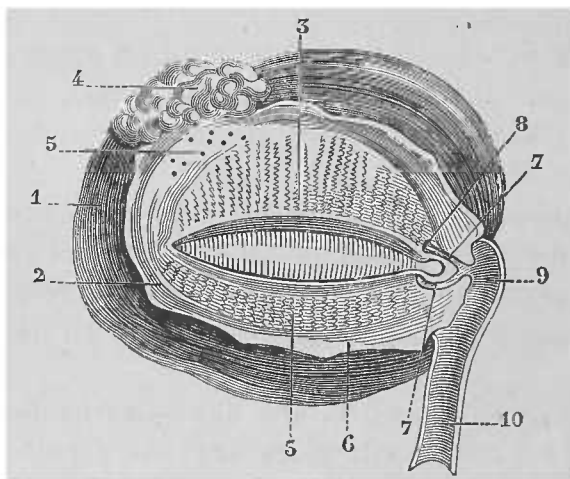


Fig. 238.

1, muscle orbiculaire des paupières. — 2, conjonctive. — 3, 3 cartilages tarse et glandes de Meibomius. — 4, glande lacrymale. — 5, orifices des conduits excréteurs. — 8, points lacrymaux. — 7, 7', conduits lacrymaux. — 9, sac lacrymal. — 10, canal nasal.

les *voies lacrymales*, c'est-à-dire les canaux qui transportent les larmes dans les fosses nasales composés des *conduits lacrymaux*, du *sac lacrymal* et du *canal nasal*.

La glande lacrymale est une glande qui par sa structure se

rapproche des glandes salivaires ; elle est formée de deux portions distinctes, l'une supérieure qui occupe la fossette orbitaire, l'autre inférieure qui est placée dans l'épaisseur de la paupière supérieure. Les *larmes*, c'est-à-dire le liquide fourni par cette glande, est limpide, incolore, alcalin, essentiellement composé d'eau ; il contient en outre un peu d'albumine et des sels alcalins. Les larmes se déversent dans l'œil par cinq ou sept petits trous placés sur le bord externe de la paupière supérieure ; une partie disparaît par évaporation, et l'excédant s'accumule à l'angle interne de l'œil et est reçue par deux fines ouvertures, les points lacrymaux, orifices des conduits lacrymaux ; ceux-ci le dirigent dans le sac lacrymal et le canal nasal pour arriver jusque dans les fosses nasales (fig. 238).

Les larmes ont pour rôle de maintenir humide la surface du globe oculaire, condition nécessaire à la conservation de cet organe ; de plus, en traversant les fosses nasales, elles lubrifient les voies respiratoires et s'opposent ainsi à l'action desséchante du courant d'air de la respiration et contribuent à donner à cet air le degré d'humidité favorable à l'échange des gaz dans les poumons.

374. Muscles de l'œil. — Le globe oculaire se meut dans l'orbite de manière à diriger son axe dans tous les sens ; il peut encore recevoir des mouvements de rotation autour de cet axe. Ces divers mouvements sont opérés par six muscles. Ce sont d'abord les quatre muscles droits, dont l'action est facile à comprendre :

1° le *droit interne* et le *droit externe* qui s'attachent tous deux autour du trou optique et viennent se terminer au côté interne et externe du globe oculaire : leur action est rotatrice autour de l'axe vertical de l'œil.

2° Le *droit supérieur* et le *droit inférieur* qui naissent également du trou optique, s'insèrent aux parties supérieures et inférieures du globe oculaire ; ils font tourner l'œil autour d'un axe horizontal.

3° Les *deux muscles obliques*, destinés à opérer le mouvement de rotation du globe autour de son axe antéro-postérieur. Le muscle grand oblique ou oblique supérieur prend aussi son origine au niveau du trou optique, et se dirige en avant le long de la partie interne de l'arcade orbitaire où il devient tendineux ; son tendon passe dans une petite anse, s'y réfléchit et va se fixer à la partie postérieure et externe du globe oculaire. Le

muscle petit oblique s'insère à la partie antérieure et interne de l'orbite, se dirige vers la tempe pour se fixer au-dessus du grand oblique. Le premier porte la pupille en bas et en dehors; le second la porte en haut et en dedans.

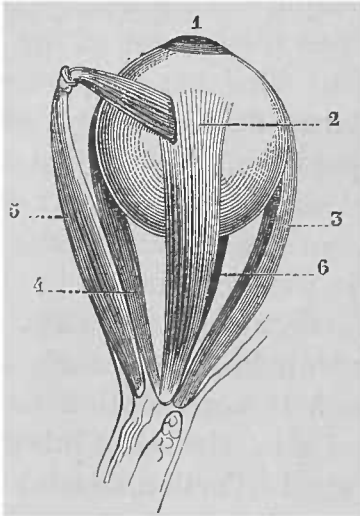


Fig. 239. — Muscles de l'œil.

1, face supérieure de l'œil. — 2, droit supérieur. — 3, droit externe. — 4, droit interne. — 5, muscle grand oblique. — 6, droit inférieur.

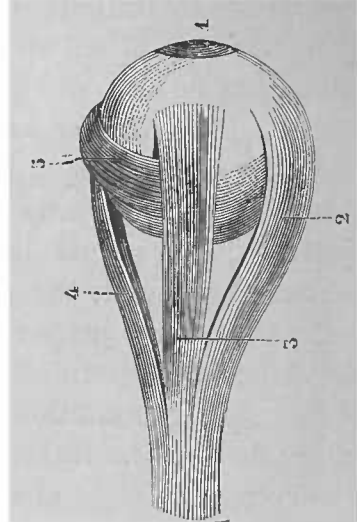


Fig. 240. — Muscles de l'œil.

1, face externe de l'œil. — 2, droit inférieur. — 3, droit externe. — 4, droit supérieur. — 5 petit oblique.

A l'étude des muscles de l'œil se rattachent celle des muscles des paupières qui sont au nombre de deux : 1° le *releveur de la paupière* supérieure qui concourt avec le *droit supérieur* à relever la paupière, mais son action spéciale est surtout de tenir l'ouverture palpébrale ouverte ; — 2° le *sphincter orbiculaire* formé de fibres disposées en anses ; en se contractant sous l'influence de la lumière ou d'un corps étranger, il réduit l'ouverture palpébrale en une fente transversale.

FORMATION DES IMAGES DANS L'OEIL.

375. Au point de vue optique, l'œil peut être considéré comme un appareil de réfraction compliqué, une chambre noire, constitué par des milieux inégalement réfringents (cornée, humeur aqueuse, cristallin, corps vitré), séparés par des surfaces à peu près sphériques et centrées. Pour simplifier la marche des rayons lumineux à travers ce système réfringent, tout en restant dans

une approximation suffisante, on peut faire abstraction de ces divers milieux et les remplacer par une lentille convergente, homogène, d'un indice de réfraction de 1,39 à 1,40 qui produirait le même effet total. Dans ces conditions, pour construire l'image d'un objet, il n'y a qu'à joindre chacun des points de l'objet au centre optique et à prolonger les lignes de direction

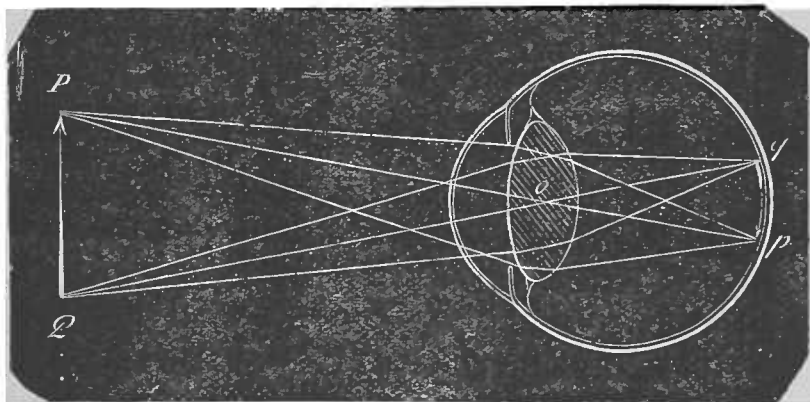


Fig. 241. — Figure montrant la construction des images sur la rétine.

PQ, objet. — pq , image rétinienne. — o , centre optique.

jusqu'à la rétine. Comme le montre la figure 241, tant qu'il existe entre l'œil et l'objet une distance de plus de vingt mètres, pour un œil régulièrement conformé (œil emmétrope), l'image se fait rigoureusement sur la rétine; elle est très-nette et renversée. Quand cette distance diminue, le foyer des rayons lumineux a lieu en arrière de cette membrane en supposant que les conditions optiques restent les mêmes et, dans ce cas, l'image n'est plus aussi nette, conformément à ce qui se passe dans la réfraction à travers les lentilles convergentes.

L'angle des deux rayons correspondant aux points extrêmes s'appelle *angle visuel* ou *diamètre apparent*. La grandeur de l'angle visuel varie avec la grandeur de l'objet et sa distance à l'œil; à grandeur égale, on voit que le diamètre apparent d'un corps varie en raison inverse de la distance de l'objet. L'œil est incapable de distinguer les objets dont le diamètre apparent est moindre que 60". On conçoit facilement, par suite de l'existence d'une telle limite, que l'on a tout intérêt pour l'observation d'un corps à l'examiner sous le plus grand diamètre apparent possible.

Pour rendre visible l'image rétinienne, on peut prendre un

œil de Bœuf fraîchement extrait dont on enlève avec précaution la partie postérieure de la sclérotique et de la choroïde en laissant la rétine intacte. Une bougie allumée, placée à une certaine distance de cet œil ainsi préparé, donne sur la rétine une image nette et renversée de la bougie. On peut aussi se servir avec avantage de l'œil d'un Lapin albinos dont la choroïde manque de pigment, ce qui permet de voir l'image à travers la sclérotique. Enfin l'image peut être observée directement dans l'œil de l'Homme vivant à l'aide d'un instrument remarquable par ses applications et auquel on donne le nom d'*ophthalmoscope*.

A cet effet, devant l'œil qu'on veut observer on place un miroir plan ou concave percé à son centre d'une petite ouverture et sur

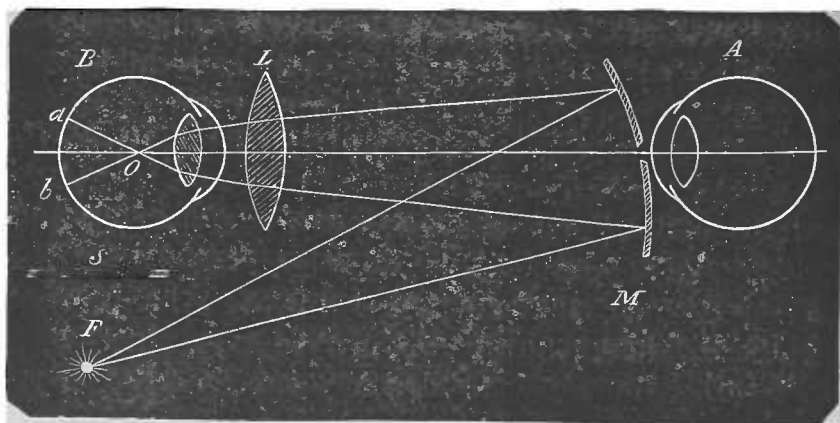


Fig. 242. — Figure montrant l'éclairage de l'œil.

B. œil en expérience. — F, lampe. — S, écran. — L, lentille qui concentre les rayons sur la rétine. — *ab*, portion éclairée de la rétine. — A, œil de l'observateur.

lequel on fait tomber les rayons lumineux provenant d'une lampe placée en F ; le faisceau réfléchi traverse les milieux de l'œil et vient former en *o* une image de F que l'on peut toujours amener en *ab* en déplaçant la lentille L ; la rétine ainsi éclairée émet à son tour des rayons qui traversent l'œil en sens inverse et en sortent dans la direction même du miroir qui les renverrait en F, s'il ne présentait une ouverture par laquelle ces rayons passent pour aboutir dans l'œil de l'observateur placé derrière ce miroir (fig. 242).

Or *ab* étant l'image primitive située sur la rétine, les rayons qui en sortent donnent une nouvelle image aérienne *a'b'* qui n'est pas assez nette et assez vive ; c'est dans ce but que l'on met à une petite distance de l'œil une lentille convergente D,

qui substitue à l'image $a'b'$ une image $a''b''$ plus petite et plus vivement éclairée qui sera vue par l'observateur B regardant à travers le trou du miroir C. On peut donc au moyen de l'oph-

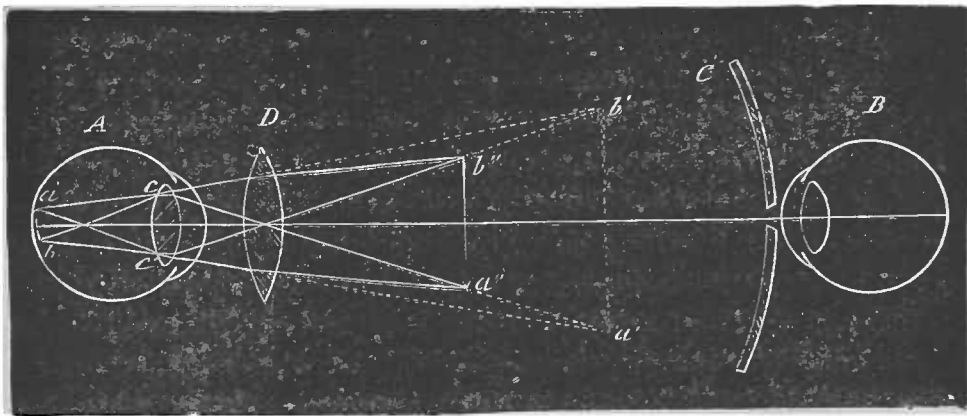


Fig. 243. — Figure montrant la marche des rayons émis par l'image ab

A, œil observé. — B, œil de l'observateur. — $a'b'$, l'image aérienne de ab sans la lentille D.
— $a''b''$ image aérienne avec la lentille D.

thalmoscope regarder les images des objets extérieurs et voir même la rétine avec ses vaisseaux (fig. 243 et 244).

L'ophthalmoscope permet aussi de vérifier directement ce fait admis depuis longtemps, que cette image se forme sur la tache jaune; ce n'est donc qu'en ce point, qui n'a pas plus d'un millimètre, que l'image rétinienne a toute sa netteté; dans toute autre position, ses contours sont vagues et confus, et les mouvements que nous exécutons pour voir un objet avec netteté n'ont d'autre but que de ramener l'image optique en ce point; c'est aussi, en partie pour ce motif, que nous voyons distinctement et avec détail dans le champ visuel les objets que nous fixons; par contre on peut démontrer que le lieu d'émergence du nerf optique, la papille, est complètement insensible à l'action de la lumière; c'est pourquoi on donne à cette région le nom de point aveugle (*punctum cæcum*). Qu'on trace sur une feuille de papier deux points noirs (A) et B) distants de 5 centimètres; qu'on ferme l'œil gauche et qu'après s'être placé à une distance de 15 centimètres, on fixe avec l'œil droit le point (A) situé à gauche, on n'apercevra pas le point (B) situé à droite. Dans toutes les autres positions rapprochées ou éloignées, le point (B) devient visible. Ce résultat s'explique en ce que, dans la position indiquée, les conditions de l'expérience sont telles que l'image du point

(B) se fait sur le point aveugle et par suite ne peut pas être perçue.

376. Propriétés physiologiques de la rétine. — Dans l'état normal, la rétine présente une coloration pourpre très-intense qui disparaît par l'action directe et prolongée des rayons solaires. On le démontre en détachant un fragment de rétine et en l'exposant pendant quelques minutes à la lumière du jour ; on voit cette membrane pâlir peu à peu, puis finir par blanchir complètement. Pendant la vie, cette matière colorante est constamment

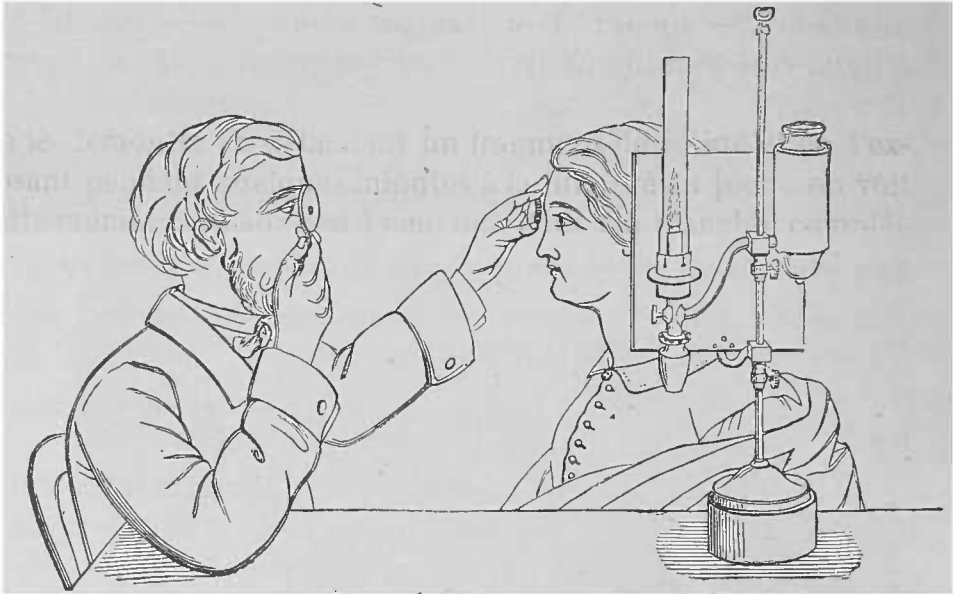


Fig. 244. — Examen de l'image rétinienne au moyen de l'ophthalmoscope.

détruite par la lumière qui arrive dans l'œil et constamment elle est régénérée. Les expériences de Kühne établissent ce fait remarquable que la régénération continuelle de cette substance impressionnable est due à l'action de la choroïde : pour s'en convaincre, il suffit d'exposer à la lumière du jour la rétine arrachée de l'œil d'un animal en y laissant adhérer quelques débris de la choroïde ; on constate que la rétine s'est décolorée en partie et que les points en contact avec la choroïde sont seuls restés d'un rouge intense. Il suit de là « que l'ensemble de la choroïde, ainsi que le dit Kühne, constitue non pas seulement une plaque photographique, mais une sorte d'atelier complet de photographie où l'ouvrier, renouvelant sans cesse la matière sensible à la lumière, remet continuellement la plaque en état en même temps qu'il efface l'image qui vient de se former. » La découverte de cette propriété devait conduire naturelle-

ment à l'expérience de l'optographie, c'est-à-dire à la possibilité de conserver la trace de petites images qui se forment sur la rétine : en effet, si on expose à la lumière diffuse un œil de Lapin et qu'on le dirige vers un châssis vitré, on reconnaît sur le revers de la rétine une image du châssis d'une netteté parfaite. En répétant la même expérience avec l'œil d'un Lapin vivant, on n'obtient aucune image et ce résultat négatif montre que, dans l'œil vivant, la régénération de la couleur pourpre compense continuellement l'effet de la lumière et empêche ainsi d'avoir des images persistantes, tandis que l'épreuve obtenue sur la rétine provenant d'un animal mort montre un phénomène contraire.

ACCOMMODATION DE L'ŒIL.

377. Nous savons que l'œil est conformé de manière à voir nettement les objets placés à une distance infinie, en d'autres termes, des rayons parallèles tombant sur la cornée vont former leur foyer sur la rétine.

Mais l'œil jouit de la faculté merveilleuse de modifier dans une certaine mesure le pouvoir réfringent de la lentille cristalline de manière à amener toujours l'image sur la rétine et de rendre ainsi possible la vision nette d'objets placés à diverses distances ; on donne à cette propriété le nom d'*accommodation* ou d'*adaptation*.

L'existence de l'accommodation peut être mise en évidence par une expérience ancienne (expérience des deux épingles) qui consiste à regarder deux épingles fixées sur une règle horizontale à des distances peu différentes. Lorsque l'œil voit nettement l'épingle la plus éloignée, l'image de l'épingle la plus voisine est confuse et nébuleuse ; après un certain effort, l'œil parvient à distinguer nettement l'épingle voisine, mais il ne voit plus aussi bien celle qui est la plus éloignée. L'œil peut donc à volonté s'accommoder à la vision nette de deux objets placés à des distances différentes, mais il ne peut voir à la fois l'objet rapproché et l'objet éloigné.

Une autre expérience due à Scheiner, facile à répéter, est très-propre à démontrer la même propriété : on fait à une carte deux petits trous très-voisins l'un de l'autre et dont la distance est moindre que l'ouverture de la pupille. Si l'on regarde alors une épingle à travers ces deux trous, on constate qu'à une

certaine distance l'objet est simple, tandis qu'au delà ou en deçà de ce point l'image est double ; toutefois la place où l'image paraît simple n'est pas fixe ; elle varie avec la puissance d'accommodation de l'œil qui peut, dans une certaine étendue, n'apercevoir qu'une seule image.

L'explication est facile : lorsque l'image est simple, c'est que les deux faisceaux lumineux qui pénètrent par les deux trous de la carte se réunissent en un seul point de la rétine et donnent une impression unique ; lorsque l'image est double, les deux faisceaux ne coïncident plus sur la rétine, mais en avant ou en arrière, et par suite deux points distincts de cette membrane sont impressionnés.

373. Mécanisme de l'accommodation. — L'existence de l'accommodation étant établie expérimentalement, il nous reste maintenant à en exposer le mécanisme. C'est à Cremer et à Helmholtz que revient l'honneur d'avoir démontré d'une façon saisissante que la condition essentielle de ce phénomène réside dans une augmentation de courbure de la face antérieure du cristallin, sous l'action du *muscle ciliaire*.

Cette démonstration s'appuie sur l'expérience célèbre de

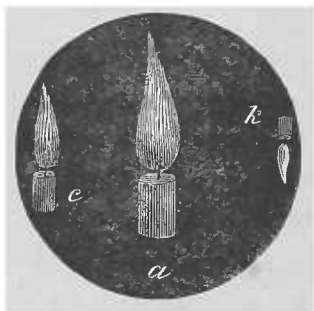


Fig. 245. — Position des images dans la vision des objets rapprochés.

c, image cornéenne. — *a*, image due à la face antérieure du cristallin. — *k*, image produite par la face postérieure du cristallin.

c, image de la cornée. — *a*, image de la face antérieure du cristallin. — *k*, image de la face postérieure.

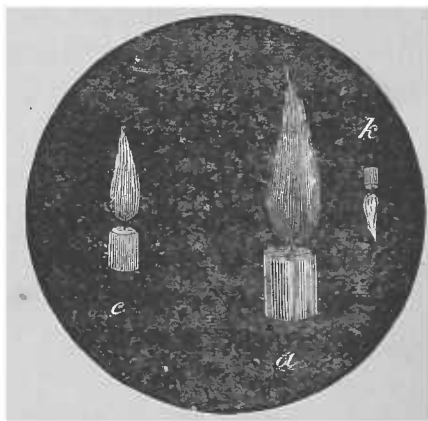


Fig. 246. — Position des images dans la vision des objets éloignés.

Purkinge, c'est-à-dire sur la formation de trois images de la flamme d'une bougie placée au-devant de l'œil ; on voit dans le champ pupillaire : 1° une image cornéenne *c* droite et verti-

cale due à la réflexion de la lumière à la surface de la cornée agissant comme miroir convexe; 2° une image a droite, mais moins vive, produite par réflexion sur la surface antérieure du cristallin qui représente aussi un miroir convexe; 3° une image k petite et renversée déterminée par réflexion sur la face postérieure du cristallin qui joue le rôle de miroir concave.

En examinant avec attention ces images dans un œil qui regarde d'abord des objets éloignés, puis des objets rapprochés, on voit que : 1° l'image c de la cornée ne subit aucun changement de grandeur ni de position; 2° l'image a se rétrécit et se rapproche de la précédente; 3° l'image k se rétrécit un peu et s'éloigne de a . Cette expérience montre que la courbure de la cornée n'éprouve aucune modification, puisque l'image à laquelle elle donne naissance ne varie pas, mais la seconde image diminuant de grandeur, on doit en conclure que dans la vision des objets rapprochés la face antérieure du cristallin est devenue plus bombée. Donc, lorsqu'un objet se rapproche graduellement de l'œil, la contraction du muscle ciliaire détermine un accroissement dans la convexité du cristallin, par suite, le pouvoir réfringent de cette lentille augmente de manière à ramener toujours le foyer des rayons lumineux sur la couche des bâtonnets. Helmholtz, par des mesures précises, a reconnu que le rayon de courbure de la face antérieure du cristallin peut varier de 11,9 pour la vision à grande distance jusqu'à 8^{mm},6 pour la vision rapprochée; mais l'objet se rapprochant de plus en plus de l'œil, il arrive un moment où la vision devient confuse; c'est qu'alors on a dépassé la limite de l'accommodation, limite qui varie suivant les individus. Pour l'œil normalement constitué, l'étendue de l'accommodation est de l'infini à 15 ou 12 centimètres.

DIVERSES ESPÈCES DE VUE.

579. L'observation démontre que tous les yeux ne sont pas susceptibles de s'accommoder également, et l'étendue de l'accommodation présente de grandes différences d'un individu à un autre, ce qui a conduit à distinguer des conditions de vision particulières qui dépendent de la puissance d'adaptation

Suivant l'usage, le point le plus rapproché pour lequel l'œil puisse s'accommoder s'appelle le *point de proximité* (*punctum*

proximum) ; le plus éloigné est dit *point d'éloignement* (*punctum remotum*).

L'étude des différences individuelles, au point de vue de la réfraction, permet d'établir trois catégories d'yeux.

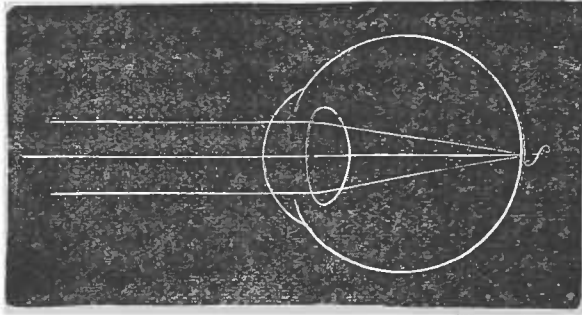


Fig. 247. — Œil normal.

Rayons parallèles formant leur foyer sur la rétine.

1° *Œil normal ou emmétrépe*. — Cet œil est constitué de telle sorte que le point le plus éloigné peut être considéré comme étant à l'infini, ce qui veut dire que des rayons parallèles convergent sur la rétine, l'œil étant à l'état de repos ; son axe optique est en moyenne de 26 millimètres.

2° *Œil myope ou mieux brachymétrépe*. — Ce sont les yeux dont le point éloigné se trouve à une distance finie de l'organe, en d'autres termes des rayons parallèles font leur foyer en avant de la rétine ; ce défaut peut dépendre d'une longueur exagérée

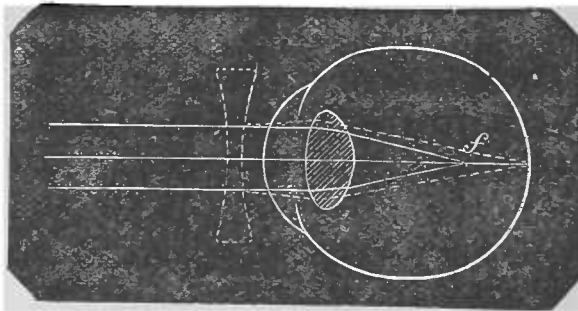


Fig. 248. — Œil myope.

Rayons parallèles formant leur foyer en avant de la rétine.

de l'axe optique (33 millimètres) ou d'un excès dans le pouvoir réfringent des milieux de l'œil.

C'est par des verres capables de diminuer la convergence des

rayons extrêmes, autrement dit par des verres concaves, que l'on pourra ramener sur la rétine le foyer des rayons parallèles.

3° *Œil hypermétrope*. — Cet œil est l'inverse de l'œil myope ; les rayons parallèles ou qui partent d'un point f font leur foyer en arrière de la rétine ; les rayons convergents peuvent seuls se

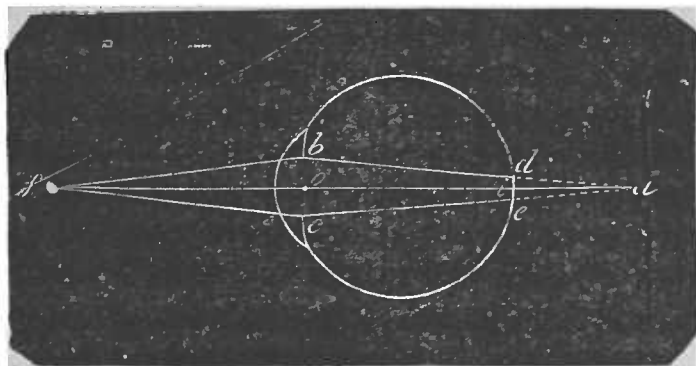


Fig. 249. — Œil hypermétrope.

f , point lumineux. — a , foyer. — bc , ouverture de la pupille. — ed , cercle de diffusion.

réunir sur la membrane sensible. Le point éloigné est au delà de l'infini ou plutôt il n'existe pas de point d'éloignement ; ce défaut tient surtout à une diminution de l'axe optique (19 millimètres). Dans ce genre de vue, l'œil ne peut voir distinctement aucun objet sans effort d'accommodation, ce qui produit une fatigue souvent très gênante.

On remédie à ce défaut par l'emploi de verres convergents.

4° *Œil presbyte*. — La presbyopie a été longtemps considérée comme un trouble de la réfraction opposée à la myopie parce que, dans ce cas, le foyer des objets rapprochés se fait en arrière de la rétine. Mais nous savons aujourd'hui, que c'est l'hypermétropie qui est l'état opposé de la myopie et que la presbyopie tient à un défaut d'accommodation : sous l'influence de l'âge, le cristallin devient rebelle à l'action du muscle ciliaire, de telle sorte que cette lentille ne peut plus se bomber quand l'objet se rapproche, et s'aplatir quand il s'éloigne.

On remédie à ce défaut par l'emploi de verres convergents ; toutefois dans le cas où la presbyopie survient dans un œil myope il faudra des verres concaves pour la vision des objets éloignés et des verres convexes pour la vision des objets rapprochés.

VISION DROITE.

380. Vision droite. — Bien que les images rétiniennes soient renversées, nous voyons les objets droits et dans leur position normale. La solution de cette question a beaucoup embarrassé les philosophes et les physiologistes. D'après Muller, quoique nous voyions les objets renversés, nous ne pouvons en acquérir la conscience que par des recherches d'optique et que, voyant tout de la même manière, l'ordre des objets ne se trouve nullement altéré et chaque chose conserve sa position relative. C'est aussi l'opinion de Volkmann lorsqu'il dit que rien ne peut être renversé quand rien n'est droit, les deux idées n'existant que par opposition.

D'après la théorie de la projection, nous voyons les objets droits et non renversés parce que nous transportons à l'extérieur toutes nos impressions visuelles, et par suite nous voyons chacun des points d'un objet dans la direction que les rayons lumineux ont dû suivre, d'après les lois de l'optique, pour venir impressionner la rétine. L'expérience acquise par le sens du toucher nous fait conclure à l'existence d'un espace en dehors de nous et à l'existence d'objets dans cet espace. L'action physiologique des sensations reportées à distance du point excité redresse l'image renversée par les conditions optiques de l'œil.

L'erreur de ceux qui ont cherché à expliquer la vision droite, c'est cette idée que nous voyons notre propre rétine. Mais en réalité nous ne connaissons pas plus nos images rétiniennes que nous ne connaissons les muscles qui produisent les mouvements, et nous pourrions dire avec Helmholtz qu'il n'y a même pas lieu de poser la question de la vue droite avec les images renversées ; nos perceptions ne sont pas des images des objets mais des actions des objets sur nos organes ; elles ne sont pas objectives, mais subjectives.

PERSISTANCE DES IMPRESSIONS LUMINEUSES.

381. Les impressions produites par l'action du corps lumineux sur la rétine durent encore quelque temps après que l'agent d'excitation a cessé d'agir. D'après les recherches d'Helmholtz, de

Lissajoux et de Plateau, etc., cette durée varie de $1/50^e$ à $1/30^e$ de seconde. Plus l'excitation lumineuse est intense, plus la durée de l'impression est longue ; ce phénomène explique comment des impressions lumineuses interrompues, mais se succédant à des intervalles rapides, peuvent agir sur l'œil comme une lumière continue : on sait qu'un charbon ardent agité rapidement devant les yeux donne l'impression d'un trait ou d'un cercle de feu à cause de la persistance de l'impression pendant la durée d'une révolution.

Si sur le disque de Newton on dispose des secteurs alternativement blancs et noirs ou des secteurs de différentes teintes, on obtient soit du gris, soit toute autre couleur composée.

Mais, si d'une part les impressions lumineuses se prolongent au delà de l'instant où l'excitant a cessé d'agir, d'autre part il faut que son action se fasse sentir pendant un temps, sans quoi l'impression est nulle. C'est ainsi que la balle qui sort du canon d'un fusil passe dans notre champ visuel sans déterminer une sensation appréciable.

On a construit divers appareils fondés sur la persistance des impressions lumineuses tels que le *phénakistiscope* et le *thaumatrope*. Le *phénakistiscope* consiste en un disque circulaire pouvant tourner avec rapidité autour de son centre, percé près du bord et suivant une circonférence concentrique de fentes régulièrement espacées et de mêmes dimensions, en face desquelles l'observateur place l'œil. Sur la face du disque opposée à celle où l'on place l'œil, sont dessinées les diverses positions d'un corps animé d'un mouvement périodique, par exemple une aiguille qui tourne ; l'appareil étant placé vis-à-vis d'un miroir, on fait tourner le disque et l'on voit l'aiguille qui semble être réellement en mouvement. Dans ces conditions, l'œil voit les diverses positions par les fentes successives et, si le disque tourne assez vite, chacune des sensations est prolongée jusqu'au passage de la fente suivante ; on voit donc ou du moins on croit voir toujours le corps en mouvement.

Le *thaumatrope* consiste en un morceau de carton dont les deux faces portent des lettres ou fragments de lettres qui, réunis, forment un mot ou une phrase, ou bien encore la moitié d'une même figure : en donnant au morceau de carton un mouvement de rotation suffisamment rapide, on voit distinctement **entièrement** le mot, la phrase ou la figure.

IMPERFECTIONS DE L'OEIL.

582. Aberration chromatique de l'œil. — Considéré comme appareil physique, l'œil présente quelques imperfections utiles à connaître. La première est l'*aberration chromatique*. Ce défaut consiste en ce que les rayons de diverses couleurs, après leur réfraction, ne forment pas leur foyer au même point ; en d'autres termes, l'œil n'est pas achromatique quoique dans la vision ordinaire la dispersion des couleurs est presque insensible ; et on s'explique cette faiblesse du pouvoir dispersif de l'œil par rapport à celui des instruments d'optique, par ce fait que la dispersion des milieux de l'œil se rapproche de celle de l'eau, qui est bien moindre que celle du verre.

On peut par diverses expériences mettre en évidence le défaut d'achromatisme de l'œil. Nous indiquerons seulement la suivante : si on regarde le réticule d'une lunette éclairée avec de la lumière rouge, on s'aperçoit que, pour le voir aussi nettement avec une autre lumière du spectre, il faut changer la position de l'oculaire.

583. Aberration de sphéricité. — Outre l'imperfection de l'image produite par l'inégale réfrangibilité des rayons diversement colorés, l'œil présente, comme dans les lentilles terminées par des surfaces sphériques, une seconde aberration, l'*aberration de sphéricité*, qui consiste en ce que des rayons lumineux d'une même couleur émis par un point se rencontrent en des points différents, le foyer des rayons centraux étant plus éloigné que celui des rayons marginaux. Cette imperfection existe à un degré très-faible, ce qui tient à la composition spéciale du cristallin dont les bords sont moins réfringents que le centre ; l'iris remédie en partie à cet inconvénient.

584. Astigmatisme. — Enfin une certaine irrégularité dans les courbures des milieux réfringents donne lieu aussi à des effets particuliers qui ont été signalés pour la première fois par Th. Young et que l'on appelle *astigmatisme*. Ces irrégularités amènent nécessairement, lorsqu'elles sont exagérées, certaines aberrations qui peuvent troubler la vision. Pour montrer l'astigmatisme régulier, il suffit de répéter l'expérience suivante : que l'on regarde deux fils, l'un vertical, l'autre horizontal, se croisant dans un même plan, il arrivera le plus souvent qu'on ne pourra pas voir distinctement à la même distance le fil horizontal et le fil vertical. On corrige

l'astigmatisme par l'emploi de verres cylindriques convenablement choisis.

585. Irradiation. — Le phénomène connu sous le nom d'irradiation doit se rattacher à l'aberration de sphéricité (aberration mono-chromatique). L'irradiation affecte les apparences les plus diverses mais qui se résument dans ce fait général que les surfaces éclairées paraissent plus grandes qu'elles ne sont en réalité et que les surfaces obscures qui les avoisinent paraissent diminuées d'une quantité correspondante. Nous nous bornerons à indiquer les principales observations relatives à cet ordre de faits : si l'on trace un cercle *noir* sur un fond blanc et un cercle *blanc* de même diamètre sur un fond noir, le dernier semble plus grand que le premier ; une surface partagée en bandes de même épaisseur et alternativement blanches et noires nous paraît contenir plus de blanc que de noir ; c'est par un effet analogue que le croissant de la lune semble déborder sur la partie obscure du disque. Deux rectangles obscurs qui se détachent sur un fond clair et qui sont opposés par leurs angles, semblent à une certaine distance séparés par un espace éclairé ; un fil fin obscur visible sur un fond gris disparaît si le fond est plus éclairé. Ces divers phénomènes et d'autres encore sont d'autant plus nets que l'accommodation est moins parfaite au moment de l'expérience ; cette remarque tendrait à prouver que l'on doit chercher dans les cercles de diffusion la cause encore inconnue de l'irradiation : on conçoit, en effet, que les cercles de diffusion de l'objet éclairé empiètent sur son pourtour obscur et que, dans ce cas, l'objet paraît agrandi aux dépens du contour obscur.

586. Perceptions entoptiques. — Aux divers phénomènes que nous venons d'étudier se rattachent une série de phénomènes qui s'expliquent tous par la présence de petits corps opaques flottants dans les milieux transparents de l'œil ; ces corps projettent de l'ombre sur les parties de la rétine au-devant desquelles ils sont placés. Ces phénomènes peuvent avoir leur siège dans la cornée, dans le cristallin et dans le corps vitré. Les images ainsi perçues se présentent tantôt sous la forme de stries, de nuages lumineux, de petits cercles, de globules dont le milieu est éclairé, tantôt sous la forme de bandes obscures, de taches pâles, de filaments obscurs ; en raison de leurs mouvements on donne à ces images entoptiques le nom de *mouches volantes*.

VISION BINOCULAIRE

La vision binoculaire a pour but d'agrandir le champ visuel et surtout de nous fournir des notions plus exactes dans l'appréciation des distances ; elle concourt aussi à nous faire connaître la forme des corps ou la perception du relief.

587. Vision simple avec les deux yeux. — La vue simple avec les deux yeux n'a lieu que dans des points déterminés de la rétine ; d'autres points de cette membrane donnent toujours des images doubles lorsqu'ils sont affectés simultanément. Si, par exemple, on fixe un objet A avec les deux yeux de manière que son image tombe au centre des deux taches jaunes, cet objet est vu *simple* ;

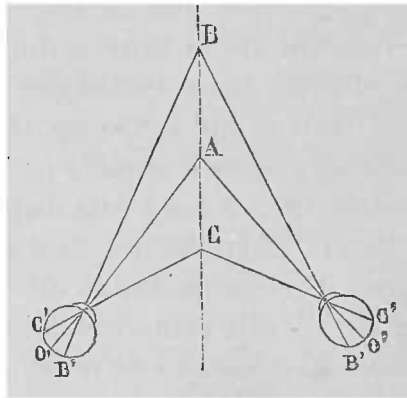


Fig 250.

au contraire, un objet C plus rapproché ou un objet B plus éloigné de celui qui est fixé en même temps fera son image sur la rétine en dehors de la tache jaune et sera vu *double* : dans le premier cas, les deux lignes visuelles convergent vers le point fixe A ; Dans le second cas, l'objet B ou C n'occupe pas le sommet de l'angle formé par les axes optiques.

Cette expérience montre que la condition essentielle de la vue simple avec les deux yeux est que l'objet soit placé au point d'entre-croisement des deux lignes visuelles : ainsi qu'on applique l'une des extrémités d'un crayon entre les deux yeux, à la racine du nez et dans une direction horizontale ; en fixant successivement des points différents de cette tige, on verra double toute la partie du crayon placée au delà de l'intersection des deux axes optiques. On sait d'ailleurs que si, pendant qu'on fixe un

objet avec les deux yeux, on déplace l'un d'eux en appuyant légèrement avec le doigt sur le globe oculaire, aussitôt on voit apparaître une double image tant que l'objet n'est pas au sommet de l'angle visuel (fig. 251).

L'expérience suivante est encore plus décisive pour montrer

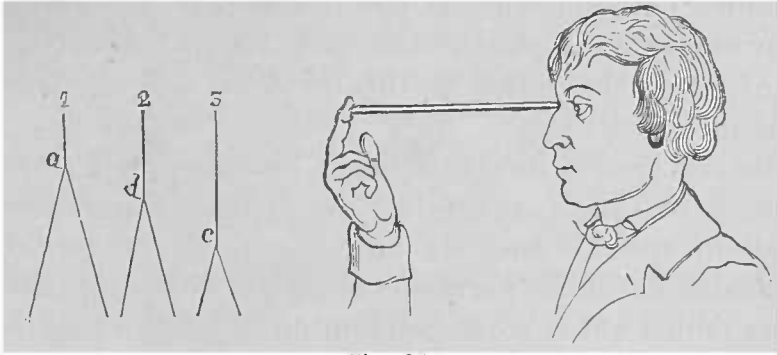


Fig. 251.

1, 2, 3, crayon vu double à partir de *a*, *d* *c*.

l'influence de la direction des axes optiques dans le cas de la vision simple : si on interpose devant chaque œil un tube noirci et si, à l'aide de ces tubes, on vise deux objets semblables, deux sphères A et B, par exemple, c'est-à-dire on n'a plus alors que la sensation d'un seul objet et cet objet est rapporté à l'entrecroisement des axes optiques (fig. 252).

Il n'est pas nécessaire, pour qu'un objet soit vu simple, que

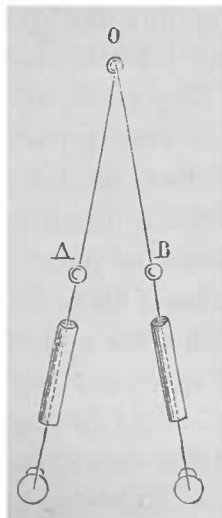


Fig. 252.

son image vienne se faire dans les deux yeux au centre de la tache jaune, il suffit que l'image se fasse sur des *points identiques*

de la rétine : il y a en effet dans chaque rétine des points *correspondants* qui ne transmettent à l'encéphale qu'une seule et même impression alors qu'ils agissent ensemble. On a déterminé géométriquement quels sont les points du champ visuel qui vont ainsi former leur image sur des points identiques de la rétine : on donne à l'ensemble de ces points le nom d'*horoptère*.

Pour expliquer le phénomène de la vision binoculaire, on a imaginé deux théories : la théorie des *points identiques* et la théorie de la *projection*.

La théorie des points identiques se nomme aussi théorie *nativistique*, parce que l'on considère ces effets comme dus à une disposition spéciale *innée* de notre organe que Muller attribue à une fusion des fibres nerveuses optiques. Les points *identiques* sont les points qui se correspondent en supposant que les deux rétines soient superposées ; dans cette hypothèse, les deux yeux peuvent être considérés comme ne formant qu'un seul œil médian, suivant l'expression d'Héring : les objets sont vus simples quand leurs images occupent deux points correspondants de la rétine ; ils sont vus doubles dans le cas contraire.

L'hypothèse des points identiques a été fortement ébranlée par l'analyse des phénomènes de la perception de la profondeur et par l'invention du stéréoscope. Brücke a cherché à mettre cette théorie en harmonie avec les observations stéréoscopiques en disant que nous ne percevons la troisième dimension que par des déplacements très-rapides des points visés, c'est-à-dire en promenant nos regards sur les différents contours des objets.

Dans la théorie de la *projection*, on admet que chaque point de l'image rétinienne est transporté dans l'espace suivant la direction des lignes visuelles, de telle sorte que l'image ainsi projetée se fixe dans l'espace à une distance déterminée, c'est-à-dire que nous transportons les objets à l'endroit où se coupent les lignes directrices menées d'un point de l'objet aux deux yeux. La théorie de la projection a été appelée par Helmholtz la *théorie empiristique* parce que, d'après ses partisans, la notion d'espace et de profondeur sont le résultat de l'expérience seule, tandis que dans l'autre théorie c'est une faculté *innée* de la rétine.

388. Relief des corps. — La vision binoculaire a une influence considérable pour nous donner des notions sur la solidité des corps.

Les deux yeux, à cause de la distance qui les sépare, ne

voient pas de la même façon les corps qui ont une certaine épaisseur, tandis que les figures planes leur paraissent identiques.

Si l'on place, par exemple, à quelque distance de soi un livre dont le dos est tourné vers le visage et que l'on distingue nettement, on cessera de le voir aussi nettement lorsqu'on fermera un œil, et les images perçues seront différentes suivant que l'on fermera l'œil droit ou l'œil gauche : ainsi tandis qu'avec les deux yeux on verra le dos et les deux côtés de la couverture, on ne verra plus que le dos d'un seul côté si l'on ferme l'un des yeux ; on verra enfin le côté droit ou le côté gauche de la couverture suivant que l'on se servira de l'œil droit ou de l'œil gauche.

Il résulte de cette expérience et de plusieurs autres de même genre que les images d'un même objet produites dans les deux yeux sont différentes, et c'est précisément à l'action simultanée de ces deux sensations distinctes, à la superposition des perceptions correspondantes, qu'est due la notion du relief des corps.

Il est facile de se rendre compte par l'observation que les images des objets formés dans les deux yeux sont d'autant moins différentes que ces objets sont plus éloignés : aussi la sensation de relief disparaît-elle à peu près complètement pour les montagnes éloignées, les nuages, etc., et c'est seulement la disposition et l'intensité des ombres qui nous conduit à juger que ces corps ont un relief dont nous n'avons pas la perception.

On conçoit qu'un tableau, quelque exact qu'on veuille le supposer, ne peut jamais nous donner la sensation de profondeur, puisque les images formées par les deux yeux sont identiques. On se rend compte ainsi pourquoi les panoramas, par une habile distribution des ombres et des couleurs, par une perspective exacte, peuvent représenter de grandes étendues de terrain, des plaines et des montagnes.

389. Stéréoscope. — Le stéréoscope est un appareil qui donne exactement la sensation du relief à l'aide de figures planes convenablement dessinées. Wheatstone donna le premier en 1833 une description de cet appareil, qui fut perfectionné plus tard par Brewster. Nous allons en indiquer le principe.

Si l'on trace sur une feuille de papier les deux perspectives différentes suivant lesquelles un corps est vu avec les deux yeux, ces dessins placés l'un à côté de l'autre et regardés chacun

par l'œil correspondant donnent, sans autre appareil, la sensation de l'objet en relief, pourvu que les deux yeux suffisamment indépendants regardent exclusivement chacun une image et que cependant on puisse superposer les images comme cela a

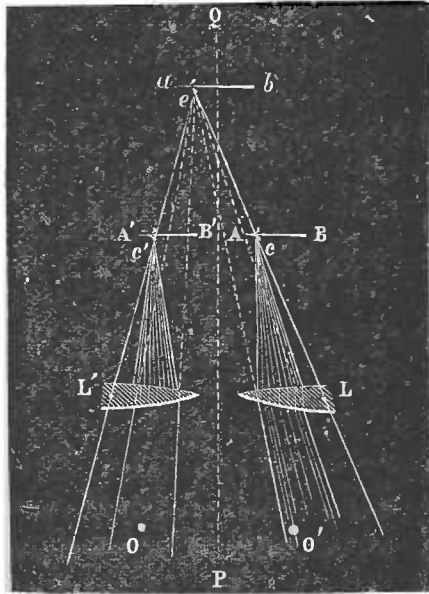


Fig. 253. — Stéréoscope.

lieu pour la vision des objets réels ; cette superposition est rendue facile par l'habitude pour un certain degré des axes visuels.

Dans l'appareil de Wheatstone la superposition se fait tout naturellement à l'aide de miroirs convenablement inclinés, et mieux comme dans le stéréoscope de Brewster à l'aide de prismes.

Les dessins représentant les deux aspects du même corps vus par les deux yeux ont été d'abord obtenus par des constructions géométriques, mais aujourd'hui la photographie permet de reproduire exactement les perspectives réelles et exactes des objets les plus compliqués, des paysages les plus étendus. L et L' étant les deux prismes, A B et A' B' les images d'un objet, deux points correspondants *c* et *c'* d'un même point de l'objet donneront une image unique de ce point en *e*. Il en sera de même pour tous les autres, de sorte que les deux images AB et A' B' se confondront en une seule *ab* qui donnera la sensation d'un objet en relief (fig. 253).

APPAREIL DE LA VISION CHEZ LES ANIMAUX INVERTÉBRÉS.

390. Vers. — 1° La forme la plus simple de l'organe visuel consiste dans des taches pigmentaires, placées sous la peau ou sous les muscles et qui sont en relation avec des ramifications nerveuses. L'existence de ces taches a été signalée chez quelques Cœlentérés (*Méduses*) et chez beaucoup de Vers inférieurs, tels que les *Turbellariés*, les *Trématodes* et les *Rotifères*. Parmi les Hirudiniées, la Sangsue a dix points oculaires qui sont disposés en demi-cercle à la face antérieure de la portion céphalique, au-dessus de la bouche.

Dans certains Annélides (*Néreiodes*, *Tubicoles*) les taches oculaires consistent en cônes cristallins enveloppés d'une couche de cellules pigmentaires.

391. Arthropodes (Crustacés, Arachnides, Insectes). — L'organe de la vision des Arthropodes est conformé, quant à ses parties essentielles, comme celui des vers. Il consiste en cônes réfringents ou bâtonnets cristallins enfoncés dans une masse pigmentaire (*choroïde*) et recouverts par le tégument externe qui reste transparent en ce point et remplace ainsi une cornée. Dans un grand

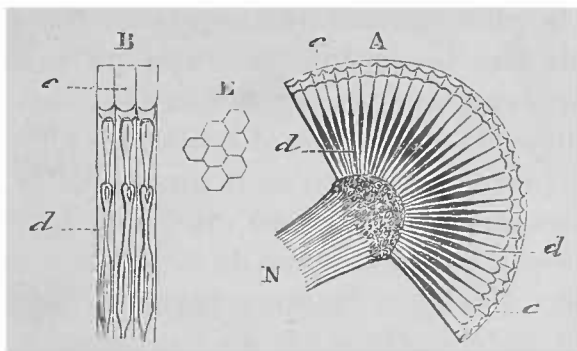


Fig. 254. — Œil composé d'un Coléoptère.

A, coupe de l'œil. — *c, c, c*, cornée à facettes lenticulaires. — *d, d, d*, bâtonnets cristallins. — N, nerf optique avec son renflement. — B, bâtonnets cristallins (*d*) avec les lentilles correspondantes de la cornée (*c*). — E, facettes de la cornée.

nombre de cas, la couche externe s'épaissit et même se bombe de manière à constituer une véritable cornée ou une lentille ; aussi la composition de l'œil de ces animaux présente des formes très-variées dont les principales sont les suivantes : 1° les *yeux sans cornée réfringente* comprenant l'*œil simple* formé d'un bâton-

net cristallin plongé dans une couche pigmentaire, et les *yeux composés* qui sont la réunion de plusieurs bâtonnets cristallins concourant à la formation d'un même organe : ces deux formes représentent l'œil des Crustacés inférieurs ; 2° les *yeux munis d'une cornée* qui peuvent être simples ou composés, avec cornée simple ou bien avec cornées multiples à mosaïques ou à facettes : le nerf optique se renfle dans leur intérieur en forme de sphère d'où partent des milliers de fibres nerveuses qui divergent vers la superficie de l'organe. Les Crustacés supérieurs possèdent des yeux à facettes qui sont portés sur des pédoncules mobiles (*Décapodes*, etc.).

Chez les Insectes, les organes de la vision sont de deux sortes :

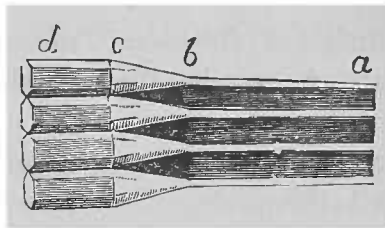


Fig. 255. — Oeil du Hanneton.

d, lentilles cornéennes. — *ba*, bâtonnets cristallins.

1° les yeux à facettes hexagones qui occupent les deux côtés de la tête, le plus souvent remarquables par leur grosseur. Le nombre de facettes et de cônes varie beaucoup ; ordinairement il est très-considérable et s'élève à plusieurs milliers, par exemple, à douze et même à vingt mille dans un seul œil ; 2° les yeux simples petits et lisses qu'on nomme ocelles, stemmates ; ces derniers représentent le seul organe de la vision chez les larves des *Coléoptères*, de beaucoup de *Névroptères*, de *Lépidoptères* et de *Diptères*. Quelques Insectes parfaits ont deux ou trois yeux simples, indépendamment de leurs yeux composés : tels sont les *Orthoptères* les *Hémiptères*, les *Névroptères* et les *Lépidoptères*.

Chez les *Arachnides*, la forme dominante de l'organe visuel est celle des yeux composés avec cornée simple. Chaque œil comprend des éléments transparents analogues aux bâtonnets cristallins, dont les extrémités renflées s'appuient sur la lentille cornéenne simple. Les yeux des Araignées présentent, comme particularité caractéristique, un anneau noir autour de la lentille semblable à un iris. Le nombre de ces yeux est très-vari-

ble ; les Araignées en ont ordinairement huit ; les Scorpions ont deux grands yeux très-rapprochés entourés de chaque côté d'un groupe d'yeux plus petits dont le nombre varie de deux à cinq.

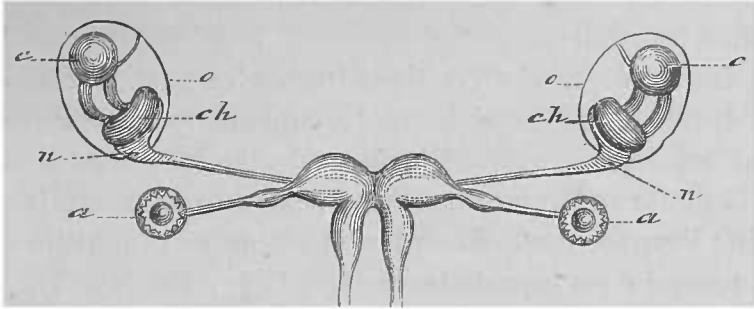


Fig. 256. — Organes de la vision et de l'audition chez un Mollusque.

a, organe auditif. — *o*, organe de la vision. — *c*, cristallin. — *ch*, choroïde. — *n*, nerf optique.

592. Mollusques. — Des organes visuels à milieux réfringents existent dans tous les groupes de Mollusques qui possèdent la faculté de se mouvoir librement ; ils renferment un cristallin,

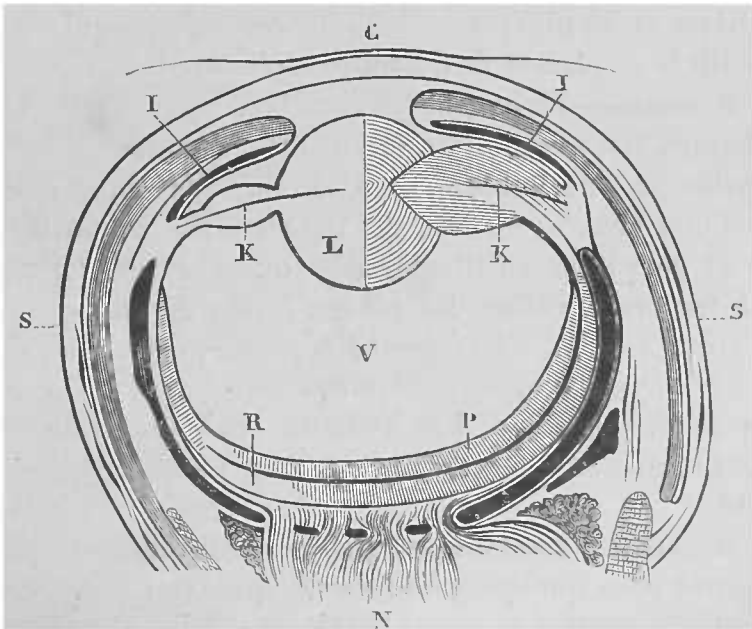


Fig. 257. — Coupe horizontale de l'œil de la Seiche.

S, sclérotique. — *C*, cornée. — *I*, iris. — *K*, corps ciliaires — *L*, cristallin. — *R*, couche externe de la rétine. — *P*, couche interne. — *V*, corps vitré. — *N*, nerf optique.

des traces d'un corps vitré et une choroïde. Chez les *Lamelli-branches* ils sont placés sur le bord du manteau, supportés par des tiges spéciales ; ces organes sont remarquables par l'éclat de

leur couleur émeraude dû à un revêtement pigmentaire qui garnit le fond de l'œil.

Les yeux des *Gastéropodes* sont toujours au nombre de deux placés soit à l'extrémité des tentacules, soit dans leur milieu, soit enfin à leur base.

L'œil des *Céphalopodes* contient toutes les parties essentielles de celui des Vertébrés supérieurs. La capsule oculaire se continue en avant en une membrane mince désignée sous le nom de cornée laquelle se trouve derrière l'iris, un corps ciliaire et un cristallin ; l'espace compris entre la rétine et la lentille cristalline est rempli d'un liquide transparent (fig. 256 et 257).

APPAREIL DE LA VISION CHEZ LES VERTÉBRÉS.

L'œil des Vertébrés est construit sur le même type que celui des Mollusques et renferme des parties semblables à celles que nous avons décrites en faisant l'étude anatomique de cet organe chez l'Homme. Il ne nous reste plus qu'à exposer les dispositions particulières et les différences les plus essentielles qui caractérisent les diverses classes de cet embranchement.

393. Poissons.—En ce qui concerne la forme du bulbe oculaire des Poissons, son segment antérieur est très-aplati, et la cornée, assez épaisse, a une faible convexité. La sclérotique est tantôt formée d'une couche épaisse de tissu connectif, tantôt de ce dernier et de pièces cartilagineuses ou osseuses. La choroïde envoie à travers la rétine des plis en forme de faux qui traversent le corps vitré et s'attachent à la partie postérieure du cristallin ; on l'appelle *appendice falciforme*. Quant au cristallin, il est gros et sphérique. Les Poissons ont des rudiments de paupières et un rudiment de la troisième paupière (membrane *nictitante*).

394. Reptiles.—Le globe oculaire présente une forte courbure de la cornée chez quelques reptiles (Serpents et Crocodiles). — La sclérotique porte à sa partie antérieure, autour de la cornée, une couronne de petites pièces osseuses, qui tantôt sont simplement rapprochées et tantôt se recouvrent mutuellement : c'est ce que l'on nomme l'anneau sclérotique ; cette particularité se rencontre chez les Chéloniens et les Sauriens. Le cristallin est plus ou moins aplati suivant les espèces. Il existe des paupières supérieures et inférieures mobiles et une membrane *nicti-*

tante. Chez les Serpents, les paupières se réduisent à une membrane fixe placée devant l'œil. L'appareil glandulaire consiste en une glande dite glande de *Harder* qui s'ouvre sous la membrane nictitante et en une glande lacrymale peu développée.

Des dispositions analogues se retrouvent chez les Amphibiens Anoures.

395. Oiseaux. — Chez la plupart des Oiseaux, le bulbe peut être considéré comme formé par deux segments dont l'antérieur se termine par une cornée très-convexe, ce qui fait que le diamètre antéro-postérieur l'emporte sur le diamètre transverse : cette forme particulière de l'œil appartient surtout aux Oiseaux de proie.

La sclérotique porte un anneau osseux comme chez les Reptiles. La choroïde envoie des replis rayonnés qui s'avancent du fond de l'œil vers la face postérieure du cristallin et auxquels on donne le nom de *peigne*. Le cristallin est aplati, entouré circulairement par l'iris ; il est bombé chez les espèces aquatiques. Les Oiseaux ont trois paupières, des glandes lacrymales et une glande de *Harder*.

396. Mammifères. — Les conditions générales de la vision des Mammifères sont les mêmes que chez l'Homme.

Le bulbe oculaire est généralement sphérique, un peu aplati sur les côtés. La sclérotique a une épaisseur qui varie beaucoup dans les différents ordres ; c'est chez les Mammifères nageurs, les *Cétacés*, où elle prend à la partie postérieure un épaissement considérable. La choroïde forme en avant les procès ciliaires et se continue pour former l'iris qui limite une ouverture pupillaire, à configuration variable ; la pupille est transversale chez les Ruminants et les Solipèdes ; elle s'allonge verticalement chez les Carnassiers. Une modification de la choroïde du fond de l'œil constitue ce que l'on nomme le *tapis chatoyant* ; cette région qui produit des reflets métalliques est vert doré chez le Bœuf, jaune chez le Chat et blanc argenté chez le Cheval. Seuls, les Mammifères aquatiques ont un cristallin sphérique. Les glandes lacrymales prennent un grand développement. A l'angle interne de l'œil, sous l'origine de la membrane nictitante se trouve la glande de *Harder*.

PHONATION

L'appareil de la voix se compose : 1° du *larynx* auquel sont adaptées des cordes vibrantes attachées à des pièces mobiles les unes sur les autres ; 2° des *poumons* qui font l'office de soufflets d'orgue ; 3° d'un *tuyau vocal*, comprenant tout ce qui surmonte le larynx (pharynx, fosses nasales, cavité buccale).

LARYNX.

597. Conformation extérieure du larynx.— Le larynx, organe essentiel de la voix, est situé à la partie antérieure du cou, au-dessus de la trachée-artère qu'il surmonte à la manière d'un chapiteau et au-dessous de l'os hyoïde dont il suit tous les

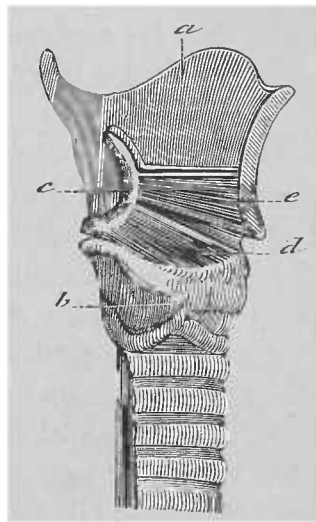


Fig. 258. — Larynx vu latéralement.

a, cartilage thyroïde. — *b*, cartilage cricoïde. — *c*, cartilage aryténoïde. — *d*, crico-aryténoïdien latéral. — *e*, muscle thyro-aryténoïdien.

mouvements ; sa mobilité lui permet de s'élever, de s'abaisser, de se porter en arrière, etc. Il a pour charpente des pièces cartilagineuses multiples réunies entre elles par des articulations et des ligaments et mises en mouvement par un petit nombre de muscles spéciaux ; intérieurement, il est tapissé par une membrane qui est la continuation de celle de la trachée-artère et du pharynx.

Les cartilages du larynx sont au nombre de quatre : deux

impairs et symétriques placés sur la ligne médiane, qui sont le *thyroïde* et le *cricoïde*, et deux latéraux, les deux *aryténoïdes*; à ces cartilages il faut ajouter l'épiglotte qui, relevée au-dessous de l'orifice du larynx, s'abaisse à la manière d'un couvercle pendant le mouvement de déglutition.

Le cartilage *thyroïde* (θυρεός, bouclier) occupe la partie antérieure et supérieure du larynx : il est formé de deux lames quadrilatères qui se réunissent en avant sur la ligne médiane et embrassent en arrière le cartilage cricoïde ; en haut et en bas, il se continue par deux apophyses dites *cornes* du cartilage thyroïde, les supérieurs plus longues que les inférieurs.

Le *cricoïde* (κρίκος, anneau) forme la partie inférieure du larynx ; il supporte les cartilages thyroïde et aryténoïde et s'appuie sur le premier anneau de la trachée.

Les aryténoïdes (en forme d'aiguïère), occupent la partie postérieure et supérieure du larynx et ont la forme d'une petite pyramide triangulaire ; par leur base, ils s'articulent sur le bord supérieur du cartilage cricoïde ; cette union, ayant lieu par emboîtement réciproque, permet à ces cartilages des mouvements dans tous les sens.

598. Muscles du larynx. — Les divers cartilages, mobiles les

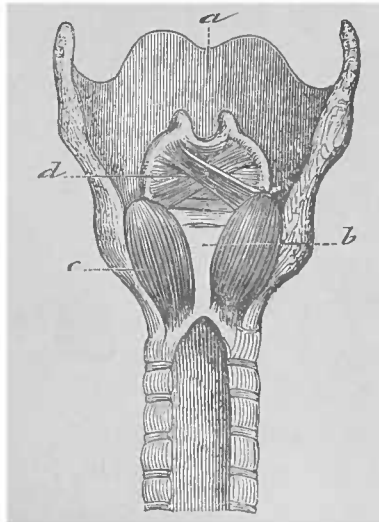


Fig. 259. — Larynx vu par sa face postérieure.

a, cartilage thyroïde. — b, cartilage cricoïde. — d, muscle aryténoïdien — c, crico-aryténoïdien postérieur.

uns sur les autres, sont déplacés par des muscles spéciaux dont l'effet définitif est la tension ou le relâchement des cordes vocales ; la plupart sont groupés autour des cartilages aryté-

noïdes et prennent leur point d'insertion sur ces cartilages. Ces muscles sont : 1° le *muscle aryténoïdien* placé en arrière des aryténoïdes, formé de fibres obliques superficielles qui s'entrecroisent sur le milieu et s'insèrent au sommet du cartilage aryténoïde, et de fibres profondes transversales : ce muscle rapproche les deux aryténoïdes, les fixe dans une position déterminée et devient ainsi *constricteur* de la glotte ; 2° les *crico-aryténoïdiens postérieurs* qui, en faisant tourner les cartilages aryténoïdes, *dilatent* la glotte en même temps qu'ils *tendent* les cordes vocales ; 3° les *crico-aryténoïdiens latéraux*, antagonistes des précédents, sont *constricteurs* de la glotte et surtout de la glotte interligamenteuse ; 4° les *crico-thyroïdiens* qui, en se contractant, élèvent le cartilage cricoïde et les aryténoïdes, ce qui détermine la *tension* des cordes vocales ; 5° les muscles *thyro-aryténoïdiens* dont le principal rôle est le resserrement de la glotte et le raccourcissement des cordes vocales.

En résumé, toutes ces actions musculaires, en se combinant, ont pour but final de tendre les cordes vocales, de relever ou de dilater la glotte, ce qui donne à cette ouverture les aspects les plus variés : on la voit tantôt prendre la forme d'une fente linéaire, tantôt enfin se fermer complètement, excepté dans sa portion postérieure (glotte respiratoire).

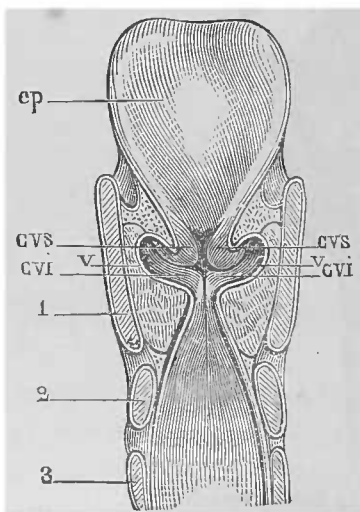


Fig. 260. — Coupe verticale du larynx.

ep, épiglotte. — 1, cartilage thyroïde. — 2, cartilage cricoïde. — 3, trachée-artère. cvs, cordes vocales supérieures. — cvi, cordes vocales inférieures. — v, ventricules du larynx

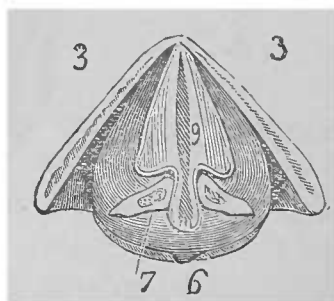


Fig. 261. — Coupe transversale du larynx, au niveau des ventricules, montrant la forme de la glotte *g*.

599. Conformation intérieure du larynx. — Vu intérieurement, le larynx représente une cavité, une sorte de vestibule

qui est la partie la plus élargie de l'organe, limitée en bas par deux replis de la muqueuse improprement nommées *cordes vocales supérieures*; ces cordes n'ont aucune importance au point de vue de la phonation. Au-dessous se trouvent deux autres replis horizontaux, les *cordes vocales inférieures*, qui forment un rétrécissement très-prononcé ayant l'aspect d'un triangle dont le sommet est en avant; la fente ainsi circonscrite, dont les dimensions varient à chaque instant de la phonation, porte le nom de *glotte*. Elle se divise en deux parties: l'une antérieure, *glotte vocale* ou *glotte interligamenteuse*, l'autre postérieure, la *glotte respiratoire* ou *intercartilagineuse*.

La glotte interligamenteuse ou vocale proprement dite constitue la partie essentielle du larynx; elle est limitée par les cordes vocales inférieures; seulement les supérieures n'en font pas partie. Les cordes vocales inférieures sont élastiques, de là leur aptitude à entrer en vibration; elles contiennent aussi du tissu musculaire. Enfin, entre les cordes vocales inférieures et les cordes vocales supérieures, se trouvent de chaque côté deux légères excavations appelées ventricules de Morgagni qui rendent les bords des cordes vocales entièrement libres.

MÉCANISME DE LA PHONATION.

400. Le siège précis de la formation de la voix dans le larynx est la *glotte*. L'appareil générateur du son est représenté par les *cordes vocales* qui entrent en vibration par le courant d'air de l'expiration; c'est ce que l'expérience et l'observation établissent de la manière la plus nette: en effet lorsqu'il existe une ouverture accidentelle dans la trachée d'un homme ou qu'on en pratique une à celle d'un animal, la voix cesse aussitôt; elle reparait si on bouche l'orifice; au contraire, toute fente pratiquée au-dessus de la glotte n'entraîne jamais la perte de la voix.

Pour reconnaître si toutes les parties constituantes du larynx sont ou non indispensables à la phonation, Magendie et Longet ont procédé sur chacune d'elles par voie expérimentale et ont constaté que l'émission des sons persiste après la lésion de l'épiglotte et des cordes vocales supérieures, tandis qu'une altération ou une lésion des bords de la glotte en empêche la production. On doit donc considérer les lèvres de la glotte comme le siège précis de la phonation; les autres parties du larynx et

surtout le tuyau vocal ont sans doute une influence considérable dans la formation des sons, mais cette influence s'exerce uniquement sur leur intensité et le timbre.

Les expériences de Muller faites sur des larynx humains détachés, établissent que la voix est déterminée par les vibrations des cordes vocales sous l'action de l'air expiré par les poumons. Mais, pour que ces cordes puissent vibrer, il faut que l'air de l'expiration ait une certaine pression au moment où il traverse la glotte, et, pour qu'il puisse conserver cette pression pendant toute la durée du son produit, la glotte doit prendre la forme d'une fente étroite afin de faire obstacle à l'écoulement trop rapide de l'air expulsé par les poumons. Enfin une autre condition indispensable à la mise en vibration des rubans vocaux est la tension de ces rubans dans tous les sens ; c'est là le rôle des muscles qui sont groupés autour des cartilages aryténoïdes. Donc pendant l'émission des sons, les cordes vocales pressées par l'air qui sort des poumons vibrent et déterminent un écoulement périodiquement intermittent de l'air qui se communique à l'air du tuyau vocal, c'est-à-dire à celui qui est contenu dans le pharynx, dans la cavité buccale et dans les fosses nasales.

On peut, au moyen du laryngoscope, constater sur le vivant l'état vibratoire des cordes vocales. Cet appareil se compose d'un miroir métallique que l'on introduit dans le larynx et d'un miroir éclairant percé d'une petite ouverture ; les rayons lumineux émis par une lampe, en tombant sur le miroir éclairant, se réfléchissent sur le second qui les renvoie sur le larynx ; celui-ci ainsi éclairé, émet à son tour des rayons qui sont réfléchis par le second miroir et pénètrent dans l'œil de l'observateur qui voit l'image du larynx derrière le miroir et à peu près vertical.

En résumé, on doit considérer le larynx comme un instrument à anche, analogue au cor, à la trompette, etc., dans lequel les cordes vocales vibrent comme les lèvres de l'instrumentiste vibrent dans le cor et la trompette.

Muller, en expérimentant avec des larynx humains, a reconnu que les cordes vocales, sous l'influence des muscles laryngiens, subissent des modifications en longueur, largeur et épaisseur qui leur permettent d'exécuter un mouvement vibratoire correspondant aux divers sons de la voix humaine.

Voici les résultats les plus importants obtenus par l'éminent physiologiste :

1° Pour une même pression et une même tension des cordes vocales, le son produit conserve la même hauteur.

2° Des cordes vocales lâches et courtes peuvent rendre des sons très-graves ; par opposition, des cordes longues, mais très-tendues, rendent des sons aigus.

3° La hauteur du son augmente avec la tension des cordes vocales et aussi avec la pression.

401. Qualités de la voix. — La voix présente des qualités particulières qui sont : l'intensité, la hauteur et le timbre.

1° L'intensité dépend uniquement de l'amplitude des vibrations et est, par conséquent, en rapport avec la force du courant d'air expiré ; elle est renforcée par la masse gazeuse du tuyau vocal et par les vibrations des parois de la poitrine ; on peut le constater à la main, et l'on sait qu'une voix forte et puissante correspond à une poitrine large et spacieuse.

2° Les modifications dans la hauteur du son dépendent du nombre de vibrations exécutées dans un temps donné : plus les vibrations sont rapides, plus les sons sont aigus, les lois qui régissent la hauteur du son laryngien étant à peu près les mêmes que celles des membranes élastiques.

Les conditions qui ont le plus d'influence sur la hauteur sont le degré de tension des cordes et leur longueur ; ainsi que nous l'avons déjà dit, les cordes vocales sont plus tendues dans les sons aigus que dans les sons graves : les enfants, qui ont le larynx moins développé et les cordes vocales moins longues, émettent des sons plus élevés que les adultes.

Les hauteurs de différents tons que peut émettre la voix humaine sont comprises dans trois octaves et demi : le ton le plus bas correspond à 80 vibrations par seconde et le ton le plus haut à 1024.

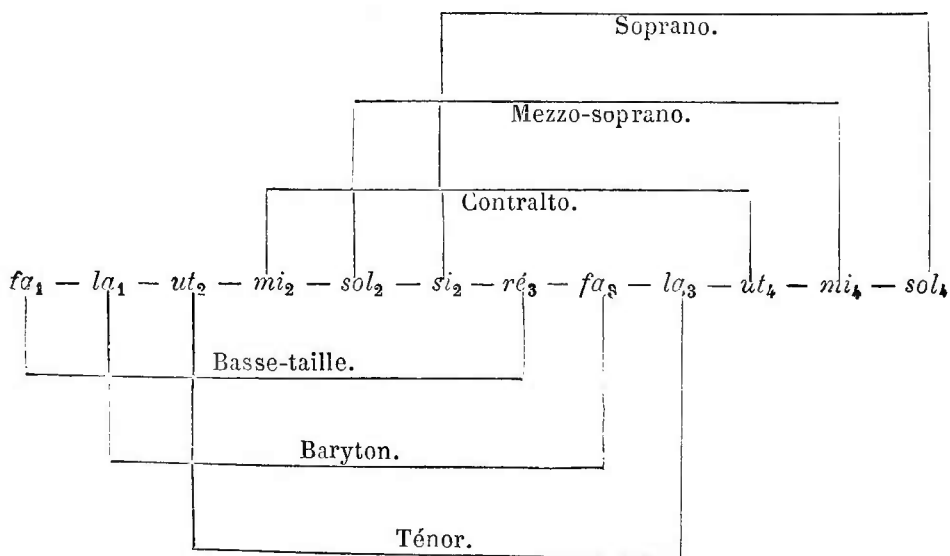
Les différentes voix se partagent cette étendue ; mais jamais une même voix ne dépasse deux octaves ou deux octaves et demie, du ton grave au ton aigu ; les variétés que présentent la voix humaine au point de vue de la hauteur dépendent de la grandeur du larynx : les plus grands donnent les voix basses et les plus petits les voix élevées.

La voix humaine et surtout celle de l'homme peut se modifier de manière à donner lieu à deux séries de sons bien distincts par le timbre : le registre des sons de *poitrine* et le registre des sons de *tête* ou de *fausset* : dans le premier cas, la voix est pleine,

large et s'accompagne de la résonnance des parois thoraciques : c'est la *voix de poitrine*. Dans le second, la voix est plus perçante et la résonnance se passe dans les parties supérieures du tuyau vocal, d'où le nom de *voix de tête*. Les ténors passent au fausset au-dessus du *la* (870 vibrations). Le laryngoscope montre que, dans la voix de poitrine, les cordes vocales vibrent dans toute leur longueur et dans toute leur épaisseur ; à mesure que le son s'élève, leur tension augmente et l'orifice glottique se rétrécit.

Dans la *voix de fausset*, les cordes vocales vibrent dans toute leur longueur, mais dans une partie de leur épaisseur ; le mouvement vibratoire se localise dans la portion fibreuse de ces rubans. Quant au timbre de la voix, comme celui des sons, il dépend du nombre et de l'intensité des harmoniques qui composent le son émis par le *larynx*.

402. Étendue de la voix. — Nous avons dit que les sons que peut émettre le larynx comprennent un peu plus de trois octaves. Mais la voix de chaque chanteur ne peut pas parcourir toute l'échelle musicale qu'embrasse cette étendue ; de là la distinction de plusieurs sortes de voix : 1° les voix d'hommes qui se subdivisent en *basse-taille*, *baryton*, *ténor* ; 2° les voix de femmes qui comprennent : le *contralto*, le *mezzo-soprano* et *soprano*, le tableau suivant indique les limites assignées à chacune de ces voix.



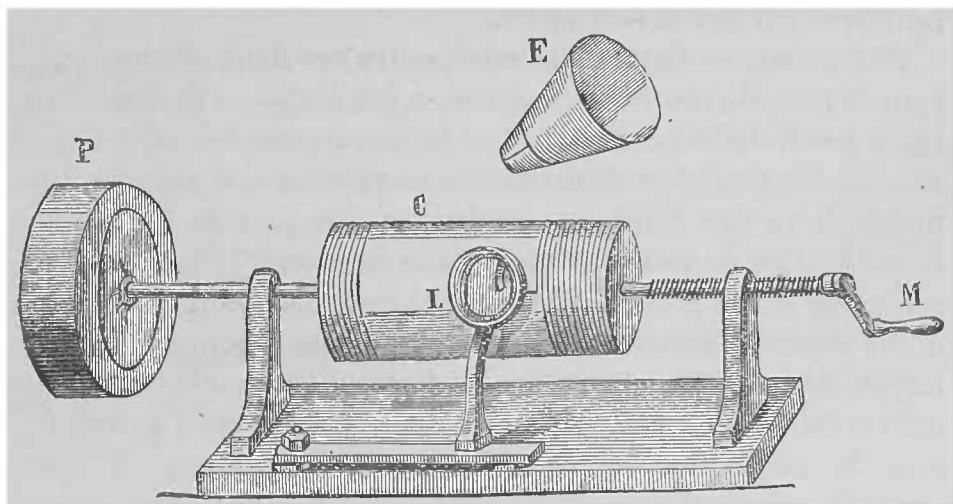
403. Phonautographe. — Phonographe — Divers appareils ont été imaginés pour étudier et inscrire graphiquement les vi-

brations aériennes caractéristiques d'un son quelconque de la voix humaine. Nous citerons le *phonautographe* et le *phonographe*.

Le phonautographe de M. Scott consiste en un large entonnoir de forme parabolique dont l'extrémité tronquée est fermée par une membrane placée au foyer du parabolique. Un stylet très-léger, fixé à la membrane, trace sur un cylindre tournant revêtu d'une bande de papier noir les ondes sonores qui, en se réfléchissant au foyer de cette surface, mettent en vibration la membrane et le stylet.

Le phonographe de M. Edison n'a pas seulement pour but d'enregistrer les ondes sonores produites par la voix dans un téléphone, mais encore d'employer le tracé graphique obtenu pour reproduire les sons et les paroles dont ils sont l'origine.

Cet appareil se compose, dans ses parties essentielles, d'une



F.g. 262. — Phonographe.

L. lame vibrante avec sa pointe qui s'engage dans la rainure hélicoïdale. — C, cylindre tournant. — M, manivelle. — P, contre-poids. — E, cornet acoustique.

lame vibrante, munie d'un stylet convenablement disposé pour se prêter à la fois à la réception des sons et à leur transmission.

Devant cette pointe se meut un cylindre animé à la fois d'un mouvement de rotation et de translation. Ce cylindre présente à sa surface une rainure hélicoïdale dont le pas est le même que celui de la vis qui le fait tourner, de telle sorte que le stylet, une fois engagé dans la rainure, la parcourt dans toute son étendue; Une feuille mince d'étain recouvre exactement la surface cylindrique.

Pour mettre l'appareil en expérience, il suffit de parler forte-

ment devant la membrane et de tourner rapidement le cylindre ; aussitôt le stylet inscrit le mouvement vibratoire qui se manifeste sur la feuille d'étain par un gaufrage composé de petites élévations et de petites dépressions. On place l'appareil dans la première position et, en tournant de nouveau le cylindre, la pointe repasse sur cette espèce de relief suffisant pour faire vibrer la lame et reproduire les sons primitifs ; ces sons amplifiés par un porte-voix peuvent être entendus au loin. En faisant varier la vitesse du cylindre, on peut faire varier le ton.

404. Parole. — La parole est la voix articulée ; ses éléments sont les *voyelles* et les *consonnes*.

Les voyelles sont des sons produits dans le larynx et dont certains harmoniques sont renforcés par le tuyau vocal.

Les consonnes sont des sons produits dans le tuyau vocal et renforcés par le son laryngien.

1° Voyelles. — Cette distinction entre ces deux éléments, qui sont la base de toutes les langues, a été établie expérimentalement par Helmholtz. Si on place successivement devant la bouche ouverte une série de diapasons en vibration, il arrive un moment où un des diapasons vibre avec une grande force quand la masse d'air de cette cavité est dans des conditions capables de renforcer le son produit : il suit de là que, dans la prononciation d'une voyelle à haute voix, la cavité buccale a pour rôle de renforcer, dans le son laryngien, les harmoniques qui correspondent précisément au son de la voyelle émise, en d'autres termes, la cavité buccale représente un résonateur, à forme variable, qui peut être diversement accordé, et la résonance, en faisant éclater tel ou tel harmonique, détermine le timbre spécial de chaque voyelle.

Les voyelles primitives sont au nombre de six qui sont : A, O, OU, I, É, U ; mais en réalité ce nombre serait pour ainsi dire illimité si l'on voulait tenir compte de toutes les nuances possibles qui peuvent résulter des variations infinies du tube vocal.

Dans l'émission de la voyelle A, l'ouverture buccale prend la forme d'un entonnoir, les lèvres étant plus ou moins écartées. On considère l'A comme la voyelle primitive, le point de départ de toutes les autres.

Dans l'OU, l'orifice buccal se rétrécit, la langue se porte en arrière pour augmenter la capacité de la bouche qui prend la forme d'une bouteille à goulot étroit. Dans l'I, la langue est élevée

et portée vers le palais dont elle n'est séparée que par une fente étroite ; la cavité buccale a la forme d'une bouteille à col allongé.

Les autres voyelles répondent à des formes intermédiaires à celles que nous venons de signaler.

2° *Consonnes*. — L'articulation des consonnes est déterminée par les sons qui se produisent dans certaines régions mobiles du tuyau vocal sous l'influence de l'air expiré. Ces sons s'ajoutent au son glottique et sont renforcés par lui.

Les consonnes sont de simples bruits qui sont difficilement appréciables par eux-mêmes, mais qui se différencient par la manière dont ils laissent commencer ou finir l'émission d'une voyelle.

Toute consonne ne peut être prononcée sans l'association d'une voyelle : au moment où un son est émis par la glotte et modifié par la cavité buccale de manière à représenter une voyelle, des changements brusques qui se passent dans cette même cavité donnent lieu à certains bruits qui, renforcés par le son glottique, forment les consonnes. Suivant que ces bruits se passent au niveau des lèvres, de la langue, du voile du palais ou du pharynx, on a des consonnes *labiales*, *linguales* ou *gutturales*, et suivant le mode de formation du son on a des labiales *explosibles* (*b, c*), des linguales *explosibles* (*d, t*), des gutturales *explosibles* (*g, k*), des *tremblotantes* (*r*), des *résonnantes* (*s, l*). La prononciation des consonnes labiales, et surtout des labiales *explosibles* (*p, m, b*), est la plus facile à cause de la simplicité des mouvements qu'elle exige ; aussi, ce sont les premières qui sont prononcées par l'enfant.

405. Voix des Mammifères. — L'appareil vocal des Mammifères présente des dispositions qui correspondent essentiellement à ce qui existe chez l'homme. L'épiglotte reste toujours isolée et représente un organe de protection qui recouvre l'orifice supérieur du larynx ; ce n'est que chez la Baleine qu'il se transforme en un long canal qui pénètre dans les fosses nasales et sert à l'entrée et à la sortie de l'air. Les cordes vocales supérieures et les ventricules manquent chez les Ruminants. Les Solipèdes ont des ligaments supérieurs de la glotte ; chez le Cheval, la membrane muqueuse forme au-dessous de l'épiglotte un pli semi-lunaire qui va d'un ligament à l'autre, et au-dessus et au-dessous de ces replis se trouve une cavité en forme d'entonnoir ; on n'observe pas ces replis dans l'Ane et le Mulet ; mais les ventricules de Morgagni sont très-spacieux.

Chez les Singes, la partie essentielle du larynx ne change pas, mais on y trouve des sacs laryngiens très-développés qui jouent le rôle de résonnateurs.

Le Chimpanzé, l'Orang et le Gorille ont un sac laryngien situé entre l'os hyoïde et le cartilage thyroïde qui même se ramifie en partie sur les côtés du cou, en partie vers la poitrine en bas et jusqu'au creux de l'aisselle (Singes hurleurs du nouveau monde).

Chez tous les Mammifères comme chez l'Homme, le son est fourni par les ligaments inférieurs de la glotte (cordes vocales). On peut les voir vibrer sur le larynx du Bœuf, et constater que le son est grave et fort quand ces cordes sont relâchées.

Les modifications de la voix des Mammifères tiennent surtout à la présence de cavités situées au-dessus de la glotte, dont la forme et la profondeur ont une influence considérable sur les qualités du son produit et jouent le rôle de résonnateurs.

406. Voix des oiseaux. — L'appareil vocal des oiseaux se compose de deux larynx : un *larynx supérieur* et un *larynx inférieur*. Le larynx supérieur occupe la place du larynx des Mammifères et ne sert à la production des sons que d'une manière accessoire. Les cartilages thyroïde, cricoïde et aryénoïde sont rudimentaires, et l'orifice (*glotte supérieure*) par lequel le thyroïde s'ouvre dans le pharynx peut être agrandi ou rétréci par des muscles groupés autour de lui.

L'organe véritablement producteur de la voix réside dans le larynx inférieur à la formation duquel concourent tant l'extrémité de la trachée que l'origine des bronches. Les changements de forme de cette région consistent dans une compression latérale et dans la fusion de quelques anneaux trachéens ; elle se compose d'un renflement nommé *tambour* partagé en deux par une crête osseuse surmontée d'un repli semi-lunaire de la membrane muqueuse tendu comme dans un cadre (*membrane tympanique interne*) : au point où les deux ouvertures bronchiques communiquent avec le tambour, il existe une autre membrane qui se projette en dedans (*membrane tympanique externe*). Ces deux replis fonctionnent comme cordes vocales ; ils limitent une double fente vocale ou glotte. Un système musculaire est disposé pour modifier les états de tension de ces rubans vocaux ; il sert en même temps à agrandir ou à resserrer les fentes de la glotte.

Cuvier partage les Oiseaux en plusieurs groupes suivant le nombre de ces muscles. Chez un certain nombre, il n'y a pas de muscles spéciaux du larynx; plusieurs paires de muscles allant à la trachée agissent comme abaisseurs de cette dernière et relâchent les ligaments de la glotte; la longueur du tuyau vocal peut être d'ailleurs considérablement raccourcie aussi par l'action des muscles éleveurs de l'os hyoïde. Les Oiseaux qui appartiennent à cette classe sont les Oies, les Canards et les Gallinacés, etc.

Parmi les larynx munis de muscles spéciaux, nous citerons les Accipitres, les Râles, le Martin-Pêcheur, l'Engoulevent, le Héron, le Coucou, qui n'ont qu'une seule paire de muscles; le Perroquet en a trois; mais il y a cinq à six paires chez les Oiseaux chanteurs, tels que le Rossignol, la Fauvette, le Serin, le Pinçon, etc.

La voix des Oiseaux a son siège dans le larynx inférieur: c'est ce que Cuvier a démontré; il a vu un Merle, une Grive, une Cane pousser des cris après la section de la trachée-artère. A ces expériences s'ajoutent celles qu'on fait sur le larynx inférieur extirpé du corps: quand on souffle dans les bronches d'un Canard, on produit exactement la voix naturelle de l'Oiseau. On considère généralement les sons de l'organe vocal des Oiseaux comme se produisant d'une manière analogue à ceux de l'organe vocal humain, c'est à-dire par les vibrations des lèvres de la glotte fonctionnant comme une anche double.

407 Voix des Reptiles et des Batraciens. — Chez ces animaux, la voix naît dans le larynx comme celle des Mammifères. Le squelette de cet organe est constitué par des pièces cartilagineuses qui sont les analogues de celles des Mammifères; ce sont surtout les aryténoïdes qui sont distincts, les autres tendent à se fusionner avec le reste du conduit aérien.

A ce squelette se rattachent d'autres parties servant plus ou moins à la production de la voix. Des cordes vocales se trouvent chez les Crocodiles, chez les Sauriens (Caméléons, Geckos), et chez la plupart des Anoures (Grenouille); elles manquent chez les Serpents. C'est au niveau des cordes vocales que se produit ce bruit particulier, le *coassement*, renforcé chez les Grenouilles mâles par une poche membraneuse élastique qui s'ouvre dans la bouche du côté de la langue et qui se gonfle quand l'animal coasse.

SYSTÈME NERVEUX

408. Division du système nerveux. — Le système nerveux est l'appareil organique intermédiaire entre les animaux et le monde extérieur. Ce système préside aux phénomènes de la sensibilité, de l'instinct et de l'intelligence ; il est l'agent incitateur des mouvements volontaires et involontaires ; enfin, il tient sous sa dépendance les fonctions de nutrition.

Chez l'homme et chez les animaux supérieurs, l'appareil nerveux peut être considéré comme composé de deux parties : 1° le *système nerveux de la vie animale* ; 2° le *système nerveux de la vie organique*. Le premier comprend une partie centrale, l'*axe cérébro-spinal*, composé de la moelle et de l'encéphale, et une partie périphérique constituée par de nombreux cordons ou *nerfs* qui se distribuent à tous les organes des sens et aux muscles volontaires ; leur ensemble forme le *système nerveux cérébro-spinal*. Le second est formé par une série de renflements ou ganglions disséminés le long de la colonne vertébrale, reliés entre eux par des cordons et d'où partent des filets nerveux qui se distribuent dans tous les viscères ; leur ensemble constitue le *système ganglionnaire* ou du *grand sympathique*.

Cette division, établie pour la première fois par Bichat, est plutôt apparente que réelle, l'observation indiquant que les nerfs qui se distribuent dans les organes de la vie végétative ont les connexions les plus intimes avec l'axe cérébro-spinal : On doit donc considérer l'ensemble de l'appareil nerveux comme formant un tout unique dont on conserve les subdivisions pour la facilité de l'étude.

TABLEAU DU SYSTÈME NERVEUX

| | | | |
|---|--|------------------------------|--|
| I. Système nerveux cérébro-spinal ou de la vie animale. | { Centres nerveux ou axe cérébro-spinal. | { Encéphale.. Moelle. | { Cerveau. Cervelet. Isthme de l'encé- phale ou moelle al- longée. |
| II. Système nerveux ganglionnaire ou du grand sympathique. | { Nerfs. Ganglions nerveux. Nerfs. | | |

409. Structure du système nerveux. — Deux éléments essentiels ou éléments nerveux entrent dans la constitution du système nerveux : 1° les *cellules nerveuses* ou *globules nerveux* ; 2° les *tubes nerveux* ou *fibres nerveuses* (voir § 15). Ces deux éléments, en se juxtaposant et en s'associant entre eux, forment deux substances différentes par leur consistance et leur attribution, savoir : la substance blanche et la substance grise.

La substance blanche, qui est la plus abondante, entre dans la constitution de l'encéphale, de la moelle et des nerfs qui en dépendent : elle est essentiellement formée par des fibres nerveuses auxquelles se joignent quelques éléments de tissu conjonctif.

La substance grise, qui n'existe que dans l'encéphale, dans la moelle et dans les ganglions, résulte de l'union de cellules nerveuses, de tubes nerveux et d'une petite quantité de substance conjonctive.

Le mode de répartition n'est pas le même dans ces divers centres nerveux :

Dans la moelle, la substance blanche occupe la périphérie et enveloppe complètement la substance grise ; dans le cerveau et le cervelet, au contraire, la substance grise s'étale à la surface et pénètre en différents points dans l'épaisseur de la substance blanche sous forme d'îlots. Leur rôle n'est pas le même : la substance grise est l'élément actif ; elle est l'agent incitateur des mouvements et le siège de la sensibilité et de l'intelligence ; toute altération dans sa structure se traduit au dehors, soit par des troubles du sentiment et de l'intelligence, soit par des désordres dans les fonctions végétatives.

La substance blanche joue le simple rôle de conducteur ; elle sert à transmettre de la périphérie au centre les impressions sensibles et du centre à la périphérie les excitations motrices.

410. Méninges. — Les centres nerveux, outre qu'ils sont protégés par la boîte crânienne et par le canal vertébral, sont entourés par trois membranes importantes, les *méninges*, qui sont : la *dure-mère*, l'*arachnoïde* et la *pie-mère* ; ces enveloppes se continuent sans interruption dans toute l'étendue du canal vertébro-crânien. La dure-mère, la plus extérieure, est dure, fibreuse et résistante ; elle envoie des prolongements entre les centres nerveux dont les plus remarquables sont la *faux* du cerveau placée entre les deux hémisphères et la *tente* du cervelet qui s'interpose entre cet organe et le cervelet. Au-dessous de la dure-mère se

trouve l'arachnoïde, membrane qui par son feuillet pariétal adhère à la dure-mère et par son feuillet viscéral à la pie-mère; cette dernière recouvre immédiatement les centres nerveux. Elle représente une toile délicate et vasculaire sur laquelle les vaisseaux sanguins se divisent à l'infini avant de pénétrer dans l'épaisseur de la masse cérébrale. Enfin, autour de la moelle et de l'encéphale se trouve un liquide sécrété par l'arachnoïde, auquel on donne le nom de liquide céphalo-rachidien et qui concourt à leur protection et à leur conservation.

CENTRES NERVEUX OU AXE CÉRÉBRO-SPINAL

Les centres nerveux forment un tout continu nommé *axe cérébro-spinal*. La partie qui est logée dans le crâne constitue l'*encéphale*, qui comprend trois parties savoir : le *cerveau*, le *cervelet* et l'*isthme de l'encéphale* ou *moelle allongée*; la partie contenue dans le canal rachidien s'appelle *moelle épinière*.

CERVEAU.

411. Le cerveau est la portion de l'encéphale qui termine l'axe cérébro-spinal et qui en est comme l'épanouissement. Il est situé en avant et au-dessus du cervelet dont il est séparé par un prolongement de la dure-mère, la tente du cervelet; il se relie à l'isthme de l'encéphale par deux gros cordons, les *pédoncules cérébraux*.

Sa forme est celle d'un ovoïde dont la grosse extrémité est tournée en arrière. Il occupe toute la cavité crânienne, à l'exception des fosses occipitales.

Le poids moyen du cerveau est de 1,250 grammes, et ce volume, qui est sans contredit un des traits les plus caractéristiques de l'organisme humain, dépasse de beaucoup celui des plus grands Mammifères à l'exception de celui du Dauphin, de l'Éléphant et de la Baleine. Mais si l'on vient à comparer le poids du cerveau au poids du corps, on trouve que c'est l'Homme qui occupe le premier rang : en effet ce rapport est de 1/47 pour l'homme; il est de 1/66 chez le Dauphin; de 1/400 chez le Cheval et de 1/500 chez l'Éléphant. Enfin le poids et le volume du cer-

veau varie selon les races, ainsi qu'on l'a constaté en mesurant l'enveloppe osseuse de crânes appartenant aux diverses races. Cette capacité augmente de la race australienne à la race nègre, et de celle-ci à la race germanique ; dans le premier cas, il y a une différence de 12 pour 100 et de 23 pour 100, dans le second.

Le volume du cerveau augmente par l'exercice et diminue par l'inaction, conformément à la loi physiologique qui régit tous les autres organes. Or, l'activité d'un organe étant dans un rapport direct avec son volume, en appliquant ce principe à l'encéphale on est conduit à admettre qu'un cerveau volumineux est l'indice d'une grande intelligence : on cite à l'appui de cette opinion le poids considérable de cerveaux d'hommes illustres ; ainsi, le cerveau de Cuvier pesait 1,800 grammes, celui de Byron 2,238 grammes et celui de Cromwell 2,230 grammes. Toutefois, l'activité fonctionnelle du cerveau est le résultat de tant de circonstances autres que celles qui tiennent au volume et à la masse encéphalique, que toute appréciation de la puissance intellectuelle fondée uniquement sur cette seule donnée est souvent inexacte, et l'on peut dire avec Galien que la qualité des éléments nerveux qui entrent dans le cerveau et l'étendue de la surface doivent avoir une influence aussi grande sinon prépondérante sur la quantité.

412. Conformation extérieure du cerveau. — Le cerveau se compose de deux portions symétriques nommées *hémisphères cérébraux*, reliées entre elles à la partie moyenne par le *corps calleux*. Ces deux hémisphères sont le plus souvent symétriques : mais il n'est pas rare de constater une prédominance de l'hémisphère droit sur l'hémisphère gauche. Ce défaut de symétrie, lorsqu'il n'est pas exagéré, semble n'avoir aucune action fâcheuse sur les facultés cérébrales, contrairement à l'opinion de Bichat. A l'appui de cette vérité, il nous suffira de citer l'exemple du cerveau de ce grand anatomiste dont les hémisphères étaient asymétriques et qui fournit lui-même, après sa mort, le plus éclatant démenti à l'opinion qu'il avait soutenue.

1° Surface supérieure. — Elle présente sur la ligne médiane une scissure profonde qui occupe en arrière toute la hauteur du cerveau et dans laquelle plonge la faux du cerveau. Mais ce qui frappe surtout lorsqu'on examine cette surface, c'est le nombre considérable d'enfoncements sinueux qui le divisent en

autant d'éminences diversement contournées, subdivisées elles-mêmes par d'autres enfoncements plus petits.

Ces éminences, disposées en formes de replis représentant assez bien les circonvolutions de l'intestin, ont été désignées sous le nom de *circonvolutions cérébrales*. Leur nombre et leur étendue différencient le cerveau de l'Homme de celui des animaux autant que la masse et le volume ; aussi on considère ce grand développement des surfaces cérébrales comme étant en rapport avec les facultés intellectuelles.

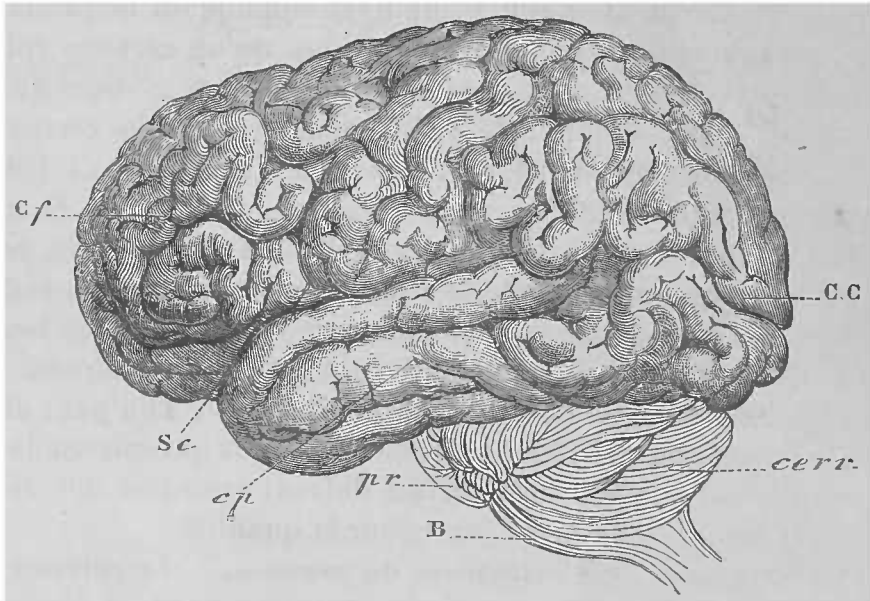


Fig. 263. — Hémisphère cérébral et circonvolutions.

cf, circonvolutions frontales. — *c,c*, circonvolutions occipitales. — *cp*, circonvolutions pariétales. — *sc*, scissure de Sylvius. — *pr*, protubérance. — *cerv.*, cervelet. — B, bulbe.

2° *Surface inférieure*. — La face inférieure ou la base du cerveau comprend sur les côtés la *scissure de Sylvius* et les *lobes du cerveau* ; sur la ligne médiane et d'avant en arrière, l'extrémité antérieure de la grande scissure, le corps calleux et ses deux pédoncules ; la *bandelette*, le *chiasma* et la *racine grise des nerfs optiques* ; dans l'espace losangique circonscrit par les nerfs optiques et les pédoncules cérébraux, le *tuber cinereum*, la *tige* et le *corps pituitaire*, puis les *tubercules mamillaires* (fig. 264).

415. Conformation intérieure du cerveau. — Les hémisphères cérébraux sont formés par une masse centrale de substance blanche de laquelle rayonnent dans tous les sens des prolongements recouverts à leur surface d'une écorce grise. Ils sont

réunis l'un à l'autre par une commissure transversale, épaisse, appelée corps calleux, et à l'isthme de l'encéphale par deux gros cordons, les *pedoncles cérébraux*, qui sont comme des prolongements de la moelle vers le cerveau. Ces cordons, en s'enfonçant dans la masse hémisphérique, rencontrent sur leur trajet

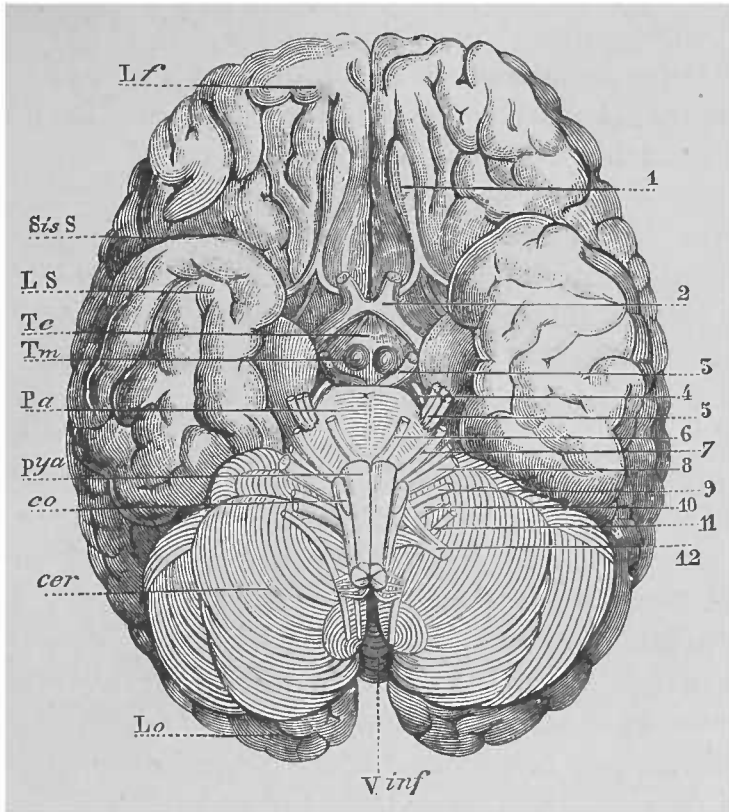


Fig. 261. — Face inférieure de l'encéphale.

Lf lobe frontal. — S, scissure de Sylvius. — LS, lobe sphénoïdal. — Te, tuber cinereum. Tm, tubercules mamillaires. — Pa, protubérance annulaire. — pya, pyramides antérieures. — co, corps olivaires. — cer, cervelet. — Lo, lobe occipital. — V inf, vermis inférieur.

1, nerf olfactif. — 2, nerf optique. — 3, nerf moteur oculaire commun. — 4, nerf pathétique. — 5, trijumeau. — 6, moteur oculaire externe. — 7, facial. — 8, nerf auditif. — 9, nerf glosso-pharyngien. — 10, nerf pneumogastrique. — 11, nerf spinal. — 12, nerf hypoglosse.

un renflement ganglionnaire qui porte le nom de *couche optique* et un autre renflement nommé le *corps strié*.

Un fait bien établi aujourd'hui, c'est que la masse cérébrale qui représente les hémisphères ne provient pas tout entière des couches optiques et des corps striés. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer la masse d'un des hémisphères à la masse des couches optiques et des corps striés; d'autre part, les recherches modernes l'ont encore mieux prouvé en montrant qu'un

très-grand nombre de fibres nerveuses se rendent d'un point de l'écorce grise d'un hémisphère à un autre point du même hémisphère ou à l'écorce grise de l'autre pour former le corps calleux ou les autres moyens de communication auxquels on donne le nom de *commissures*.

On doit donc se représenter chaque hémisphère comme une masse nerveuse composée de substance blanche et de substance grise dans laquelle naissent ou se terminent des fibres nerveuses qui, par l'autre extrémité, naissent ou se terminent dans les corps striés et les couches optiques, la masse cérébrale d'un côté étant reliée à celle de l'autre par de nombreuses commissures.

Le cerveau étant une substance très-compiquée, l'étude de sa conformation intérieure ne peut être faite qu'à l'aide de coupes pratiquées en différents sens ; cette méthode permet de voir facilement les diverses parties qui composent chaque hémisphère et d'étudier toutes les particularités qu'elles présentent.

Si on pratique une section horizontale au niveau du corps calleux et qu'on retranche la partie supérieure des hémisphères, on voit de chaque côté de ce corps une surface blanche semi-elliptique, dont les centres réunis sur la ligne médiane par le corps calleux constituent le *centre ovale de Vieussens* circonscrit par un feston irrégulier de la substance grise des circonvolutions.

Au-dessous du centre ovale se trouve une grande cavité divisée en deux étages par une cloison horizontale, le *trigone cérébral* ou *voûte à trois piliers*. L'étage inférieur porte le nom de *ventricule moyen*. L'étage supérieur est lui-même subdivisé par une cloison verticale, la *lame transparente*, en deux cavités secondaires appelées *ventricules latéraux*.

En procédant de haut en bas, on trouve successivement sur la ligne médiane : 1° le *corps calleux*, la *cloison transparente*, le *trigone*, la *toile choroïdienne*, la *glande pinéale*, le *ventricule moyen* ; 2° sur les côtés, les *ventricules latéraux* avec leurs dépendances.

1° *Corps calleux*. — Le corps calleux ou *grande commissure du cerveau* est une lame quadrilatère à angles saillants tendue transversalement et recourbée au-dessus des ventricules latéraux. Ce corps représente l'ensemble des fibres nerveuses qui passent de l'hémisphère droit à l'hémisphère gauche et qui, en se juxtaposant, constituent pour ceux-ci une large commissure.

2° *Cloison transparente*. — Lame triangulaire demi-transparente,

placée verticalement, entre le corps calleux et le trigone qu'elle réunit et les deux ventricules latéraux qu'elle sépare; elle est formée de deux lamelles qui laissent entre elles un espace vide auquel on donne le nom de *ventricule de la cloison*.

3° *Trigone cérébral*. — Au-dessous du corps calleux se trouve une lame mince blanche qui se présente sous l'aspect d'un triangle isocèle, quoique en réalité elle offre quatre angles ou piliers au lieu de trois; sa face supérieure adhère sur la ligne

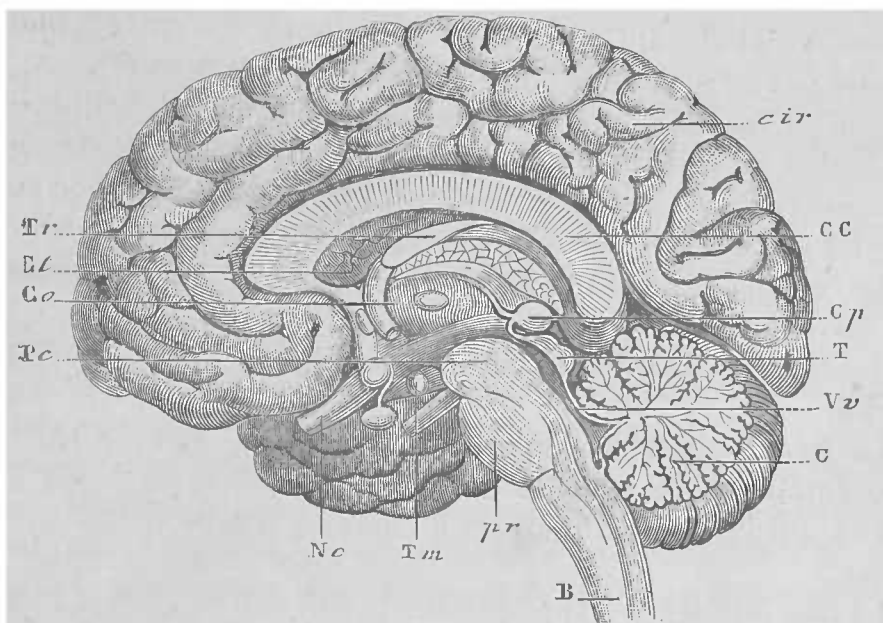


Fig. 265. — Section verticale médiane de l'encéphale.

cir, circonvolutions du cerveau. — *CC*, corps calleux. — *Tr*, trigone ou voûte à trois piliers — *Ct*, cloison transparente. — *Co*, couches optiques et corps striés. — *Cp*, glande pinéale. — *P*, tubercules quadrijumeaux. — *Vv*, valvules de Vieussens. — *Pc*, pédoncules cérébraux. — *Pr*, Tubérance annulaire. — *B*, bulbe rachidien. — *Tm*, tubercules mamillaires. — *C*, cervelet montrant l'arbre de vie. — *No*, nerf optique.

médiane au corps calleux en arrière et à la cloison en avant. Sa face inférieure repose sur la toile choroïdienne.

4° *Toile choroïdienne et glande pinéale*. — Cette toile, cellulo-vasculaire, formée par la pie-mère, est étendue horizontalement au-dessous du trigone et au-dessus du ventricule moyen. Elle recouvre entre ces deux feuillets un petit organe de couleur grisâtre qui ressemble à une pomme de pin, au-dessus des tubercules quadrijumeaux.

5° *Ventricules moyen et latéraux*. — Le ventricule moyen résulte de la séparation des deux hémisphères qui le limitent. Sa base est formée par la toile choroïdienne et par la voûte qu'elle

supporte. Il communique avec les ventricules latéraux par le trou dit de *Monro* ; ces ventricules creusés dans l'épaisseur des hémisphères figurent deux canaux aplatis enroulés autour des pédoncules cérébraux, des couches optiques et des corps striés.

CERVELET.

414. Le cervelet est cette partie de l'encéphale qui occupe les fosses occipitales inférieures, au-dessous du cerveau dont il est séparé par un repli de la dure-mère (*tente du cervelet*) et auquel il est uni par les *pédoncules cérébelleux supérieurs*, au-dessus du bulbe rachidien avec lequel il se continue par les *pédoncules cérébelleux inférieurs*, en arrière de la protubérance à laquelle il est joint par les *pédoncules cérébelleux moyens*.

Le cervelet pèse de 130 à 150 grammes ; son poids est à celui du cerveau comme 1 est à 8. Sa forme est celle d'un segment d'ellipsoïde aplati de haut en bas dont le grand diamètre est transversal.

La face supérieure convexe présente, sur la ligne médiane, une éminence qui est sillonnée transversalement par des anneaux qui lui donnent l'aspect d'un ver à soie (*éminence vermiculaire*).

La face inférieure s'applique sur la concavité des fosses occipitales qui se moulent exactement sur elles ; elle est divisée en deux moitiés latérales arrondies, *hémisphères du cervelet*, par un sillon antéro-postérieur large surtout en avant qui reçoit le bulbe rachidien, et dont le fond est occupé par une éminence à laquelle on donne le nom d'*éminence vermiculaire inférieure*.

Toute la surface du cervelet est parcourue par des sillons flexueux concentriques, qui pénètrent à des profondeurs inégales et les séparent en segments, en lames et lamelles.

Comme le cerveau, le cervelet se compose de substance grise à l'extérieur et de substance blanche à l'intérieur ; la substance blanche constitue un noyau central qui, peu considérable dans le lobe médian, se renfle de chaque côté dans les hémisphères cérébelleux et se prolonge par des irradiations dans tous les sens, dont les unes servent à former les pédoncules du cervelet et dont les autres pénètrent dans les lobules, lames et lamelles ; de sorte qu'une coupe verticale de l'organe

présente un aspect arborescent que les anatomistes ont décoré du nom d'*arbre de vie* (fig. 264).

ISTHME DE L'ENCÉPHALE OU MOELLE ALLONGÉE.

Entre le cerveau et le cervelet d'une part, entre la moelle épinière et le cerveau d'autre part, se trouvent des masses encéphaliques blanches et grises qui servent à relier ces différentes parties entre elles : on donne à ces centres nerveux le nom d'*isthme de l'encéphale*, ou de *moelle allongée*.

L'isthme de l'encéphale se compose de deux plans, l'un inférieur formé de la *protubérance annulaire*, des *pédoncules cérébelleux moyens*, des *pédoncules cérébraux* et du *bulbe rachidien*, l'autre supérieur comprenant les *pédoncules cérébelleux supérieurs*, la *valvule de Vieussens*, et les *tubercules quadrijumeaux*.

415. Protubérance annulaire. — La protubérance nommée aussi *pont de Varole* est une petite masse blanche de forme quadrilatère, intermédiaire au cerveau, au cervelet et au bulbe rachidien dont elle constitue le trait d'union.

Sa face antérieure convexe repose sur la gouttière basilaire du crâne; sa face postérieure tournée vers le haut fait partie du plancher du quatrième ventricule; sa face supérieure se continue avec les pédoncules cérébraux dont elle se distingue par la direction opposée de ses fibres, et sa face inférieure fait suite au bulbe rachidien.

Du centre de cette masse naissent quatre cordons, deux antérieurs qui vont s'enfoncer dans les cerveaux (*pédoncules cérébraux*) et deux postérieurs qui se portent dans le cervelet (*pédoncules cérébelleux moyens*). Les premiers s'étendent jusque dans les couches optiques et s'enfoncent dans les hémisphères cérébraux; les seconds aboutissent de chaque côté dans les hémisphères cérébelleux.

416. Pédoncules cérébelleux supérieurs, valvule de Vieussens et tubercules quadrijumeaux. — Ces parties forment dans leur ensemble le plan supérieur de la moelle allongée. Les pédoncules cérébelleux supérieurs représentent deux cordons blancs qui vont du cervelet jusque dans les couches optiques; ils sont recouverts en avant par quatre saillies mamelonnées qui portent le nom de *tubercules quadrijumeaux*, reliés, en arrière, par

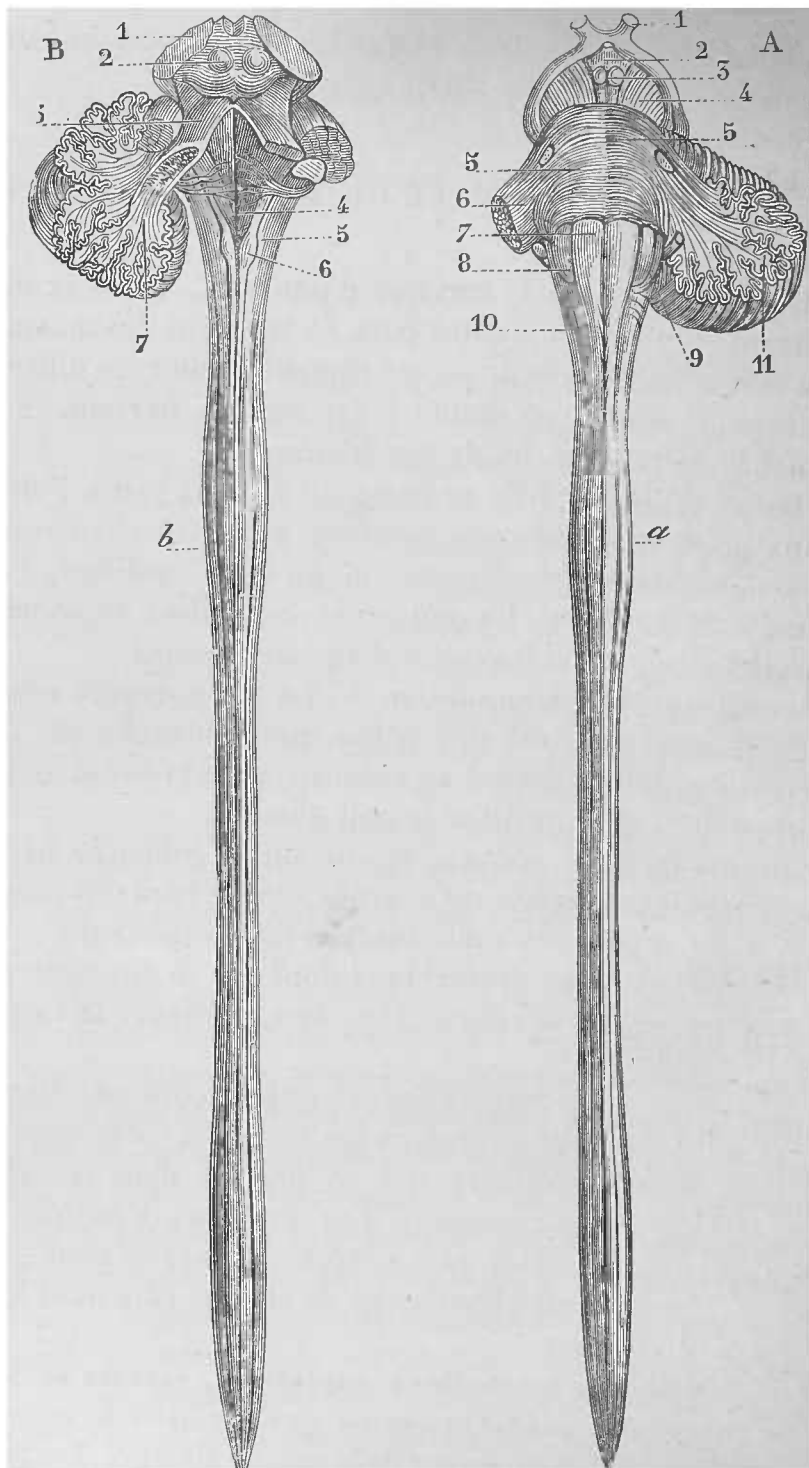


Fig. 266. — Moelle allongée; vue par sa face postérieure.

Fig. 267. — Moelle allongée; vue par sa face antérieure.

A. 1, chiasma. — 2, tuber cinereum. — 3, tubercules mamillaires. — 4, pédoncules cérébraux. — 5, protubérance. — 6, pédoncules cérébelleux moyens. — 7, pyramides antérieures. — 8, corps olivaires. — 9, corps restiformes. — 10, bulbe. — 11, cervelet. — *a*, moelle épinière.
 B. 1, pédoncules cérébelleux supérieurs. — 2, tubercules quadrijumeaux. — 3, pédoncules cérébelleux inférieurs. — 4, calamus scriptorius. — 5, corps restiformes. — 6, pyramides postérieures. — 7, cervelet. — *b*, moelle.

une lame mince, la *valvule de Vieussens*; entre les tubercules se trouve un petit organe de couleur grisâtre nommé *glande pinéale*.

417 Bulbe rachidien. — Le bulbe rachidien est la partie de l'encéphale qui s'étend de la protubérance à la moelle épinière qu'il surmonte à la manière d'un chapiteau. Sa forme est celle d'un cône tronqué dont la base est en haut et le sommet en bas; en avant, il présente deux éminences nommées *pyramides antérieures*; en dehors, sur un plan plus postérieur, deux autres éminences, les *corps olivaires*, et latéralement deux colonnes blanches cylindriques nommées *corps restiformes*. En arrière, le bulbe concourt à former le quatrième ventricule. Les faisceaux postérieurs de la moelle, en s'enfonçant dans le bulbe sans ligne de démarcation, limitent un espace anguleux en forme de V auquel Hérophile a donné le nom de *calamus scriptorius* à cause de sa forme qui rappelle un bec de plume; ces faisceaux se renflent au niveau du bec du *calamus scriptorius* pour former les *pyramides postérieures* et vont se perdre dans les corps restiformes correspondants. Le bulbe, de même que la moelle, est constitué par des fibres et des cellules nerveuses, ce qui donne lieu à la formation de noyaux de substance grise isolés (fig. 266 et 267).

MOELLE ÉPINIÈRE.

418. La *moelle épinière* est la partie de l'axe cérébro-spinal qui occupe le canal vertébral; elle se présente sous la forme d'une tige blanche, cylindroïde, qui commence immédiatement au-dessous du bulbe rachidien et se termine en pointe au niveau de la deuxième vertèbre lombaire; les régions lombaire et sacrée sont occupées par des faisceaux de nerfs qui forment ce que l'on nomme la *queue de cheval*. Elle est recouverte directement par la pie-mère rachidienne qui lui fournit une gaine solide et résistante, la protège et la maintient dans sa position. Dépouillée de son *névrilemme*, la surface externe de la moelle présente deux sillons médians, l'un antérieur et l'autre postérieur, qui la partagent en deux parties égales et symétriques, et deux sillons latéraux qui sont représentés par les deux lignes d'insertion des racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens.

Il suit de là que la moelle peut être considérée comme composée de deux parties, l'une droite, l'autre gauche, réunies par

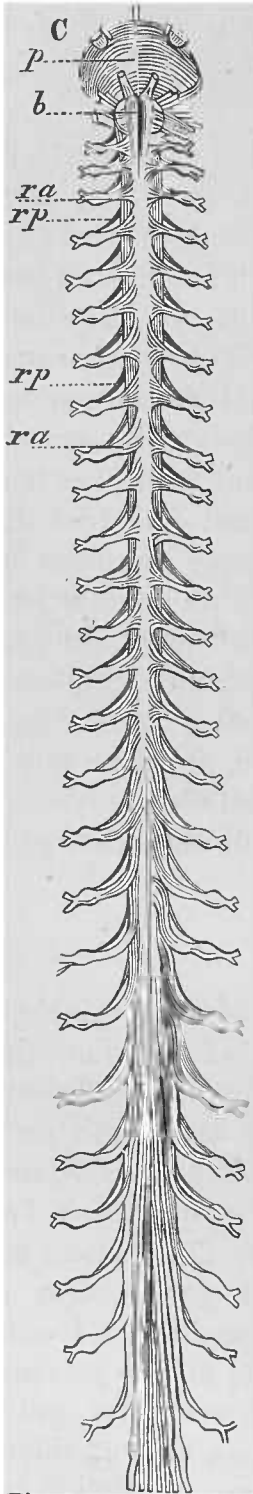


Fig. 268. — Face antérieure de la moelle.

p, protubérance. — *b*, bulbe rachidien. — *ra*, racine antérieure. — *rp*, racine postérieure.

une languette, blanche en avant, grise en arrière, et chaque moitié à son tour est séparée par ces divers sillons en trois cordons distincts.

Si, maintenant, on examine les diverses coupes de la moelle faites à des hauteurs différentes, on trouve, à la périphérie, de la substance blanche et, au centre, de la substance grise, dont la forme est variable, mais qui toujours envoie deux prolongements, l'un qui se dirige en avant, *cornes antérieures*, l'autre qui se porte en arrière, *cornes postérieures*.

La substance blanche est formée des cordons disposés régulièrement autour de l'axe de chaque moitié de l'organe et complètement indépendants, et chacun d'eux peut être décomposé en tubes nerveux très-ténus juxtaposés et parallèles dans toute leur étendue; cette texture montre donc l'analogie qui existe entre les filaments de la moelle et les filaments qui forment les nerfs.

La substance grise est formée de cellules nerveuses et de tubes nerveux; dans la partie antérieure de cette substance (cornes antérieures) on rencontre de grosses cellules multipolaires auxquelles on donne le nom de *cellules motrices*, à cause de leurs connexions avec les racines antérieures qui en sortent (*nerfs rachidiens*); dans les cornes postérieures, il existe des cellules petites à prolongements ramifiés qui se mettent en rapport avec quelques fibres des racines postérieures où elles semblent se terminer.

Toutefois l'observation établit que les fibres des cordons antérieurs et latéraux de la moelle ne sont pas simplement la continuation de celles des racines motrices, mais des fibres de transmission qui font communiquer les cellules des cornes antérieures avec d'autres cellules situées soit dans la moelle, soit dans l'encéphale lui-même.

La connaissance des connexions des racines

postérieures avec les cornes postérieures n'est pas encore bien déterminée ; on admet généralement qu'une partie de ces fibres se perd dans les cellules des cornes postérieures, d'autres traversent la substance grise pour rejoindre les cordons postérieurs et de là remonter jusqu'à l'encéphale, d'autres enfin semblent se porter des cornes postérieures aux cornes antérieures et se terminer dans les cellules motrices. Enfin, il existe dans la moelle des fibres transversales ou *commissures* entre les deux portions de la moelle et probablement entrecroisements des fibres dans les *commissures*.

DES NERFS

419. Les nerfs sont des cordons blancs ou grisâtres qui, par une de leurs extrémités, tiennent à l'axe cérébro spinal et qui, par l'autre, plongent dans les organes auxquels ils sont destinés.

Ces cordons se détachent symétriquement à gauche et à droite des parties centrales par des racines ordinairement multiples, les unes réelles, les autres apparentes. L'origine réelle réside dans les cellules qui forment les masses grises centrales ; l'origine apparente se trouve à l'émergence même des centres nerveux.

Chaque tronc nerveux est une agglomération de tubes nerveux simplement juxtaposés et indépendants les uns des autres dans tout leur trajet ; ces tubes sont réunis en faisceaux de divers ordres qui sont enfermés dans une enveloppe commune élastique, le *névrilemme*. Cette disposition permet de se rendre un compte exact du mode de division de ces cordons : les principaux faisceaux de fibres, après avoir marché ensemble, se séparent à des hauteurs variables pour former des ramifications de plus en plus ténues de manière à se réduire à leurs fibres primitives. Il n'y a donc pas là, comme dans le cas des vaisseaux sanguins, une véritable bifurcation, mais une simple séparation de fibres uniquement accolées et non soudées dans le même cordon ; dans leur trajet, ils communiquent souvent entre eux de telle sorte que des fibres émanant d'un tronc s'ajoutent à celles d'un tronc voisin pour gagner les organes dans lesquels ils se terminent, sans que pour cela il n'y ait jamais fusion ; ces communications ont reçu le nom d'*anastomoses*. Quelquefois plusieurs

nerfs participent à cet échange et il se forme alors des *réseaux* ou des *plexus*, à mailles plus ou moins serrées, dont le but est de concentrer en certains points l'action nerveuse.

Terminaison des nerfs. — La terminaison des nerfs dans les organes et les tissus n'est pas encore bien connue. D'après les

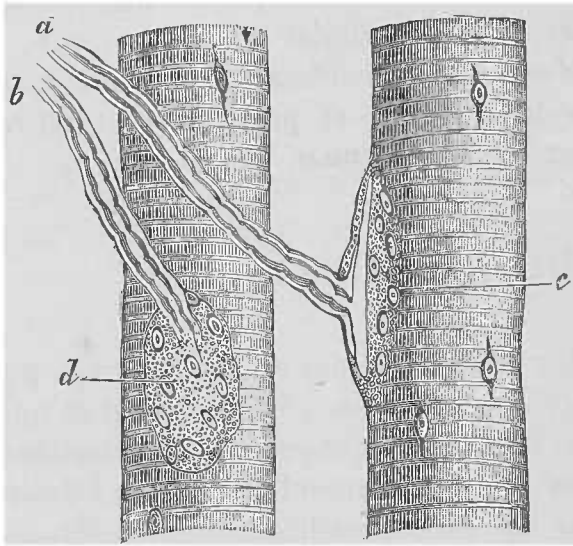


Fig. 268 bis. — Deux faisceaux primitifs d'un muscle de cochon d'Inde.

a, b, nerfs moteurs ; c, d, plaques terminales.

observations de Prévost et Dumas, on a admis pendant longtemps que les fibres nerveuses qui s'engagent dans les muscles, après s'être réduites à leurs éléments, se recourbaient en forme d'anse pour revenir à leur point de départ; des observations plus récentes tendent à établir que ces anses ne sont pas la terminaison, mais des anastomoses des fibres qui se continuent au delà par des extrémités libres. Dans ce cas, la fibre nerveuse,

au moment où elle atteint un faisceau musculaire primitif, s'épanouit en forme de plaque (*plaque terminale*) aux dépens de la substance de l'axe-cylindre.

Dans la peau et dans les muqueuses, les extrémités terminales des nerfs s'engagent dans des corpuscules spéciaux; enfin les nerfs de sensibilité spéciale plongent dans des cellules spéciales (cellules olfactives, auditives, etc.).

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES DES NERFS.

420. Les nerfs sont des conducteurs chargés de transmettre aux centres nerveux les impressions produites à la périphérie et de porter aux muscles les excitations motrices qui partent de ces centres. Sous l'influence de certains agents d'excitation, les nerfs comme les muscles peuvent donc passer de l'état de repos à l'état d'activité, laquelle se révèle par deux actes principaux, une transmission de mouvement et un dégagement de mouvement. L'essence de cette transmission nous est absolument inconnue :

est-ce une vibration moléculaire ? est-ce une décomposition chimique ? est-ce un dégagement d'un fluide (influx nerveux) analogue au fluide électrique ? La question n'est pas résolue. Ce que l'on peut dire, c'est que ce mouvement présente ce caractère singulier d'augmenter d'intensité à mesure que les résistances augmentent, ce qui montre que le nerf ne peut pas être assimilé à un conducteur électrique.

421. Excitants des nerfs. — Les excitants des nerfs sont, les uns externes, les autres internes. Les excitants internes ou physiologiques sont les organes nerveux centraux dans lesquels naissent et se terminent les nerfs. D'après les recherches modernes, ce sont toujours les cellules nerveuses qui sont le point de départ de ces excitations qui, suivant les cas, donnent lieu à des mouvements volontaires et instinctifs aussi bien qu'à des manifestations d'un autre ordre.

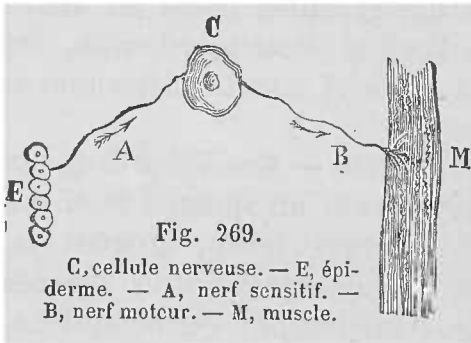
Mais les nerfs peuvent être excités artificiellement par des agents physiques ou chimiques portés directement sur eux : ainsi, en comprimant un nerf, en le piquant, en le tirillant, on provoque de la douleur ; la chaleur, le froid détermine des contractions musculaires ; l'électricité, sous toutes ses formes, portée sur un nerf donne lieu à des secousses plus ou moins violentes, suivant l'intensité de l'action électrique ; enfin, les alcalis, les acides appliqués sur un nerf moteur déterminent aussi des contractions musculaires.

422. Nerfs moteurs et nerfs sensitifs. — Considéré dans son ensemble, le système nerveux représente un appareil destiné à relier les surfaces sensibles périphériques (peau, muqueuses, organes des sens) aux muscles et à quelques autres organes comme les glandes, par exemple. Pour remplir ces conditions, cet appareil comprend des éléments nerveux de trois sortes : les cellules nerveuses, les fibres nerveuses, et les éléments nerveux périphériques (plaques terminales, cellules olfactives, auditives, cônes et bâtonnets de la rétine corpuscules nerveux, etc.) dont le fonctionnement, quoique spécial pour chacun d'eux, concourt à un résultat commun. La cellule nerveuse, élément actif, dégage le mouvement nerveux ; la fibre nerveuse conduit le mouvement, soit de la périphérie au centre, soit du centre à la périphérie ; dans le premier cas, le nerf est dit *centripète* ou *sensitif* ; dans le second il est dit *centrifuge* ou *moteur*. L'élément nerveux périphérique réside tantôt à l'origine du nerf sensitif,

tantôt à l'extrémité du nerf moteur : c'est ainsi que les plaques terminales transmettent aux muscles, en le transformant en contraction, l'influx nerveux apporté par le nerf moteur ; de même les bâtonnets auditifs reçoivent les vibrations sonores, et la transformation inconnue qu'elles subissent va à son tour exciter les fibres du nerf auditif et produire la sensation sonore.

ACTIONS RÉFLEXES.

425. Ces considérations nous conduisent à ne voir dans l'appareil nerveux que des *fibres* sensibles ou motrices et des *cellules* placées soit dans le centre nerveux, soit à l'extrémité terminale de ces fibres. En examinant d'une manière générale ce qui se passe entre ces deux éléments, on reconnaît que tout phénomène nerveux se traduit finalement par un mouvement dit *réflexe*. L'action réflexe la plus simple comprend trois phases bien distinctes : 1° une excitation d'un nerf sensitif ; 2° une excitation d'un nerf moteur qui se traduit par la contraction d'un muscle ; 3° un centre nerveux intermédiaire, *centre réflexe*, qui, après avoir reçu l'excitation du *nerf sensitif*, la réfléchit sur le *nerf moteur* :



ainsi si on vient, par exemple, à pincer un point de la patte postérieure d'une Grenouille, aussitôt on observe une rétraction du membre pour échapper à l'instrument qui le tiraille ; nous trouvons là les trois éléments nerveux que nous avons indiqués : d'une part une fibre sensitive qui se rend à la moelle épinière, un centre réflexe, la masse grise de la moelle, enfin un nerf moteur qui transmet l'excitation à l'organe nerveux périphérique (plaque motrice qui fait contracter le muscle ; telle est l'action réflexe la plus simple. Mais, dans le plus grand nombre des cas, le phénomène est bien plus complexe ; le plus souvent, le centre réflexe se compose de deux cellules nerveuses ou de deux groupes de cellules, l'une motrice, l'autre sensitive, réunies par une fibre intermédiaire.

Les actions réflexes sont répandues dans tout l'organisme ; elles se produisent dans les nerfs de la peau, dans les nerfs des sens et dans les nerfs qui se distribuent à tous les muscles du squelette et aux muscles des viscères.

Les mouvements dits *automatiques*, mouvements respiratoires, du cœur, etc., ne sont que des phénomènes réflexes composés; les sécrétions, les actes de la nutrition, les actes instinctifs, qui ne sont en définitive que des mouvements automatiques, et les actes psychiques sont aussi des actes réflexes dont il est difficile de préciser le mode et la localisation de l'excitation initiale et surtout la nature de l'excitation physiologique.

DIVISION DES NERFS

424. Les nerfs se divisent en deux groupes bien distincts : les uns naissent de l'encéphale et se portent au dehors à travers les trous de la base du crâne : ce sont les *nerfs crâniens*; les autres tirent leur origine de la moelle épinière et sortent par les trous de conjugaison de la colonne vertébrale : ce sont les *nerfs rachidiens*.

NERFS CRANIENS.

425. Ces nerfs sont au nombre de douze paires : le *nerf olfactif*, le *nerf optique*, le *nerf moteur oculaire commun*, le *nerf pathétique*, le *nerf trijumeau*, le *nerf moteur oculaire externe*, le *nerf facial*, le *nerf auditif*, le *nerf glosso-pharyngien*, le *nerf pneumogastrique*, le *nerf spinal*, le *nerf grand hypoglosse*.

Au point de vue physiologique, on peut les diviser en nerfs de sentiment et en nerfs de mouvement.

Dans la classe des nerfs de sentiment se rangent : 1° les nerfs de sensibilité spéciale qui sont : l'*olfactif* pour l'odorat, l'*optique* pour la vue, et l'*auditif* pour l'ouïe ; 2° les nerfs de sensibilité générale qui sont, le trijumeau (portion ganglionnaire), le glosso-pharyngien et le pneumogastrique ; 3° la portion non ganglionnaire du trijumeau, le moteur oculaire commun, le moteur oculaire externe, le pathétique, le facial, le spinal et l'hypoglosse qui appartiennent à la classe des nerfs moteurs.

Nerf olfactif. — Le nerf olfactif est le nerf de l'odorat ; il naît de la portion la plus reculée du lobe antérieur du cerveau ; sa distribution établit que la faculté odorante réside essentiellement et exclusivement dans la partie supérieure des fosses nasales.

Nerf optique. — Ce nerf tire son origine des couches optiques par deux racines, l'une blanche et l'autre grise ; les racines

blanches forment par leur réunion la bandelette optique qui avec celle du côté opposé constitue le chiasma. Le nerf optique est le nerf de la vision ; il porte les sensations lumineuses vers les tubercules quadrijumeaux : toute excitation portée soit sur son trajet, soit sur son extrémité, donne lieu à des sensations lumineuses subjectives.

Nerf auditif. — C'est le nerf de l'audition ; il naît du bulbe par deux racines bien distinctes, s'engage au fond du conduit auditif interne où il se partage en deux branches, l'une qui se rend au limaçon, l'autre qui gagne le vestibule et les canaux demi-circulaires ; sa section détermine la surdité.

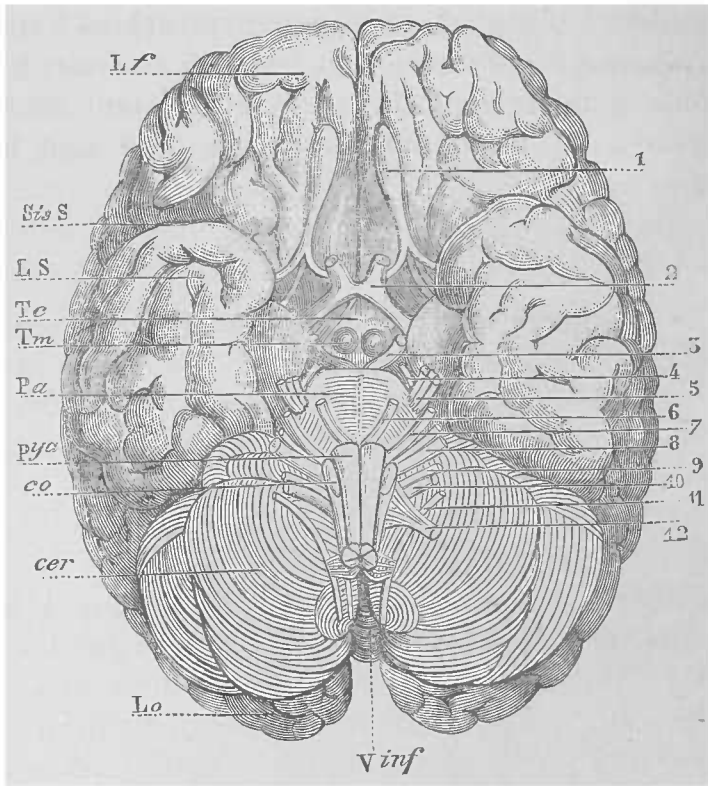


Fig. 270. — Face inférieure de l'encéphale.

Sf, lobe frontal. — *S*, scissure de Sylvius. — *LS*, lobe sphénoïdal. — *Tc*, tuber cinereum. — *Tm*, tubercules mamillaires. — *Pa*, protubérance annulaire. — *pya*, pyramides antérieures. — *co*, corps olivaires. — *cer*, cervelet. — *Lo*, lobe occipital. *Vinf*, vermis inférieur.

1, nerf olfactif. — 2, nerf optique. — 3, nerf moteur oculaire commun. — 4, nerf pathétique. — 5, trijumeau. — 6, moteur oculaire externe. — 7, facial. — 8, nerf auditif. — 9, nerf glosso-pharyngien. — 10, nerf pneumogastrique. — 11, nerf spinal. — 12, nerf hypoglosse.

Nerf moteur oculaire commun. — Ce nerf émerge des pédoncules cérébraux par un groupe de filaments ; il donne le mouvement aux muscles droit supérieur, droit inférieur, droit interne, petit oblique et releveur de la paupière. Sa section entraîne la

chute de la paupière supérieure, un strabisme externe, l'abolition des mouvements de rotation de l'œil autour de son axe antéro-postérieur lorsque la tête s'incline du côté opposé au côté lésé et la *diplopie* ou formation d'une double image.

Nerf pathétique. — C'est le plus grêle des nerfs crâniens ; il prend son origine au-dessous des tubercules quadrijumeaux ; et anime exclusivement le muscle grand oblique ; il préside en outre au mouvement de rotation et du regard oblique ; sa section amène l'abolition de la rotation de l'œil lorsque la tête s'incline du côté lésé ; il y a aussi diplopie.

Nerf moteur oculaire externe. — Ce nerf anime le muscle droit externe et détermine le mouvement de l'œil en dehors ; sa destruction amène le strabisme interne.

Nerf trijumeau. — Ce nerf se compose de deux racines, l'une grosse, sensitive ; l'autre petite, motrice ; il comprend trois branches qui sont l'*ophtalmique de Willis*, le *maxillaire supérieur* et le *maxillaire inférieur*.

Par ses fibres sensibles, le trijumeau donne la sensibilité à toute la face, à la cavité orbitaire, à l'œil, aux fosses nasales, à la langue, au palais et aux dents ; par ses fibres motrices, il anime les muscles masticateurs ; il détermine aussi la sécrétion des glandes sous-maxillaire, parotide et lacrymale.

Nerf facial. — Ce nerf, qui naît du bulbe, est essentiellement moteur ; il préside aux mouvements de la face et constitue essentiellement le nerf de l'expression ; il a aussi une action sur le sens de l'ouïe et le sens de l'odorat et sur la sécrétion des glandes salivaires.

Nerf glosso-pharyngien. — Ce nerf, destiné au pharynx et à la langue, préside aux mouvements du pharynx de concert avec le facial, le pneumogastrique et le spinal ; il a aussi une action sur la sensibilité générale de la base de la langue et sur la sensibilité gustative.

Nerf pneumogastrique. — Ce nerf naît des parties latérales et supérieures du bulbe rachidien ; il donne le mouvement au cœur, au poumon, à l'estomac ainsi qu'à leurs dépendances et à l'appareil respirateur ; il donne la sensibilité à la glotte, à la trachée et au poumon.

A l'appareil circulatoire, il fournit les nerfs sensitifs et modérateurs cardiaques ; à l'appareil digestif, il donne la sensibilité au pharynx, à l'œsophage et à l'estomac.

Nerf spinal. — Préside aux mouvements du larynx ; c'est le nerf de la phonation.

Nerf grand hypoglosse. — Ce nerf est essentiellement destiné à mouvoir les muscles de la langue et ceux de la région sus- et sous-hyoïdienne.

NERFS RACHIDIENS.

426. Les nerfs rachidiens naissent de la moelle par deux ordres de racines, l'une *antérieure*, l'autre *postérieure*, émergeant des sillons latéraux antérieurs et postérieurs de cet organe. Ces racines, d'abord distinctes, se confondent en un tronc unique au moment où elles sortent du canal rachidien par le trou de conjugaison.

Ces nerfs sont au nombre de **31** paires que l'on subdivise de la manière suivante : *huit paires cervicales, douze dorsales, cinq lombaires et six sacrées*. Chacun d'eux se divise en deux branches, l'une postérieure qui se distribue à la peau et aux muscles de la région postérieure du tronc et de la tête ; l'autre antérieure envoie des rameaux aux parties latérales et antérieures du tronc, du cœur ainsi que des membres supérieurs et inférieurs.

FONCTIONS DES RACINES DES NERFS.

427 Depuis longtemps l'observation avait fait soupçonner l'existence de deux sortes de nerfs, les uns destinés à la sensibilité, les autres au mouvement : mais c'est aux travaux de

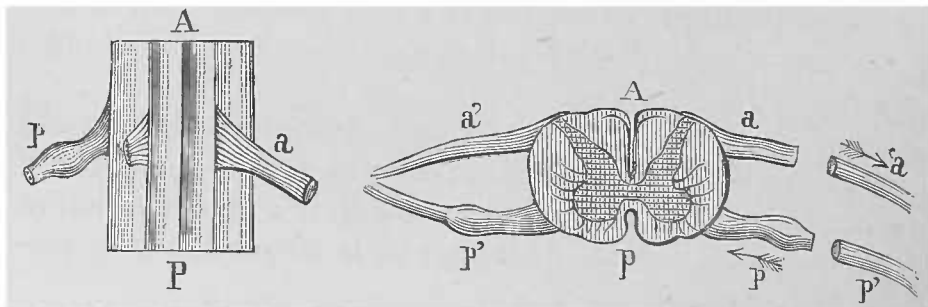


Fig. 271. — Section longitudinale de la moelle.

Fig. 272. — Section transversale de la moelle montrant le noyau de substance grise et les cornes antérieures et postérieures.

A, face antérieure. — a, racine antérieure. — P, racine postérieure.

A, face antérieure. — P, face postérieure. — a, racine antérieure, — p, racine postérieure. — a, a' racine antérieure coupée. — p, p' racine postérieure coupée.

Ch. Bell (1811) et surtout aux expériences de Magendie (1822) que l'on doit de connaître les véritables fonctions des nerfs et leur distinction en nerfs sensitifs et en nerfs moteurs.

1° Si, à l'exemple de Magendie, on coupe sur un Chien les racines postérieures des nerfs qui se rendent à l'un des membres postérieurs, la sensibilité est abolie dans ce membre tandis que le mouvement volontaire persiste ; en faisant la même expérience sur les racines antérieures, le mouvement est aboli et la sensibilité reste intacte. La section des deux sortes de racines détruit à la fois le mouvement et la sensibilité.

2° Si on irrite directement le faisceau des racines antérieures, on observe la contraction des muscles auxquels les fibres de ces racines se distribuent, mais l'animal ne pousse aucun cri et ne donne aucun signe de douleur.

De même si le faisceau postérieur est irrité, l'animal manifeste de la douleur, mais aucun des muscles auxquels le nerf se distribue n'entre en contraction.

Enfin si l'on excite un tronc nerveux d'une manière quelconque, on observe des mouvements et on provoque de la douleur dans les points où ce nerf se ramifie. Ces expériences établissent donc de la manière la plus évidente que les racines antérieures conduisent le mouvement et que les racines postérieures conduisent le sentiment : c'est pourquoi les racines antérieures sont dites *motrices* et les racines postérieures sont dites *sensitives*.

3° On peut aussi déterminer par l'expérience le sens de la propagation du mouvement et de la sensibilité. Si en effet, après avoir coupé une racine antérieure, on excite l'extrémité *a* adhérente à la moelle, il ne se produit aucun effet appréciable tandis que les muscles se contractent si l'irritation porte sur le bout périphérique *a'* ; inversement l'excitation portée sur le bout central *p* de la racine sensitive détermine de la douleur et le bout périphérique *p'* ne donne aucun résultat : il suit de là que les nerfs sensitifs transmettent les impressions de la périphérie au centre et les nerfs moteurs transmettent les excitations motrices du centre à la périphérie ; aussi on nomme quelquefois les nerfs sensitifs, *nerfs afférents* ou *centripètes* et les nerfs moteurs, *nerfs efférents* ou *centrifuges* (fig. 272).

Il n'y a réellement aucune différence dans les caractères physiques et chimiques des nerfs *centripètes* et des nerfs *centrifuges*. En effet les excitations produites sur un point quelconque d'une fibre sensitive ou motrice peuvent se propager aussi bien dans une direction centripète que dans une direction centrifuge, c'est ce qui résulte des expériences de Vulpian et Philippeaux. Si, après

avoir soudé un nerf sensitif, le bout central du nerf lingual, au bout périphérique du nerf hypoglosse qui est moteur, on vient à irriter le bout lingual, on produit simultanément de la douleur et la contraction de la langue.

La raison de la différence physiologique qui existe dans les propriétés des racines antérieures et des racines postérieures ne doit pas être recherchée dans les propriétés des nerfs eux-mêmes, mais bien dans les rapports que ces cordons ont avec les parties centrales et les parties périphériques : le nerf sera moteur s'il est en connexion avec les cellules motrices ; il sera sensitif s'il aboutit à des cellules sensibles.

FONCTIONS DES CENTRES NERVEUX

FONCTIONS DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

428. La moelle transmet à l'encéphale les impressions sensibles produites à la périphérie du corps et ramène aux muscles les excitations motrices. Les éléments qui la constituent peuvent encore porter les sensations à d'autres fibres sans passer par le cerveau et donner lieu à des mouvements dits *réflexes*, et ces mouvements sont rendus possibles par les communications établies à travers la moelle entre les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs, ou plutôt entre les cellules qui servent d'origine à ces deux espèces de nerfs. La moelle doit donc être envisagée comme un organe de transmission et comme un centre d'action pour les mouvements réflexes.

429. Conduction par la moelle. — On sait que les nerfs rachidiens naissent de la moelle par deux ordres de racines, les racines antérieures et les racines postérieures ; les premières président aux mouvements, les secondes à la sensibilité.

1° La transmission de la sensibilité a lieu par les cordons postérieurs et surtout par la substance grise de la moelle : après avoir pénétré dans les faisceaux postérieurs, les impressions sensibles s'en séparent bientôt pour entrer dans la substance grise de laquelle naissent de nouvelles fibres centripètes qui les portent jusqu'à l'encéphale. Les transmissions sensibles paraissent être en parties *croisées* ; cependant l'entre-croisement des cordons qui sont chargés de conduire ces impressions étant

très-incomplet, si même il existe, l'expérimentation établit que la conduction de la sensibilité peut s'effectuer dans tous les sens par la substance grise à la condition qu'il y ait continuité.

2° De même la transmission des excitations motrices se produit par les cordons antéro-latéraux et par la substance grise. Quant au mode de propagation, on peut dire que la transmission motrice se fait dans toute la longueur de la moelle d'une manière *directe*, mais partiellement *croisée*: ainsi vient-on à faire une section transversale d'une moitié de la moelle, le mouvement est aboli du côté de la section; si on fait une section longitudinale, le mouvement est conservé des deux côtés.

430. La moelle considérée comme centre d'innervation. — La moelle n'est pas seulement un simple conducteur : elle jouit d'une activité spéciale en vertu de laquelle elle peut transformer des impressions centripètes en impressions centrifuges, et produire des mouvements réflexes ; cette action réside dans la substance grise. Les mouvements réflexes sont des mouvements involontaires provoqués dans une partie du corps par une excitation venue de cette partie, et déterminés par un centre nerveux autre que l'encéphale, c'est-à-dire sans la participation de la volonté. Ces mouvements sont faciles à constater sur un animal qu'on a décapité et s'observent aussi bien dans les muscles du squelette que dans les muscles de la vie végétative : comme exemple, nous citerons certains mouvements qui prennent un caractère d'ensemble qu'on les croirait raisonnés : par exemple, après avoir coupé la tête à une Grenouille, on excite la patte d'un côté, l'animal frotte le point irrité avec l'autre patte. De cette expérience et d'autres, on en a conclu que la moelle possédait une sorte d'activité consciente; cette conclusion n'est pas exacte; ce sont simplement des mouvements non voulus et inconscients succédant à une excitation extérieure.

FONCTIONS DU BULBE RACHIDIEN.

431. Le bulbe rachidien est l'organe qui établit la communication entre la moelle épinière et l'encéphale. Il est la continuation des faisceaux de la moelle et des masses grises entourées par ces faisceaux; on y trouve, en outre, quelques amas nouveaux de substance grise, ce qui montre que le bulbe est à la fois un

organe de transmission et un centre d'action où se produisent des réflexes indispensables à la vie végétative.

452. Transmission dans le bulbe. — Considéré comme organe de conduction, le bulbe transmet les excitations sensitives et motrices de la moelle vers l'encéphale et de l'encéphale à la moelle. La transmission sensitive s'effectue comme dans la moelle et paraît être partiellement *croisée*. La transmission motrice est complètement *croisée* chez l'homme : on sait, en effet, depuis Galien, qu'une lésion siégeant dans une des moitiés de l'encéphale, produit souvent une paralysie des membres du côté opposé au côté lésé de l'encéphale. La découverte de l'entre-croisement des pyramides permet de se rendre compte de ce fait remarquable.

453. Bulbe considéré comme centre nerveux. — Le bulbe préside au mécanisme de la déglutition et de la mastication ; il est aussi l'organe central des mouvements de la face et de l'expression mimique ; mais l'attribut le plus remarquable du bulbe rachidien est le rôle qu'il joue dans la circulation et dans la respiration. Le centre des mouvements respiratoires est une petite portion du bulbe située vers la pointe du *calamus scriptorius* (plancher du quatrième ventricule), autour de l'origine des nerfs pneumogastrique et spinal. La destruction de cette partie arrête instantanément la respiration. C'est surtout à Flourens qu'on doit la détermination précise du centre respiratoire : si, au niveau du V de substance grise inscrite dans l'angle du quatrième ventricule, on plonge une lame de scalpel et qu'on sectionne perpendiculairement à l'axe du bulbe, la respiration cesse immédiatement et l'animal meurt à l'instant. Ce point n'a pas plus d'une étendue de 3 millimètres ; Flourens lui donne le nom de *nœud vital* parce qu'il le considère comme le centre de la vie du système nerveux.

Le bulbe a une action sur le cœur : si on électrise le bulbe sur un Mammifère ou sur une Grenouille, on peut arrêter les mouvements du cœur. Enfin Cl. Bernard a reconnu que la piqûre faite sur le bulbe, au niveau du plancher du quatrième ventricule, détermine la présence du sucre dans l'urine.

FONCTION DE LA PROTUBÉRANCE.

454. Transmission de la protubérance. — La transmission des mouvements volontaires a lieu principalement par les parties

antérieures de la protubérance; les lésions unilatérales de cet organe déterminent une paralysie du tronc et des membres du côté opposé. Pour ce qui regarde la transmission sensitive, Brown-Séguard admet que ces impressions passent par les parties centrales de la protubérance.

435. Centres d'actions de la protubérance.—La protubérance renfermant une grande quantité de substance grise constitue un centre d'innervation très-important: les lésions expérimentales de ces parties déterminent des mouvements convulsifs, des mouvements de rotation dans un sens ou dans un autre, des paralysies plus ou moins complètes, directes ou croisées, suivant le siège et l'étendue de la lésion; aussi on considère la protubérance comme le *principe excitateur des mouvements volontaires*. La protubérance joue un rôle considérable dans le phénomène de la sensibilité: Longet, s'appuyant sur des expériences décisives, place dans la protubérance le siège du *sensorium commune*, c'est-à-dire le centre auquel toutes les impressions arrivent et dans lesquelles elles se transforment en sensations.

FONCTION DES TUBERCULES QUADRIJUMEAUX.

436. Ces renflements sont le centre des perceptions visuelles et tiennent sous leur dépendance la dilatation et le resserrement de la pupille, les mouvements de l'accommodation et les mouvements du globe oculaire. D'après Flourens, la destruction d'un des tubercules amène la cécité du côté opposé. L'extirpation de l'un des yeux détermine l'atrophie du côté opposé; mais, en l'absence du cerveau, les excitations lumineuses, quoique parfaitement perçues, ne sont que des sensations confuses et ne donnent lieu à aucune élaboration intellectuelle.

FONCTION DES COUCHES OPTIQUES ET DES CORPS STRIÉS.

437. On sait depuis longtemps que l'amas de substance grise qui constitue les couches optiques n'est pas plus excitable que tous les autres centres gris. Ce n'est que par l'étude des phénomènes qui en accompagnent l'altération ou la destruction qu'on peut avoir des notions sur leurs fonctions.

On a d'abord attribué à ces couches une grande importance sur la vision : mais on sait que les bandelettes optiques ne font que passer sur ces couches sans y prendre racine, et les lésions, chez l'homme, ne paraissent pas avoir d'influence directe et constante sur la vision.

Le fait le plus net, c'est que leur altération détermine la paralysie croisée de la moitié du corps et leur ablation entraîne un mouvement de rotation en manège, et le mouvement circulaire a lieu soit du côté lésé, soit du côté opposé, suivant que la lésion atteint la partie antérieure ou la partie postérieure de ce centre. Luys considère les couches optiques comme le siège d'un véritable *sensorium commune*; elles seraient « le véritable centre de réception pour les impressions sensorielles (impressions tactiles, optiques, acoustiques, olfactives, gustatives, etc.), et l'avant-dernière étape où elles sont concentrées avant d'être irradiées à la périphérie du cerveau. » D'après le même physiologiste, les corps striés constituent des centres d'actions pour les muscles opposés du corps; ainsi, chez l'homme, la lésion d'un corps strié amène la paralysie du mouvement du côté opposé.

FONCTION DU CERVELET.

438. La physiologie du cervelet n'est pas encore bien connue. On sait que les lésions ou l'ablation du cervelet n'ont d'influence ni sur les manifestations de la sensibilité ni sur les phénomènes intellectuels. Mais, quant à ses fonctions propres, elles sont si difficiles à déterminer que toutes les hypothèses ont été émises sur ce point de la physiologie des centres nerveux.

C'est surtout comme coordonnateur des mouvements que le cervelet paraît avoir un rôle important. Déjà Rolando, à la suite de quelques expériences faites sur les Vertébrés, fut conduit à attribuer à cet organe une influence directe sur le mouvement. Luys le considère comme l'origine de la *force motrice* et le dispensateur de cette force nerveuse spéciale qui se dépense dans tout mouvement volontaire.

Mais c'est surtout aux recherches nombreuses de Flourens qu'on doit de connaître le véritable caractère du rôle du cervelet dans la locomotion. Le cervelet, dit Flourens, a la propriété de coordonner les mouvements voulus par une certaine partie du système nerveux, excités par d'autres; c'est ce que l'on peut

démontrer en enlevant le cervelet par couches successives à un animal quelconque : l'ablation des premières couches détermine d'abord une agitation et une difficulté dans les mouvements ; l'enlèvement des parties profondes amène des désordres complets, l'irrégularité et l'incohérence des mouvements. La possibilité des mouvements d'ensemble persiste ; seule, la *coordination des mouvements est abolie*.

FONCTION DES HÉMISPHÈRES CÉRÉBRAUX.

439. De tous les centres nerveux, les hémisphères cérébraux sont les parties auxquelles sont dévolues les fonctions les plus élevées de l'innervation. Ces centres sont le siège de la sensibilité, de l'intelligence et des mouvements volontaires. Plus ces phénomènes deviennent compliqués, plus ces organes prennent de l'importance, et c'est chez l'homme qu'ils atteignent le plus haut degré de perfectionnement organique et fonctionnel.

440. Rôle des hémisphères dans la sensibilité. — C'est dans la substance grise des hémisphères que les impressions périphériques transmises par l'intermédiaire des nerfs sensitifs sont élaborées et transformées en sensations d'abord, puis en *idées*, point de départ sans doute de toutes les autres actions physiologiques. Les sensations persistent chez les animaux privés de leurs lobes cérébraux ; ce fait peut être constaté par l'expérience. Les lobes cérébraux n'étant ni sensibles ni excitables peuvent être enlevés sans que l'animal manifeste de douleur et éprouve des contractions. Des Oiseaux, des Reptiles, des Poissons et même des Mammifères, après l'ablation des hémisphères, peuvent rester longtemps en vie sans aucun trouble des fonctions végétatives ; ils peuvent encore se mouvoir, marcher, crier, entendre et voir ; mais toutes ces sensations, résultat de l'excitation extérieure, ne réveillent rien en eux. Un animal qui a perdu ses lobes cérébraux, dit Vulpian, voit, mais ne regarde pas ; il entend, mais il n'écoute pas ; il sent les odeurs et les saveurs, mais ces impressions ne sont que des sensations tactiles. Le rôle du cerveau relativement à la sensibilité est donc l'élaboration intellectuelle des sensations et leur transformation en idées en rapport avec elles. « Les hémisphères, dit Cuvier, sont le réceptacle où toutes les sensations prennent une forme distincte et laissent des souvenirs durables. Ils servent de

siège à la mémoire, propriété au moyen de laquelle ils fournissent à l'animal les matériaux de ses jugements. »

441. Rôle du cerveau dans les mouvements volontaires. — Le cerveau préside aux mouvements volontaires, et ce rôle, considérable chez les Mammifères, acquiert surtout chez l'Homme une importance capitale. Les expériences de Flourens sur les animaux vertébrés des différentes classes établissent que « l'ablation des hémisphères abolit sans retour tous les mouvements volontaires, c'est-à-dire dus à la volonté expresse de l'animal. »

Les animaux privés de leurs lobes cérébraux exécutent encore les mouvements les plus variés : un Oiseau, par exemple, se tient sur ses pattes ; agite ses ailes, secoue sa tête et la cache sous ses plumes. Une Grenouille, un Poisson nage comme à l'état normal, mais ces mouvements ne sont que des actions réflexes que provoque l'impression de l'eau sur les téguments et auxquels la volonté et l'intelligence ne prennent aucune part. On n'observe dans les allures de ces animaux ni cette spontanéité capricieuse ni ces passages spontanés de l'état de repos à l'état d'activité qui sont le caractère des volitions.

442. Rôle des hémisphères dans l'intelligence et l'instinct. — L'instinct et l'intelligence sont des manifestations de l'activité cérébrale. Après l'ablation des hémisphères, les animaux perdent presque aussitôt tous les instincts ; un oiseau ne peut plus prendre de lui-même sa nourriture ; la présence d'une Mouche ne provoque plus de mouvements chez la Grenouille. Les lésions cérébrales affaiblissent, pervertissent et font disparaître toutes les facultés intellectuelles ; tout le monde sait que le développement de l'intelligence et des facultés morales suit pas à pas chez l'enfant l'évolution cérébrale et qu'un arrêt de développement ou un vice de conformation de l'encéphale amène l'imbécillité ou l'idiotisme.

En résumé, nous voyons que c'est dans la substance nerveuse des hémisphères cérébraux que naissent et se développent les sentiments, les penchants, les passions, et c'est dans la substance grise de ces hémisphères que s'effectuent toutes les opérations psychiques, l'attention, la mémoire, le jugement, etc.

Il ne nous reste plus qu'à rechercher si les divers modes d'activité cérébrale que nous venons de passer rapidement en revue ont pour siège des régions distinctes. Cette hypothèse de la *localisation* des diverses fonctions des hémisphères n'a rien

d'inadmissible en elle-même, mais il est nullement démontré qu'elle soit vraie, la question étant encore très peu avancée. Quelques esprits sérieux, tout en rejetant le système physiologique et philosophique de Gall, tout en rejetant la crânioscopie, soutiennent néanmoins la possibilité de la localisation des fonctions, et tout récemment encore, d'après des observations pathologiques, on a cru pouvoir localiser la mémoire des mots dans la troisième circonvolution frontale de l'hémisphère gauche. Un fait bien caractérisé par Flourens et vérifié par un grand nombre d'expérimentateurs, c'est qu'un hémisphère cérébral peut être enlevé à un animal sans qu'il en résulte des troubles durables de l'intelligence. Chez l'Homme, des lésions très étendues d'un hémisphère, la guérison une fois terminée, ne donnent pas lieu à des désordres intellectuels appréciables.

NERF GRAND SYMPATHIQUE.

443. Les nerfs émanés du centre cérébro-spinal se distribuent à la peau, aux muscles, aux organes des sens, en un mot à tous les organes de la vie de relation, à l'exception des nerfs pneumogastrique, glosso-pharyngien et spinal qui se distribuent aux organes de la respiration, au cœur, au pharynx, à l'œsophage et à l'estomac; mais il existe, pour tous les viscères qui n'obéissent pas à la volonté, un appareil nerveux spécial désigné sous le nom de *grand sympathique*, *système ganglionnaire*, *système nerveux de la vie organique*. Ce système ne constitue pas un appareil à part, indépendant du système cérébro-spinal; une partie des éléments qui le composent tirent leur origine de l'axe cérébro-spinal de la même manière que les nerfs de la vie de relation.

Les nerfs grands sympathiques représentent deux longs cordons étendus de chaque côté de la colonne vertébrale depuis la première vertèbre cervicale jusqu'à la dernière vertèbre sacrée. Chaque cordon comprend une série de ganglions dont le nombre est, en général, égal à celui des nerfs rachidiens; ils sont unis entre eux par des cordons intermédiaires et reliés aux nerfs rachidiens par des branches de communication que l'on considère comme les *racines* du grand sympathique. Ces branches partent de la moelle, du bulbe et de l'encéphale; à leur tour les ganglions sympathiques émettent des branches

afférentes nombreuses qui, pour la plupart, gagnent les vaisseaux artériels sur lesquels elles s'appliquent et qu'elles accompagnent jusqu'à leurs divisions les plus reculées, formant ainsi

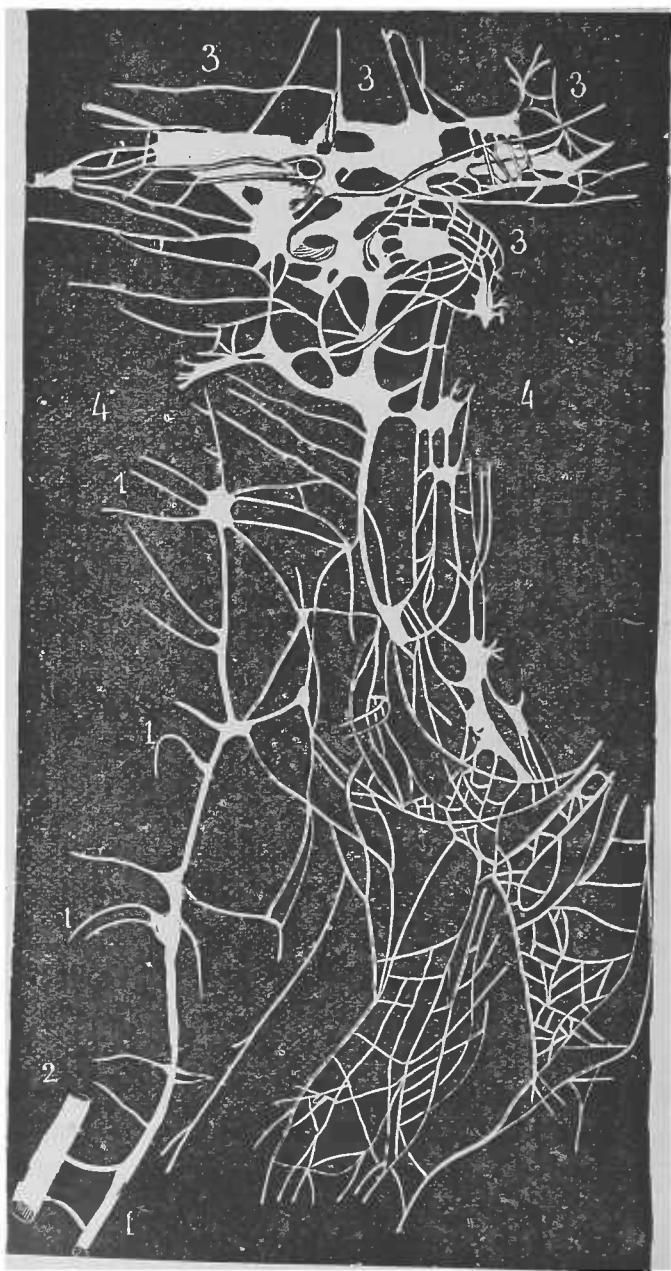


Fig. 273. — Portion abdominale du grand sympathique de l'homme.

1, 1, 1 nerf grand sympathique, portion lombaire. — 2, un des nerfs du plexus lombaire. — 3, 3, plexus solaire. — 4, 4, ganglions rénaux.

de nombreux *plexus* dont les plus remarquables sont le plexus cardiaque, le plexus solaire, le plexus hypogastrique.

En résumé, la disposition générale de cette partie du système nerveux est la suivante : des branches afférentes des nerfs spinaux ou des nerfs crâniens se rendent dans des ganglions réunis entre eux par de longs cordons ; ces branches émettent à leur tour des nerfs qui, en s'entrelaçant mutuellement, forment sur les organes cardiaques, splanchniques et hypogastriques des plexus nerveux divisés en parties distinctes et dans lesquels se trouvent de nombreux ganglions.

Le système sympathique se rencontre chez tous les Vertébrés avec un degré de développement de plus en plus grand à mesure qu'on s'élève des Poissons aux Mammifères.

444. Fonctions du grand sympathique. — Le grand sympathique ne constituant pas un système à part partage les propriétés et les fonctions du système cérébro-spinal et s'associe avec lui. Comme les fibres des nerfs rachidiens, les filets nerveux sympathiques sont excitable par l'électricité, par les agents chimiques ; mais l'excitant physiologique que nous appelons *volonté* n'a aucune action ; aussi les mouvements qui sont du domaine du système ganglionnaire sont tous *involontaires* ; de plus, lorsque ces mouvements sont produits par une excitation artificielle quelconque, ils présentent tous les caractères des mouvements involontaires ; ils apparaissent lentement et cessent lentement. De même l'excitation des filets du grand sympathique donne lieu à des phénomènes de sensibilité. Il suit de là que le grand sympathique possède des fibres nerveuses sensibles et des fibres nerveuses motrices ; les premières partent en général des muqueuses et des organes viscéraux ; les secondes se rendent aux fibres musculaires lisses de ces organes et des vaisseaux, ce qui explique pourquoi le nerf sympathique peut prendre part à des phénomènes *réflexes* qui pour la plupart ont pour centre la moelle.

SYSTÈME NERVEUX DES INVERTÉBRÉS.

445. Le système nerveux des Invertébrés est généralement constitué par une série de renflements ou ganglions disséminés ou étendus le long du corps, communiquant entre eux et d'où émanent des filaments nerveux qui se rendent dans les organes. Les formes de ce système varient comme les formes des animaux eux-mêmes, de sorte qu'elles ne présentent rien de bien

constant. Ce système préside à la sensibilité, à l'instinct, aux mouvements et aux fonctions végétatives.

1° Protozoaires. — Bien qu'on ne puisse refuser aux Protozoaires des manifestations vitales qui se traduisent par des mouvements spontanés et par une excitabilité évidente, il a été impossible jusqu'à ce jour de distinguer dans ces organismes rudimentaires le moindre indice de système nerveux.

2° Cœlentérés. — Les Cœlentérés fixés comme les *Hydres*, *Lucernaires*, etc., n'ont pas de système nerveux. Les *Méduses* et surtout les *Cténophores* ont un anneau nerveux composé de quelques ganglions avec ramifications nerveuses qui se rendent dans les canaux rayonnants et dans l'estomac (fig. 271).

3° Échinodermes. — Chez ces animaux, qui représentent un degré supérieur d'organisation, on a décrit un système nerveux qui consiste en un anneau nerveux qui entoure la bouche, composé de renflements ganglionnaires d'où partent quelques filaments qui sont surtout destinés aux ambulacres (*Astéries*, *Échinides*, *Holothuries*) (fig. 274).

4° Vers. — Chez les *Rotateurs*, *Turbellariées*, *Nématodes*, *Trématodes*, etc., le système nerveux consiste en deux grandes masses ganglionnaires situées dans le pharynx, réunies par une commissure transversale. Ces masses, que l'on peut désigner sous le nom de ganglions cérébraux, sans vouloir exprimer par ce mot aucun rapport même rapproché avec le cerveau des Vertébrés, n'envoient jamais des prolongements autour de l'œsophage de manière à constituer un collier; de ces deux centres partent deux troncs nerveux allongés qui sont la partie essentielle du système nerveux et d'où émanent des ramifications délicates qui se distribuent dans les organes internes. Les troncs longitudinaux suivent les côtés du corps (*Némertiens*) en restant distincts; quelquefois, ils se rapprochent de manière à former un tronc dorsal unique (*Serpules*, *Hirudinées*, *Hermelles*, *Néréides*) (fig. 274).

C'est chez les Annélides, où le système nerveux offre le plus grand développement; c'est dans cette classe que commence à apparaître le type du système nerveux des Annelés: on trouve en effet une chaîne ganglionnaire ventrale reliée par un collier œsophagien à des ganglions pharyngiens qui sont les ganglions cérébraux ou céphaliques. Cette chaîne est formée

d'une série de renflements qui, unis entre eux par des commis-

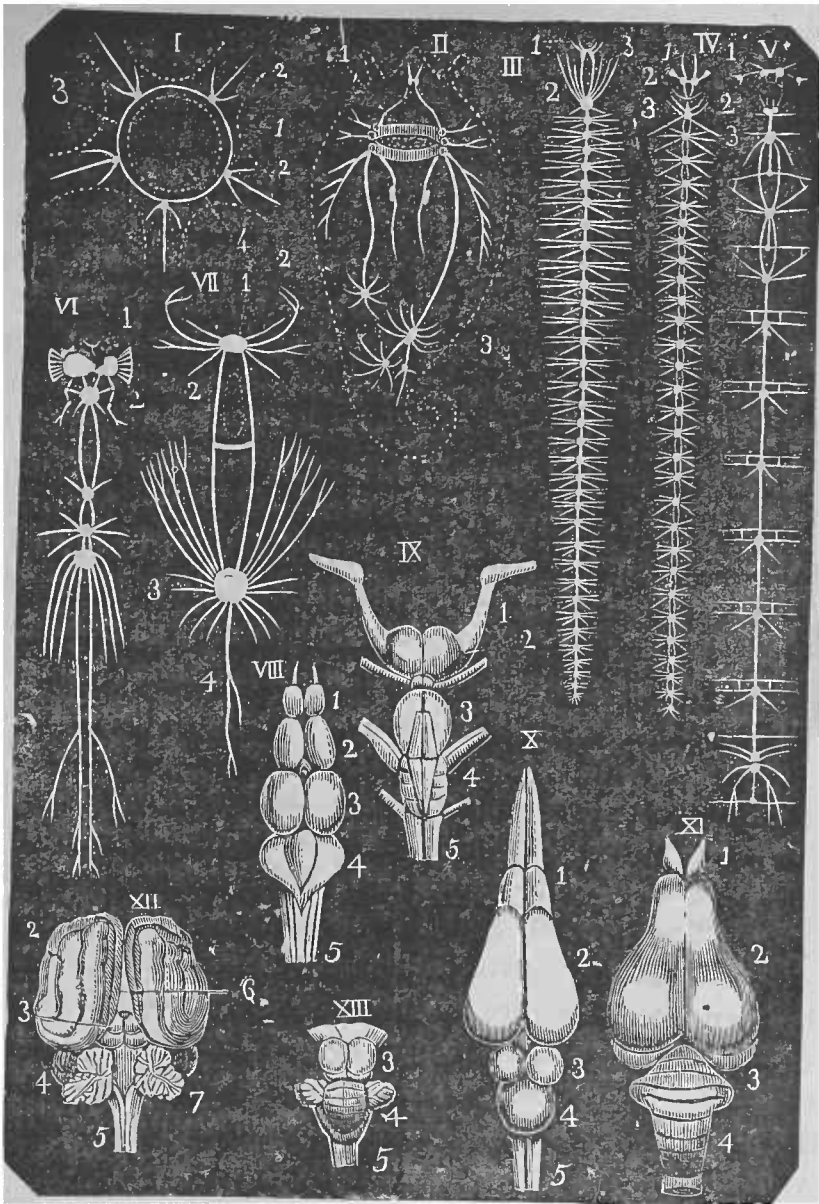


Fig. 274. — Formes du système nerveux dans la série animale.

I, système nerveux de l'Astéride (Coelentéré). — 1, ganglion. — 2, les rayons. — 3, anneau œsophagien. — 4, bouche. — II, système nerveux d'un Gastéropode. — 1, ganglion céphalique et anneau œsophagien. — 2 et 3, ganglion et nerfs. — III, système nerveux du Ver de terre. — 1, ganglion céphalique. — 2 et 3, collier œsophagien et chaîne ventrale. — IV, système nerveux d'un Myriapode (Scolopendre). — V, système nerveux d'une Chenille. — VI, système nerveux d'un Insecte parfait (Hanneton). — VII, système nerveux d'un Crabe. — VIII, encéphale de l'Anguille. — 1, lobes olfactifs. — 2, hémisphères cérébraux. — 3, lobes optiques. — 4, cervelet. — 5, moelle épinière. — IX, encéphale de la Raie. — X, encéphale de la Tortue. — XI, encéphale d'un Oiseau (Casoar). — 1, lobes olfactifs. — 2, lobes cérébraux. — 3, cervelet et isthme de l'encéphale. — 4, moelle. — 2 hémisphères. — 3, tubercules quadrifurcés. — 4, cervelet. — 6, corps calleux. — 7, moelle allongée. — 5, moelle épinière. — XII, encéphale du Chat. — XIII, portion de l'isthme de l'encéphale et cervelet du Lapin.

sures, constituent la portion cérébrale du système nerveux,

5° **Arthropodes** (*Myriapodes, Arachnides, Crustacées, Insectes*).

— Le système nerveux de ce groupe d'animaux se déduit de celui des Annélides avec lequel il présente la plus grande ressemblance dans ses traits fondamentaux. La forme type consiste en une *chaîne* simple ou double de ganglions réunis par des commissures qui s'étendent dans toute la longueur du corps au-dessous des organes digestifs ; on la nomme le *chaîne ventrale* ou *abdominale*. De ces ganglions partent des filets nerveux qui se rendent spécialement aux muscles locomoteurs ; deux autres masses ganglionnaires situées sur l'œsophage représentent les *ganglions céphaliques* ou le *cerveau* ; deux commissures partant de ces ganglions entourent l'œsophage et se réunissent à un ganglion ventral de manière à constituer un véritable anneau désigné sous le nom de *collier nerveux œsophagien*. Telle est la disposition générale du système nerveux de la grande classe des Insectes.

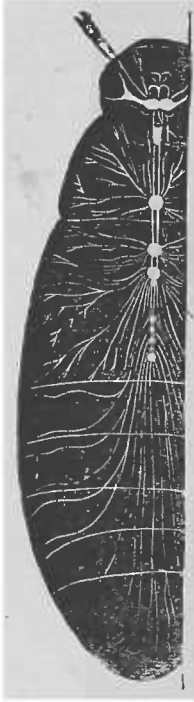


Fig. 275. — Système nerveux d'un Arthropode (insecte, *Dytique*). Blanchard.

Dans le groupe des Arthropodes, la chaîne ventrale éprouve des modifications souvent considérables qui sont en rapport avec les formes du corps. Suivant les différences de conformation et de volume des segments du corps on voit certains ganglions prendre une prépondérance, ou se rapprocher en groupes de plusieurs ; il n'est pas rare même de les voir se fusionner en plusieurs masses plus volumineuses jusqu'à constituer même une seule masse nerveuse abdominale, comme on le voit dans quelques ordres des Arachnides et des Crustacés.

Chez les Arachnides pulmonaires (*Mygale*), la chaîne abdominale se réduit à une masse nerveuse placée dans le céphalo-thorax, tandis qu'elle conserve sa constitution linéaire chez les Arachnides à abdomen annelé comme le *Scorpion*.

De même, chez les Crustacés, on rencontre des particularités semblables résultant soit d'un raccourcissement ou d'un allongement des commissures, d'où un rapprochement ou un écartement des masses ganglionnaires : ainsi chez les *Décapodes macroures* (*Écrevisse*), la chaîne ventrale contient douze ganglions : six dans le céphalo-thorax et six plus petits dans l'abdo-

men. Chez les *Décapodes brachyures* (*Crabe*), cette chaîne est représentée par un ganglion unique.

Chez les *Insectes*, on trouve des dispositions semblables à celles que l'on rencontre chez les *Crustacés* et dans une partie des *Arachnides*. Le ganglion céphalique montre la trace d'une division en deux moitiés dont chacune se compose d'un certain nombre de petites masses ganglionnaires ; deux nerfs allant aux yeux et aux antennes portent un ganglion cérébral.

Les ganglions de la chaîne ventrale sont aussi primitivement pairs ; mais le plus souvent ils se réunissent l'un à l'autre sur la ligne médiane de manière à ne former qu'une seule chaîne.

En ce qui concerne les divers ordres, ce sont les *Orthoptères*

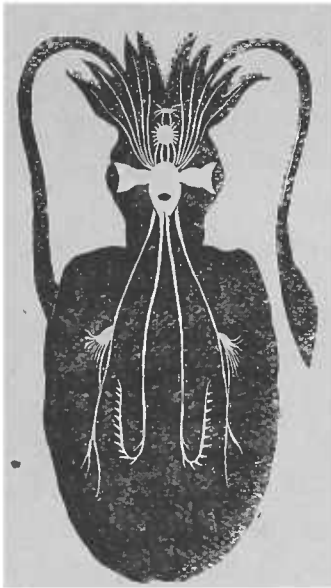


Fig. 276. — Système nerveux de la Seiche commune. Fig. 277. — Système nerveux de la Limace grise.

qui présentent les modifications les plus faibles ; les *Coleoptères* ont une chaîne ventrale qui s'étend jusqu'à l'extrémité de l'abdomen et qui se compose de huit ganglions distincts. Mais il n'est pas rare de les voir se fusionner complètement pour former une seule masse nerveuse abdominale comme on le voit chez les *Hémiptères* (fig. 274).

6° Mollusques. — L'appareil nerveux est formé essentiellement par deux masses ganglionnaires placées l'une au-dessous et l'autre au-dessus du canal intestinal ; la première représente le cerveau et la seconde la chaîne ventrale des *Arthropodes*. Toutes

deux sont paires, composées de plusieurs groupes de petits ganglions reliés entre eux par une sorte d'anneau œsophagien.

Cette forme rapproche donc l'appareil nerveux des Mollusques de celui des Arthropodes, et le distingue de celui des Vers, qui n'offre pas de ganglion œsophagien inférieur.

La portion périphérique a son origine dans les parties centrales de l'anneau œsophagien et se distribue dans les organes où il se trouve fréquemment en rapport avec d'autres petits ganglions disséminés dans le corps. Ainsi, chez les Lamellibranches, on trouve deux ganglions supérieurs petits et deux ganglions inférieurs (*ganglions pédieux*).

Chez les *Céphalopodes*, on trouve un anneau œsophagien composé de parties ganglionnaires serrées les unes contre les autres et plus ou moins développées. La partie antérieure fournit des nerfs aux tentacules et aux yeux; la partie postérieure envoie des rameaux dans les muscles et dans les viscères et se trouve par d'autres en rapport avec les ganglions viscéraux.

SYSTÈME NERVEUX SYMPATHIQUE

446. Dans toutes les classes des Vertébrés, il existe deux systèmes nerveux : 1° le système nerveux cérébro-spinal composé de nerfs et de centres nerveux situé au-dessus du canal intestinal; 2° le système du grand sympathique constitué par une chaîne ganglionnaire placée profondément le long de la colonne vertébrale et qui fournit aux viscères de nombreuses ramifications.

1° **Poissons.** — Chez les Poissons, la moelle épinière diffère en général assez peu de celle des autres Vertébrés; elle occupe presque toujours toute la longueur du canal rachidien, et son volume est relativement assez grand quand on le compare à celui des autres centres nerveux. L'encéphale offre une configuration et des dispositions assez constantes. En prenant comme type celui de la Carpe, nous trouvons à la partie antérieure deux masses arrondies, les *lobules olfactifs*, qui se reliait à l'encéphale par deux gros cordons origines des nerfs olfactifs; viennent ensuite deux renflements que la plupart des physiologistes considèrent comme les *lobes cérébraux* auxquels se rendent les pédoncules cérébraux; quelquefois on observe des circonvolutions rudimentaires et des rudiments de ventricules latéraux. En arrière, on trouve les *lobes optiques* qui sont creux

et d'une texture assez compliquée, des lobes optiques et le *cervelet* qui a la forme d'un mamelon grisâtre et la moelle allongée.

Examiné par sa face inférieure, l'encéphale montre au-dessous des hémisphères cérébraux les *nerfs optiques*, qui se croisent en se superposant, puis le *corps pituitaire* et la *tige pituitaire*.

La diversité de forme de l'encéphale est beaucoup plus grande chez les Poissons que dans toutes les autres subdivisions des Vertébrés ; c'est chez les Cyclostomes qu'il présente la conformation la plus simple.

2° Batraciens et Reptiles. — Les organes centraux des Batraciens et des Reptiles se rattachent de près par plusieurs points à ceux des Poissons. La *moelle épinière*, semblable à celle des autres Vertébrés, occupe toute la longueur du canal rachidien, elle varie un peu comme dimensions relatives : c'est ainsi que la moelle des Batraciens anoures (*Grenouille, Crapaud*) est plus courte mais plus considérable que celle des Urodèles (*Salaman-dre, Tritons*) ou que celle des Reptiles ordinaires. La *moelle allongée* n'offre rien de particulier. Le *cervelet* est réduit à des dimensions très-petites et présente la forme d'une lamelle (*Batraciens, Serpents, Lézards*) ; chez la *Tortue* et le *Crocodile* il est plus large. Au-devant, on trouve les *lobes optiques* qui sont creux, puis les *lobes cérébraux* de forme et de dimension assez variables, tantôt larges comme on le voit chez les Reptiles, tantôt allongés comme chez les Batraciens ; tout à fait à la partie antérieure de l'encéphale, on trouve les *lobes olfactifs* et au-dessous le *corps* et la *tige pituitaire* et le *tuber cinereum* (fig. 274).

3° Oiseaux. — Lorsqu'on passe des Reptiles aux Oiseaux, on trouve dans le développement des centres nerveux une prédominance considérable, fait qui est en rapport avec le développement de l'intelligence de ces animaux quand on les compare aux Reptiles.

La *moelle épinière* remplit le canal vertébral dans toute son étendue. La *moelle allongée* (bulbe et protubérance) est bien plus volumineuse que celle des Mammifères, relativement aux dimensions du cerveau. Néanmoins, ce sont les *hémisphères cérébraux* qui constituent la partie la plus importante de l'encéphale ; seulement ils sont complètement lisses et dépourvus de corps calleux, ce qui les distingue surtout du cerveau des Mammifères.

Le *cervelet*, qui recouvre le quatrième ventricule, se réduit

au lobe médian avec quelques sillons transverses. Au-devant du cervelet apparaissent les *lobes optiques* ou *tubercules bijumeaux*, qui sont les analogues des tubercules quadrijumeaux et qui sont creusés d'une cavité peu spacieuse ; on y trouve des couches optiques et des ventricules latéraux.

4° **Mammifères.** — Le système nerveux des Mammifères

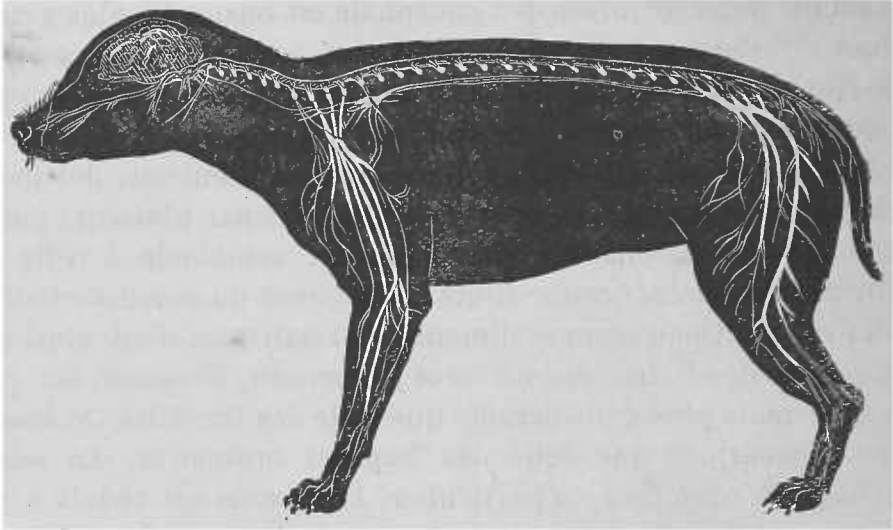


Fig. 279. — Double système nerveux d'un Vertébré.

présente la même conformation que celui de l'Homme. Il comprend : une *moelle épinière* et un encéphale composé des *lobes cérébraux* (cerveau proprement dit), du *cervelet* et de la *moelle allongée*. Ces parties offrent quelques variations dans la forme, le volume et même la structure intime.

Le cerveau est de tous les renflements céphaliques celui qui présente le développement le plus considérable ; le volume et le poids relatifs sont d'une façon générale en rapport avec l'étendue de l'intelligence. Le volume absolu est plus considérable chez la Baleine, le Dauphin et l'Éléphant que chez l'Homme. A part ces exceptions, on peut établir comme fait général que l'encéphale de l'Homme est plus volumineux que celui des autres Mammifères ; cette supériorité devient surtout manifeste quand on compare le poids du cerveau au poids du corps entier, et on arrive à cet autre résultat que le volume du cerveau augmente à mesure que les Mammifères se rapprochent de l'Homme.

En ce qui concerne la surface supérieure du cerveau, beaucoup de Mammifères ont leurs hémisphères dépourvus de *circonvolutions* ; tels sont les Monotrèmes, quelques Marsupiaux et

certaines Édentés. On remarque quelques traces de circonvolutions chez les Rongeurs, les Insectivores et les Cheiroptères, mais elles sont très développées chez les Ruminants, les Pachydermes, les Carnassiers et les Singes. Dans les formes les plus élevées de ce dernier groupe (Singes anthropomorphes), elles se rapprochent de celles du cerveau humain. Quelques physiologistes admettent que le nombre et l'étendue de ces circonvolutions sont en rapport avec le degré de l'intelligence de l'animal. Une étude attentive de ces replis montre qu'il n'y a réellement aucun rapport bien déterminé ; ainsi le Chien a des circonvolutions bien moins marquées que le Mouton, et tout le monde sait que le premier l'emporte de beaucoup en intelligence sur le second.

Les animaux les plus intelligents sont le Phoque, le Dauphin, l'Éléphant, le Cheval et les Singes ; ce sont eux aussi qui ont un cerveau qui se rapproche le plus de celui de l'Homme par la masse et les circonvolutions, et même chez certains Singes il n'y a que des différences très minimes dans la constitution de l'encéphale quand on le compare à celui de l'Homme.

Ce n'est donc pas dans les caractères anatomiques du cerveau ni dans ceux des autres parties du corps qu'il faut chercher la différence fondamentale entre l'Homme et le Singe, mais dans les phénomènes intellectuels et affectifs, ce qui nous permet d'apprécier la distance immense qui sépare l'Homme de ces animaux.

QUATRIÈME PARTIE

DE L'ESPÈCE

447. Individu. — Si l'on ne considère que les animaux supérieurs, tels que les mammifères, les oiseaux, les poissons, etc., l'idée d'*individualité*, dans son acception habituelle, a pour tout le monde un sens net et précis. L'*individu* est une unité organique, un être indivisible caractérisé par sa forme et ses activités vitales, qui a une existence propre; mais quand on veut appliquer cette notion à toutes les formes animales, on se heurte à des difficultés presque insurmontables. En effet, la reproduction par scission, si répandue chez les êtres inférieurs, tels que les Cœlentérés, les Vers, etc., le fait que beaucoup d'animaux peuvent continuer à vivre lorsqu'on en a retranché une partie de leur corps, les phénomènes de greffe animale qui réussissent même chez les vertébrés, montrent que l'*indivisibilité* ne peut pas être considérée comme le caractère distinctif de l'*individualité* animale.

Hœckel, dans son exposé des lois générales sur la structure des organismes animaux, donne au mot *individu* un sens beaucoup plus étendu. Ce naturaliste envisage l'*individualité* sous le double point de vue physiologique et morphologique: le premier représente une forme déterminée, susceptible de mener pendant un certain temps une vie indépendante; c'est l'*individu* physiologique, tel que nous avons l'habitude de le concevoir. L'*individu* morphologique, au contraire, est une forme unique, un tout complet dans ses éléments constituants se présentant sous diverses formes: 1° les *Plastides* (de *πλάσσειν*, former) ou cellules; 2° les *Organes*, réunion de cellules de même espèce ou d'espèce différente (muscles, os, etc.); 3° les *Personnes*, individus dans le sens restreint, assemblage d'organes disposés dans un certain ordre (animaux supérieurs); 4° les *Cormes* (de *κορμός*, tronc d'arbre), réunion

de plusieurs individus gardant entre eux des relations morphologiques et physiologiques : telles sont les colonies animales (*Siphonophores, Coraux*) qui ont tout à fait l'apparence de l'individu, tandis qu'elles ne sont que des associations d'individus qui se comportent physiologiquement comme des organes.

ESPÈCE.

448. L'ensemble de l'organisation de chaque *individu*, animal ou plante, présente une certaine somme de dispositions organiques qui lui sont communes avec un nombre variable d'individus quant à sa conformation générale et quant à ses principales parties. Ces dispositions ont, les unes un caractère d'ensemble et embrassent les conditions de position et d'arrangement des systèmes d'organes les plus importants, les autres sont relatives à la constitution des organes considérés d'une manière isolée, et finalement conduisent à des ressemblances de forme, de taille, de nombre, etc., c'est-à-dire à des groupes d'individus tout à fait semblables entre eux et qui ne présentent que de très légères différences : on donne à ces groupes distincts le nom d'*espèce*.

L'un des problèmes les plus difficiles des sciences naturelles a toujours été de déterminer ce qui, chez les animaux et les plantes, constitue une espèce, et notamment de fixer, pour la distinction des espèces, des caractères bien tranchés et admis généralement par tout le monde.

Pour le plus grand nombre des naturalistes, l'espèce était considérée jusque dans ces derniers temps comme une unité fixe, immuable, créée séparément et se perpétuant par voie de reproduction avec des caractères identiques. Telle est l'opinion de Linné quand il dit « qu'on compte autant d'espèces diverses qu'il en est sorti primitivement de la main du Créateur » : *tot numeramus species quot ab initio creavit infinitum Ens*; telle est aussi l'opinion de de Jussieu qui considère l'identité absolue comme le criterium de l'espèce.

Mais comme les animaux et les végétaux issus les uns des autres présentent des différences plus ou moins considérables (en vertu de la loi de la variation individuelle), on ne tarda pas à substituer à l'identité absolue la ressemblance pour caractériser l'espèce, et l'on définit avec Cuvier l'espèce : *une collection d'in-*

dividus descendus l'un de l'autre ou de parents communs, et de ceux qui leur ressemblent autant qu'ils se ressemblent entre eux.

Cette définition de l'espèce, fondée sur la ressemblance et la descendance, en apparence si simple et si précise, ne saurait embrasser tous les faits que nous offre la nature. Bien que les individus issus les uns des autres se ressemblent toujours à très peu près, on ne peut pas dire que les caractères les plus essentiels des animaux se transmettent d'une manière invariable à travers la série des temps ; aussi, pour déterminer les espèces, les naturalistes rencontrent dans la pratique des difficultés inextricables, ce qui montre, comme nous le verrons par la suite, qu'il n'existe entre elles et les variétés aucune limite bien tranchée. De même les caractères tirés de la descendance commune et du croisement fécond soulèvent des difficultés non moins grandes, comme le montrent les hybrides. On sait en effet que des animaux d'espèces différentes s'accouplent entre eux et produisent des hybrides (cheval et âne, loup et chien, etc.) ; on a même observé des croisements féconds entre des espèces éloignées (bélier et chèvre). Quelques hybrides inféconds peuvent devenir féconds par la domestication.

Il est vrai que pour la détermination des espèces, beaucoup de naturalistes attachent une grande importance à la fécondité constante des *métis*, c'est-à-dire des individus nés du croisement des races différentes de la même espèce ; mais dans ce cas encore il y a des exceptions : ainsi le lapin sauvage et le lapin d'Europe ne donnent plus de produits ; le cochon d'Inde ne s'accouple plus avec celui du Brésil dont il descend.

Ces considérations montrent donc les difficultés qui se présentent et l'embarras des zoologistes et des botanistes, quand il s'agit de se prononcer sur le nombre et la délimitation des espèces tant animales que végétales. Des formes intermédiaires viennent à chaque instant faire hésiter le naturaliste pour décider si telle ou telle forme organique est une espèce ou une variété.

La botanique descriptive en fournit de nombreux exemples : ainsi, tandis que dans le genre *Epervière* (*Hieracium*), certains botanistes admettent 300 espèces, d'autres n'en admettent que 106 ou 52, ou même 20. La *Ronce* (*Rubus fruticosus*) ne compte qu'une seule espèce pour quelques botanistes ; pour d'autres elle en renferme 60. De même en zoologie, la même incertitude, la même hésitation se présente quand on compare les races et les variétés

de pigeons, de chiens, de beaucoup d'oiseaux et de beaucoup d'insectes.

VARIÉTÉS. RACES.

449. Les individus appartenant à une même espèce sont loin d'être identiques dans leurs parties et leurs propriétés : certains se distinguent par des différences très légères qui portent sur la taille, la couleur, la forme d'un organe ou de plusieurs organes, en raison des circonstances qui influent sur leur manière d'être : ils constituent alors une *variété*. Mais là ne s'arrête pas la variation du type primitif : Sous l'influence de causes très diverses, certains individus subissent des modifications plus ou moins profondes qui déterminent des déviations plus tranchées, des variétés qui peuvent se perpétuer par hérédité ; on donne à ces variétés constantes le nom de *races*.

On distingue les *races naturelles* et les *races artificielles*. Les premières se sont formées dans la série des temps par l'action continue et modificatrice des agents climatériques et aussi par un changement dans le genre de vie, dans la nourriture, etc. Sous cette influence seule, se forment ce qu'on nomme les *races pures* ; puis ces races, en se croisant, donnent naissance aux *races métisses*. (V. SÉLECTION NATURELLE.)

Les races artificielles, au contraire, ont été créées par l'homme. Dès qu'il y a eu des animaux domestiques, l'homme a distingué, parmi ces animaux, les mieux adaptés à ses besoins, et il les a choisis pour les faire servir à la reproduction, de manière à transmettre à leurs descendants les caractères utiles et avantageux. (V. SÉLECTION ARTIFICIELLE.)

On ne connaît rien ou presque rien sur l'origine et l'histoire des races : pour certaines variétés que l'on considère comme des races, on ne sait si elles proviennent d'une seule espèce, ou si elles ont pour origine plusieurs espèces distinctes. Certaines variétés diffèrent souvent entre elles par des caractères plus importants que ceux qui séparent les espèces sauvages : Tel est le cas des races domestiques de Pigeons étudiées avec tant de soin par Darwin et rapportées au Bizet ou Pigeon de roche (*Columba livia*) qui donne des variétés connues sous le nom de Pigeon culbutant, Grosse-gorge, Paon, etc., que plusieurs naturalistes considèrent comme de véritables espèces. Darwin compte 150 races

distinctes de Pigeons, et ces races sont assez différentes pour pouvoir être rangées en ordres et genres distincts. Les mammifères, les chiens, présentent des faits analogues : lors de l'exposition canine de 1873, la Société d'acclimatation présenta 80 races de chiens. (V. VARIABILITÉ.)

En résumé, il n'existe véritablement aucune limite absolue entre les variétés, les races et les espèces, et l'on peut dire que l'espèce est une collection d'individus semblables entre eux par leur organisation ou ne différant les uns des autres que par des nuances très légères.

ORIGINE DES ESPÈCES

450. Deux hypothèses relatives à l'origine des espèces divisent les naturalistes en deux camps opposés, qui comptent chacun des noms illustres. 1° Les uns, ayant à leur tête Linné, de Jussieu, Cuvier, Agassiz, etc., considèrent les espèces comme des types fixes, invariables, une création immuable du moins dans ses caractères généraux, ayant conservé la même organisation par voie de descendance, la même fixité de forme à travers la série des temps ; c'est l'*hypothèse de la fixité*. 2° Les autres, avec Lamarck, Geoffroy-Saint-Hilaire, Hœckel, Darwin, etc., rattachent l'origine des espèces à la transformation lente et progressive des espèces inférieures ; ils pensent que les individus composant une espèce ont subi et subissent encore de nos jours, sous l'influence de causes diverses, des altérations profondes capables de former des types nouveaux qui pourront à leur tour en produire d'autres, absolument comme se forment aujourd'hui les variétés et les races, c'est-à-dire que les espèces se produisent naturellement ; c'est l'*hypothèse de l'évolution* ou de la *variabilité indéfinie*.

Cette théorie, formulée pour la première fois par Lamarck et qui, depuis les travaux de Darwin, a pris rang dans la science, considère toute la création animée comme dérivant d'une unité organique. Elle s'appuie sur la concordance de structure des organismes vivants, sur les phénomènes de métamorphoses, sur le fait des états successifs par où passe tout embryon en voie de développement, enfin sur l'apparition successive et progressive de tous les types organiques.

Par quels procédés les espèces ont-elles pu se former dans

la série des temps? Pour Darwin, les conditions qui président à cette évolution sont au nombre de quatre : 1° la VARIABILITÉ, c'est-à-dire l'aptitude à s'écarter du type des parents immédiats, qui fait que ces variations sont *acquises* lorsqu'elles sont dues à des circonstances extérieures (milieu, habitude, nourriture, genre de vie, etc.), ou *héritées*, c'est-à-dire l'expression d'un retour à des caractères qui avaient déjà existé; 2° la CONCURRENCE VITALE ou la survivance dans la LUTTE POUR L'EXISTENCE des individus les plus forts, les mieux adaptés, qui, par suite, donnent naissance à un plus grand nombre d'individus, d'autant plus nombreux, qu'ils peuvent conserver plus longtemps ces avantages. Les descendants de ces organismes privilégiés, modifiés favorablement par la descendance, ont les plus grandes chances de soutenir avec succès cette lutte pour l'existence et de se propager avec les caractères les plus essentiels; 3° L'HÉRÉDITÉ par laquelle les caractères sont transmis aux descendants; 4° enfin la SÉLECTION NATURELLE, procédé employé par la nature pour faire sortir toutes les espèces, par voie d'évolution, d'une forme fondamentale unique, de la même manière que les éleveurs produisent telle ou telle race par sélection artificielle. Nous allons étudier successivement chacune de ces conditions.

VARIABILITÉ.

451. L'hypothèse de la variabilité de l'espèce admise par tous les naturalistes a été et est encore de nos jours le sujet de discussions ardentes, parce que c'est d'après le sens qu'on attribue à la variabilité que dépend le sens qu'on doit donner au mot *espèce*.

Linné et Buffon, les premiers, se sont posé cette question : les individus dont l'ensemble constitue une espèce restent-ils indéfiniment semblables entre eux et avec leurs premiers parents, ou revêtent-ils des formes qui les éloignent les uns des autres au point que l'on ne peut plus reconnaître la parenté? Malgré les nombreuses incertitudes de ces deux grands esprits, il est incontestable qu'à la fin de leur vie ils étaient arrivés à soutenir la variabilité de l'espèce, variabilité qui pour Linné était le résultat du croisement, et pour Buffon un effet des actions climatiques. Cuvier, contrairement à Linné, admet la fixité de l'espèce : pour lui, les espèces sont aujourd'hui ce qu'elles ont été à l'origine du monde, à part quelques modifications légères.

Déjà Lamarck (1809), dans sa philosophie zoologique, exposait la descendance des espèces issues les unes des autres en se basant sur l'influence du milieu et de l'hérédité. Geoffroy-Saint-Hilaire, l'adversaire de Cuvier, le défenseur de l'unité de composition organique, exprimait aussi l'opinion de la variation des espèces; mais c'est à Darwin que revient le mérite d'avoir établi sur de nombreux documents scientifiques une théorie de l'origine et de la transformation des espèces, qui a aujourd'hui rang dans la science et qui est en harmonie avec la doctrine du célèbre géologue Lyell sur les transformations successives et progressives du globe terrestre dans le cours régulier des siècles.

— Tous les êtres vivants ont une aptitude plus ou moins grande à varier, c'est-à-dire à s'écarter par quelques caractères de leurs parents immédiats. Ces variations sont ou acquises, c'est-à-dire dues à des influences extérieures, ou héritées, c'est-à-dire le retour d'un caractère ancêtre qui avait disparu pendant une ou plusieurs générations.

Les exemples d'adaptation ou de variation organique abondent; nous n'avons qu'à jeter un regard autour de nous : nous voyons les plantes cultivées et les animaux domestiques se modifier, s'améliorer avec une facilité et une rapidité telle, qu'on est porté naturellement à considérer le phénomène d'adaptation, c'est-à-dire la faculté que possède l'organisme d'acquiescer des propriétés nouvelles sous l'influence des agents extérieurs, comme l'expression d'une propriété fondamentale de tous les organismes.

Les conditions qui agissent pour produire la variation à l'état domestique sont : 1° les conditions de l'existence (milieu, nourriture, culture, sol, habitat, etc.), qui modifient directement l'organisation entière ou quelques-unes de ses parties, et indirectement les produits de la reproduction; 2° l'habitude et l'usage ou non-usage des parties donnant lieu à des effets nombreux et variés qui se transmettent par descendance : c'est ainsi que Darwin a remarqué que les os de l'aile pèsent moins et les os de la cuisse pèsent plus chez le canard domestique que chez le canard sauvage; que les mamelles des vaches que l'on a l'habitude de traire ont un développement très grand; 3° l'hérédité, en vertu de laquelle les caractères des ancêtres se transmettent aux descendants. (V. HÉRÉDITÉ.)

En appliquant aux animaux domestiques toutes ces in-

fluences, l'homme a pu imprimer aux formes organiques les modifications les plus extraordinaires et créer à son profit des variétés et des races d'une même espèce différant les unes des autres autant que les espèces voisines d'un même genre diffèrent entre elles, à ce point qu'il serait difficile de dire si elles descendent d'une ou de plusieurs espèces sauvages : c'est ce que nous montrent cette multitude de races de chiens, de pigeons, etc.

Des variations semblables se produisent à l'état de nature chez les animaux et les plantes sauvages sous l'influence des circonstances que nous avons déjà énumérées ; mais ce qui rend pour nous cette influence difficile à reconnaître, c'est que ses effets sont lents et exigent un temps extrêmement long. Partout on peut constater des différences individuelles légères, qui semblent d'abord peu importantes mais qui, en s'accumulant par l'hérédité ou par l'action des conditions de la vie, finissent par donner des variétés permanentes. (V. RAPPORT DU MILIEU AVEC L'ORGANISME.)

— L'hypothèse de la variabilité étant un fait admis, quand les variations sont légères on dit qu'il y a simplement *variété* ; quand ces variations sont considérables, qu'elles portent sur des caractères importants comme ceux de la reproduction, et que ces caractères sont devenus fixes, il y a formation de *races* et d'*espèces* : l'espèce est donc une variété fixée.

LUTTE POUR L'EXISTENCE.

452. Tous les êtres vivants tendent à se multiplier suivant une progression très grande (loi de Malthus) : il faut donc que des causes puissantes de destruction interviennent pour diminuer cette multiplication en quelque sorte indéfinie. Ces causes sont multiples, mais la plus importante suivant Darwin est le manque de subsistances. Or, comme il naît plus d'individus qu'il n'en peut vivre, il doit y avoir entre les êtres organisés une *lutte pour l'existence*, soit avec les individus de même espèce, soit avec les individus d'espèces différentes, soit avec les conditions climatiques, etc.

Cette compétition pour subvenir aux nécessités de la vie, cette concurrence vitale existe aussi bien pour les animaux que pour les végétaux. Les plantes luttent entre elles pour leur conservation ; elles sont la proie des animaux herbivores, ce qui

amène la destruction d'une quantité énorme de graines, etc.

Les animaux entrent aussi en lutte pour pourvoir à leur entretien; ils luttent surtout avec les individus de même espèce habitant la même région et qui cherchent la même nourriture; ils luttent encore avec tous les agents climatiques, etc. C'est ainsi que, dans certaines parties de l'Amérique, la présence d'une nouvelle espèce d'hirondelle a amené l'extinction d'une autre espèce. En Australie, l'introduction de l'abeille commune a exterminé rapidement la petite abeille indigène privée d'aiguillon.

Mais comme la lutte pour l'existence entre les espèces est d'autant plus acharnée qu'elles se ressemblent davantage, il s'ensuit que celles qui diffèrent le plus ont aussi le plus de chances pour soutenir la concurrence vitale et se multiplier, par conséquent reproduire les modifications utiles et les transmettre à leurs descendants; au contraire, les individus les plus faibles, les moins bien doués, tendront à disparaître les premiers, et finalement il ne restera plus que les deux variétés extrêmes, c'est-à-dire deux espèces distinctes. La lutte pour l'existence est le principe sur lequel repose la théorie de la sélection naturelle de Darwin (V. ce mot).

HÉRÉDITÉ.

453. Toute espèce, quand elle se reproduit, transmet à ses descendants les caractères organiques de ses parents : ainsi un même troupeau composé d'animaux de même race ne donne jamais par le croisement une nouvelle race, lorsque les circonstances restent les mêmes, à de rares exceptions près qu'on peut expliquer.

Cette transmission des caractères organiques et de ressemblance a pour origine la constitution et l'arrangement des éléments anatomiques créés à l'origine de l'embryon.

Bien que nous ne connaissions pas les lois admirables qui président à cet arrangement, il est incontestable que la forme, les propriétés, la texture des organes, leur conformation générale lui sont rigoureusement subordonnées.

Le père et la mère sont donc pour le nouvel individu un milieu dans lequel celui-ci puise les éléments de sa conformation et les dispositions organiques qui le rendront semblable à ses parents : si les parents possèdent quelques modifications com-

patibles avec la condition du milieu, ces modifications pourront à leur tour se transmettre et devenir le premier terme d'une race susceptible de se reproduire.

Ainsi s'explique l'apparition des races de chiens pentadactyles, de chiens sans queue, de bœufs sans cornes, d'hommes tétradactyles, sexdigitaires, etc. Ainsi s'expliquent les vices de conformation acquis, tels que les déformations du crâne chez les Péruviens, bien que depuis trois cents ans on ait renoncé à cette pratique barbare. L'influence de l'hérédité se fait sentir également dans la structure et la coloration de la peau, et dans ces excroissances qu'on appelle envies, etc. Nous citerons, comme exemple, l'homme porc-épic dont le corps était recouvert d'une couche cornée, hérissée de poils et qui transmet cette monstruosité à ses fils et petits-fils. Mais si l'espèce est soumise au milieu héréditaire, elle doit aussi compter avec le milieu cosmique; l'un et l'autre tendent à la conservation de la ressemblance individuelle, tant qu'ils n'éprouvent pas de changements sensibles dans leur constitution; mais l'un et l'autre aussi, dans le cas contraire, tendent à lui imprimer des modifications plus ou moins profondes, pouvant aboutir à la création de races nouvelles.

Une application importante du principe de l'hérédité, c'est que si cette faculté tend à conserver à l'espèce les caractères organiques de ses ancêtres, il doit en résulter qu'en croisant entre eux des animaux de même espèce présentant quelques qualités particulières, on pourra fixer ainsi d'une façon définitive ces qualités.

Cette sélection, que les hommes ont sans doute pratiquée de tout temps d'une manière inconsciente, mais qui, de nos jours, est devenue un art ayant ses règles, est le principe sur lequel repose la formation des races domestiques et leur amélioration.

Lamarck a formulé la loi de l'hérédité de la manière suivante : « Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances où ils se trouvent depuis longtemps exposés, elle le conserve aux nouveaux individus par voie de descendance; ces êtres par suite se trouvent mieux adaptés que leurs ancêtres si les conditions physiques de la vie ne changent pas. »

On peut ramener tous les phénomènes de l'hérédité à deux groupes : *l'hérédité conservatrice*, c'est-à-dire des caractères transmis, et *l'hérédité progressive* ou celle des caractères acquis. Cette dernière est fondée sur ce fait général : que les individus

(animaux et plantes) transmettent à leurs descendants non seulement les propriétés ancestrales, mais encore celles qui sont acquises.

Une autre manifestation de l'hérédité et qu'on nomme *hérédité alternante* est que les descendants, au lieu de ressembler à leurs parents, ressemblent à leurs grands-parents : ainsi B ne ressemble pas à A, mais C ressemble à A.

Des exemples d'hérédité alternante se rencontrent chez un certain nombre d'animaux et de végétaux inférieurs; ils sont plus rares chez les animaux supérieurs. (V. GÉNÉRATION ALTERNANTE.) A ces phénomènes se rattachent les faits bien connus d'*atavisme*, c'est-à-dire l'apparition de caractères disparus depuis plusieurs générations et ayant appartenu à une génération éteinte.

En résumé, l'hérédité est la condition indispensable pour la formation des races et des espèces, car pour que la variété devienne espèce, il faut que la variation acquise se perpétue et se fixe dans les descendants; de plus, cette fixation ne se produit que quand les caractères acquis sont utiles à l'individu ou à l'espèce. Il suit de là que lorsqu'une modification a été ainsi léguée à la suite d'une série de générations, ce caractère s'accroît, grandit et finit par différencier la dernière génération de la souche primitive.

SÉLECTION

454. La doctrine de la sélection est le fondement de la théorie de l'évolution et de la transformation des espèces, ou *Darwinisme*; elle repose sur la comparaison des procédés utilisés par l'homme dans l'élevage des races domestiques (*sélection artificielle*) et sur les moyens mis en œuvre par la nature dans la formation des races sauvages et des espèces (*sélection naturelle*).

Sélection artificielle. L'homme n'a pas la puissance de créer de nouvelles formes organiques, mais il peut améliorer, modifier dans un sens déterminé et pour son utilité les variétés et les races domestiques en leur appliquant les deux propriétés communes à tous les êtres organisés, savoir : l'*hérédité*, c'est-à-dire la faculté de transmettre les caractères ancestraux; la *variabilité* ou la faculté d'adaptation.

En partant de ces deux propriétés qui sont liées aux conditions

générales de la nutrition (climat, éducation, alimentation, etc.), l'éleveur (horticulteur ou agriculteur) peut, dans un temps relativement court, faire subir aux plantes cultivées et aux animaux domestiques des changements tels, que les variétés et les races diffèrent souvent plus les unes des autres que ne le font les espèces bien déterminées.

Le procédé de la sélection artificielle mis en pratique consiste à choisir parmi les individus d'un même type ceux qui présentent la variation que l'on veut fixer pour obtenir par la reproduction de nouveaux individus de cette variété. On fait ensuite un nouveau choix qui présente cette variation avec plus de netteté afin d'obtenir une seconde génération, et ainsi de suite. Veut-on, par exemple, produire un type de moutons à laine fine, l'éleveur choisit pour la reproduction les individus qui possèdent ce caractère ; il fait un second choix pour une nouvelle reproduction, en sorte qu'après une série de générations, les moutons obtenus se distingueront par une finesse de laine fort différente de celle que possède le type primitif. C'est ainsi qu'on est parvenu à modifier et perfectionner les races de chiens, les races de chevaux, etc. ; c'est ainsi que procède aussi l'horticulteur qui veut améliorer une plante remarquable par la beauté de ses fleurs.

Sélection naturelle. Des procédés analogues à la sélection artificielle agissent dans la nature pour former des variétés sous l'influence de l'hérédité ou force formatrice et de l'adaptation qui tire de nouvelles formes de celles déjà préexistantes. La cause de cette sélection réside d'après Darwin dans cette concurrence vitale des organismes entre eux et contre les agents extérieurs, pour leur conservation. Dans cette lutte, tout être qui a acquis une variation utile, si petite qu'elle soit, tout être mieux adapté aux conditions physiques du milieu, a plus de chances de triompher et de survivre. Tout être, au contraire, qui a acquis des caractères indifférents ou nuisibles a plus de chances de mort : Il se fait donc *naturellement* un triage qui fait naître les modifications les plus avantageuses à l'espèce. Mais comme la lutte pour l'existence doit être d'autant plus acharnée que les espèces se ressemblent davantage, il s'ensuit que celles qui diffèrent le plus auront plus de chances de se maintenir ; ce qui amène nécessairement la disparition complète des formes intermédiaires dans le cours d'une longue période de temps.

Les formes extrêmes les plus divergentes, seules, pourront vivre

côte à côte, sans se nuire, se multiplier et finir par ne plus se relier à la souche primitive par aucune forme intermédiaire.

Les faits principaux invoqués par Darwin pour prouver qu'il y a une sélection naturelle comparable à la sélection artificielle sont les suivants :

1° Beaucoup d'espèces ont des caractères en rapport avec les conditions de leur existence : ainsi les insectes qui se nourrissent de feuilles sont ordinairement verts ; ceux qui mangent des écorces sont gris ; les oiseaux qui habitent les régions glaciales sont blancs, etc. Ces couleurs sont évidemment celles qui sont plus favorables à ces animaux pour échapper à leurs ennemis, ce qui explique leur conservation et leur plus grand nombre.

2° Les plantes qui occupent des régions très étendues ont une quantité plus considérable de variétés, fait qu'explique la différence de condition d'existence.

3° Les organismes inférieurs ont plus de variétés que les organismes supérieurs. L'hypothèse de la sélection l'explique aisément, parce que ces organismes n'ont pas encore atteint la limite de leurs métamorphoses.

4° Les caractères des espèces sont plus variables que ceux des genres, parce que les genres ont eu un temps plus long pour fixer leurs caractères.

5° Les organes qui varient dans certaines espèces d'un genre varient aussi dans d'autres espèces du même genre. Ce point facile à constater établit que c'est par les variations de ces mêmes parties que se sont produites les diverses espèces.

En résumé, la sélection naturelle, c'est-à-dire l'adaptation indéfinie des formes existantes par des procédés analogues à la sélection artificielle, explique d'après Darwin la production des variétés et des races qui ne sont que le premier pas dans le phénomène de la transformation continue des organismes. Par son action lente et progressive et sous l'influence du temps, les variétés se différencient de plus en plus et finissent par se transformer en espèce : la variété est donc, d'après Darwin, une *espèce en voie de formation*. Variété et espèce sont le premier et le dernier terme d'une série non interrompue de transformations organiques.

ÉVOLUTION, DESCENDANCE. TRANSFORMISME.
DARWINISME.

455. La doctrine de l'évolution ou de la descendance peut se résumer de la manière suivante : toutes les formes animales et végétales dérivent par transformations lentes et progressives d'un seul type primitif simple, ou de plusieurs types primitifs plus simples ; en d'autres termes, toute la création animée dérive d'une unité organique ; il y a non seulement *identité de type*, mais encore *identité d'origine*. Cette théorie a été formulée pour la première fois par Lamarck (1809), mais c'est à Darwin que revient le mérite de l'avoir assise sur une base nouvelle, la *sélection naturelle*, qui donne les véritables causes efficientes des modifications et transformations des formes organiques à travers la série des temps. L'hypothèse darwinienne, le *Darwinisme* trouve son fondement dans trois faits principaux que nous avons déjà développés, savoir : l'*hérédité* ou la faculté de transmissions des caractères ancestraux, la *variabilité* ou la *faculté d'adaptation* à des conditions d'existence différentes, la *survivance* dans la *lutte pour l'existence* des individus les plus avantageusement doués qui, par suite, donnent naissance à un nombre d'individus d'autant plus grand qu'ils peuvent se maintenir plus longtemps avec ces avantages.

Cette théorie de la création tout entière s'exprime dans la concordance de structure de tous les êtres vivants, dans les phénomènes de métamorphoses si nombreux et si variés, dans les résultats de l'embryologie, depuis l'œuf jusqu'à la forme adulte, qui montrent que tout embryon en se développant passe par des phases successives qui rappellent l'état actuel des divers types inférieurs à cet embryon, enfin dans l'existence si répandue des organes rudimentaires, qui s'explique facilement dans la théorie de la sélection par défaut d'usage : on conçoit en effet que, par l'adaptation à des conditions nouvelles de vie, ces organes cessent peu à peu leurs fonctions et finissent par s'atrophier et disparaître complètement. Enfin la géologie confirme d'une manière générale la théorie de la descendance qui est en connexion la plus étroite avec la théorie du perfectionnement naturel et du développement continu des habitants de la terre, du degré le plus simple et le plus inférieur jusqu'aux degrés

les plus élevés de la vie. Nous ne connaissons pas, pour les âges primitifs, les innombrables formes de passage et de transition entre les animaux et les plantes ; mais cela tient à ce que la plupart des organismes enfoncés dans le sol n'ont pu laisser des traces de leur existence. Nous n'avons donc qu'une connaissance très imparfaite des animaux et des plantes qui ont peuplé la surface du globe aux diverses époques géologiques, et, comme le disent Lyell et Darwin, nous avons à notre disposition une histoire de la terre, écrite en un dialecte qui a progressivement varié, dont nous possédons le dernier volume relatif à quelques parties isolées du globe, et encore ne nous est-il connu que par quelques chapitres dont peu de lignes, par pages, ont été conservées.

Les innombrables lacunes que montre la série des êtres organisés depuis les formations les plus anciennes jusqu'à la période actuelle ont pour cause les changements de niveau qui affectent continuellement le sol. Un grand nombre de faits démontrent que les continents et les mers ont changé plusieurs fois de place par suite de soulèvements et d'affaissements du sol. Des continents et des îles ont été engloutis sous les eaux, ce qui a amené nécessairement des modifications dans les formes organiques, l'émigration ou la destruction des anciens habitants remplacés par d'autres venant des régions limitrophes et rencontrant là un milieu favorable à leur développement. Telles sont les raisons qui font que, dans la plupart des cas, on ne peut pas retrouver les anneaux qui relient toutes les formes animales successives.

De nombreuses objections ont été faites à la théorie de Darwin : la principale est l'absence des *formes intermédiaires*. Ces formes existent réellement, et la meilleure preuve en est dans les divergences qui existent entre les naturalistes pour le classement et la délimitation des espèces ; du reste, si, chez beaucoup d'espèces, les formes de passage font défaut, ce fait s'explique par la *concurrency vitale* qui s'exerce surtout entre les formes les plus voisines, ce qui doit amener l'extinction des degrés intermédiaires : ainsi, qu'une espèce produise des variétés avantageuses tendant à devenir des espèces nouvelles, alors la lutte entre ces variétés et la souche première sera d'autant plus ardente que ces variétés différeront moins entre elles : naturellement les formes intermédiaires disparaîtront, et il ne restera plus que les variétés les plus divergentes, c'est-à-dire de nouvelles espèces.

Nous citerons encore l'objection suivante : des caractères

paraissant ne rendre aucun service à leurs possesseurs, tels que l'allongement des oreilles et de la queue chez le Lièvre et la Souris, les replis de l'émail dentaire chez beaucoup d'animaux, etc., ne peuvent avoir donné prise à la sélection naturelle. A cette objection sérieuse, Darwin répond qu'il est impossible de déterminer quelles sont actuellement ou quelles peuvent avoir été dans le passé les variations avantageuses à chaque espèce ; que certaines conformations supposées inutiles ont été reconnues plus tard comme ayant une certaine importance : ainsi la longue oreille externe de la Souris commune offre un développement de nerfs tel que l'on considère cet organe comme destiné à la sensibilité tactile ; les fleurs des Orchidées remarquables par leurs formes singulières et que l'on considèrait comme de simples différences morphologiques ont une importance capitale pour la fécondation ; il en est de même de la longueur relative des étamines, etc.

En résumé, la théorie de la descendance basée sur la sélection, malgré les nombreuses et sérieuses objections auxquelles elle donne prise, explique d'une manière plus satisfaisante que toute autre théorie la grande métamorphose qui s'est produite dans le monde animé pendant la succession des temps écoulés ; mais elle ne nous montre pas d'une manière très nette les actions réciproques qui tendent, à l'état sauvage, à transformer les formes vivantes dans le sens de la sélection naturelle. Ces actions ne se laissent entrevoir que d'une manière générale ; les détails nous restent inconnus, et échappent complètement à l'expérimentation de l'homme. Bien des phénomènes naturels sont pour nous une énigme dont la solution paraît encore très éloignée, témoin l'origine de l'homme dont la présence à la période tertiaire ne saurait être contestée par personne et dont on ne possède aucun renseignement certain sur ses premiers ancêtres.

RAPPORT DU MILIEU AVEC L'ORGANISME. ADAPTATION.

456. Milieu. — Quel que soit le rang d'un être vivant dans la série organique, il est impossible de le concevoir sans son entourage. Son existence est subordonnée à certaines conditions purement physiques résidant en dehors de lui : l'air, la chaleur, la lumière, l'eau lui sont tout aussi indispensables que l'oxygène et les aliments : c'est à ce tout complexe qui entre en relation avec

l'être vivant et est une condition de son existence et de sa conservation auquel on donne le nom de *milieu*.

En considérant le milieu comme une condition de la vie, il ne faut pas croire cependant qu'il agisse toujours d'une façon favorable pour son entretien et pour sa conservation; il est aussi quelquefois une cause puissante de destruction, et peut, quand les êtres vivants changent de milieu, imprimer à l'organisme des modifications plus ou moins profondes capables d'altérer les caractères du type si on les envisage dans sa descendance. On comprend donc, d'après cela, que le physiologiste ne doive pas envisager le milieu comme le physicien : pour l'un et l'autre le sujet est le même, mais le but est différent. Tandis que celui-ci étudie les éléments du milieu au point de vue de leurs propriétés physiques et chimiques, celui-là, tout en profitant de ces connaissances, met ces éléments en rapport avec l'organisme, cherche à connaître la manière dont ils agissent sur lui, à se rendre compte de ses influences favorables ou nuisibles et des modifications organiques plus ou moins profondes.

Les éléments du milieu dont l'influence sur les êtres vivants est le mieux connu sont : la lumière, l'air, l'eau, la chaleur, l'acclimatement, l'alimentation, etc., qui amènent ce que l'on appelle l'adaptation.

457. Adaptation. — L'adaptation est la faculté que possède tout organisme d'acquérir des propriétés nouvelles sous l'influence du milieu, et de se modifier dans sa constitution et dans sa forme. Tout le monde connaît des faits incontestables d'adaptation organique liés aux conditions extérieures de l'existence, à l'alimentation, à l'exercice, à l'habitude ou au défaut d'habitude, etc. Nous n'avons qu'à jeter un regard autour de nous, pour reconnaître avec évidence les changements profonds opérés dans les plantes cultivées et chez les animaux domestiques soumis à l'élevage. Nul n'ignore aussi qu'à l'état sauvage les animaux et les plantes varient de mille manières, et forment ce que l'on nomme variété, races, espèces, sous-espèces, qui s'écartent souvent extraordinairement de la souche primitive. L'adaptation est dite *directe* ou *actuelle* quand les modifications se manifestent dans la forme propre à l'organisme et non dans sa descendance; elle est dite *indirecte* ou *potentielle* quand les changements n'apparaissent que chez les individus nés de parents qui ont subi l'influence modificatrice du milieu. Ces deux

influences de l'adaptation se mêlent et se combinent pour produire leurs effets, comme se combinent et se modifient les influences de l'hérédité conservatrice et de l'hérédité progressive.

Lamarck (*Philosophie zoologique*) admet que l'influence du milieu amène des changements dans les actions et les habitudes des animaux, qui, par suite, déterminent des changements plus ou moins profonds dans leur organisation. Pour lui, « ce ne sont pas les organes, c'est-à-dire la nature et la forme des parties du corps d'un animal qui ont donné lieu à ses habitudes et à ses besoins, mais ce sont, au contraire, ses habitudes, la manière de vivre, dans lesquelles se sont concentrés les individus dont il provient qui ont, avec le temps, constitué la forme de son corps et l'état de ses organes ». Lamarck appuie cette conclusion sur des faits nombreux dont nous parlerons en traitant de l'influence de l'eau, de l'air, de la lumière, etc.

458. Influence de l'eau. — Reviviscence. — Mammifères pisciformes. — L'eau est d'une nécessité absolue pour l'entretien de la vie, ce liquide faisant partie intégrante des tissus et des organes. Toutefois la dessiccation peut, chez les animaux inférieurs, ne faire que suspendre l'activité vitale qui réapparaît aussitôt qu'on leur a restitué l'eau qu'ils avaient perdue : on donne à ce phénomène le nom de REVIVISCENCE. Leuwenhoeck, à la fin du

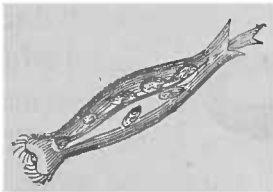


Fig. 280. — Rotifère.

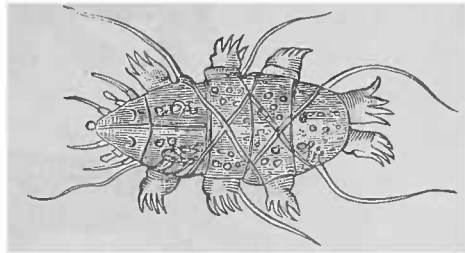


Fig. 281. — Tardigrade.

xvii^e siècle, fit voir que les Rotifères, animalcules que l'on trouve sur la mousse des toits, jouissaient de cette propriété, et même Spallanzani a montré que ces animaux pouvaient reprendre la vie après un certain nombre d'années écoulées depuis leur dessiccation. Les mêmes phénomènes de reviviscence ont été observés chez les Tardigrades, les Vibrions du blé niellé, etc.

Selon quelques auteurs, la congélation pourrait, de même que la dessiccation, suspendre momentanément la vie chez les Sangsues, les Mollusques, les Crapauds, etc. Les expériences nouvelles

de Pouchet établissent que les seuls animaux qui ressuscitent sont ceux qui ont été incomplètement congelés. L'influence modificatrice de l'eau sur les végétaux est facile à établir : la Renoncule aquatique, la Sagittaire en sont des exemples familiers : les feuilles submergées de la Renoncule sont finement découpées et comme capillaires ; celles qui s'élèvent au-dessus de l'eau sont arrondies ou lobées. Dans la Sagittaire, les feuilles aériennes ont la forme d'un fer de lance ; celles qui sont plongées dans l'eau se transforment en longs rubans ondulants. Les feuilles submergées de la Châtaigne d'eau (*Trapa natans*) sont capillaires, les feuilles aériennes ne le sont pas.

L'influence de l'eau sur l'organisation des animaux n'est pas moins remarquable. L'étude du développement de certains Batraciens montre avec la plus grande évidence que les branchies se développent sous l'influence de l'eau : ainsi les Tritons, pendant la première période de leur vie, possèdent des branchies et vivent dans l'eau ; plus tard, ils se tiennent sur les bords des mares ; alors les branchies disparaissent et des poumons se développent ; si on les force à rester dans l'eau, les branchies persistent pendant toute la vie. Un autre exemple

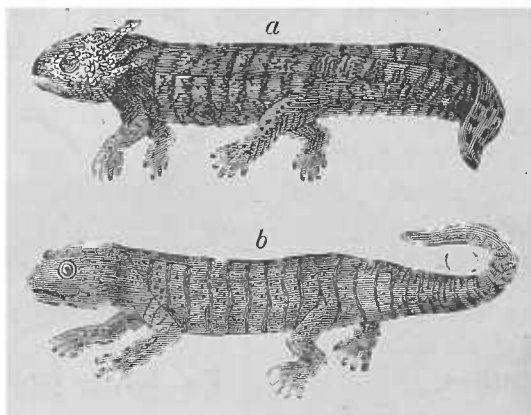


Fig. 282.

a, axolotl avec ses branchies externes. — *b*, le même après la disparition des branchies.

nous est fourni par l'*Axolotl* qui respire à la fois par des branchies et des poumons ; si ces Amphibiens sortent de l'eau, ils perdent leurs branchies et ne respirent plus que par des poumons.

Des modifications analogues s'observent chez les Insectes et chez les Mollusques, selon qu'ils vivent dans l'eau ou dans l'air : ainsi le Colimaçon (*Helix*) est un Gastéropode pulmonaire, et l'Ampullaire, autre Gastéropode, dont la coquille est la même,

mais qui peut vivre dans l'eau et dans l'air, possède des poumons et des branchies. La Limace terrestre a des poumons; les Doris, véritables Limaces marines, ne respirent que par des branchies qui couvrent la surface du corps.

Nous trouvons encore des exemples frappants d'adaptation au milieu aquatique en comparant des animaux d'une même classe, mais qui sont les uns terrestres, les autres aquatiques : ainsi la Marte commune (*Martela martes*) et la Loutre (*Lutra vulgaris*)

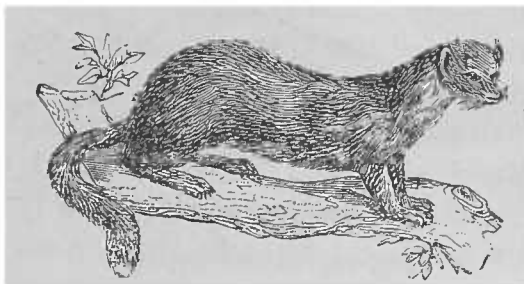


Fig. 283. — Marte.

sont deux mammifères carnassiers, l'un terrestre et l'autre amphibie : ces deux animaux présentent les mêmes caractères ; ils ont la même forme, la même dentition, le même pelage, mais la différence d'habitat a imprimé à leur organisation des différences réelles : ainsi les doigts, libres dans la Marte, sont réunis par une

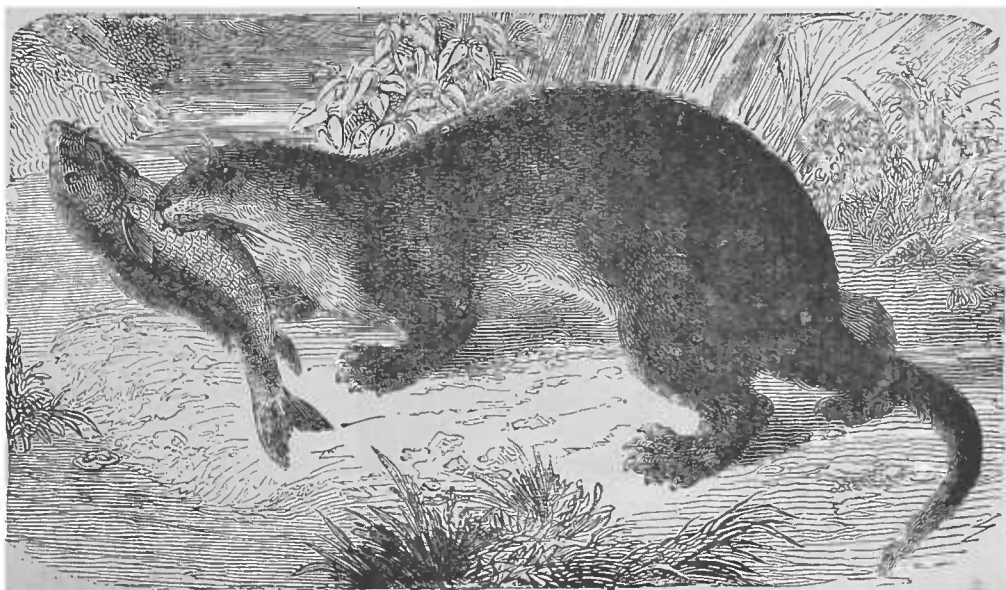


Fig. 284. — Loutre.

palmure chez la Loutre ; la queue est cylindrique chez la Marte, elle est aplatie en forme de rame chez la Loutre : on peut dire

que la Loutre est une Marte amphibie. En comparant l'organisation plus aquatique des Phoques et des Morses à celle de la Loutre, on trouvera des modifications plus profondes encore, qui tiennent à des adaptations plus puissantes, ce qui conduit naturellement aux grands Cétacés qui sont en quelque sorte la der-

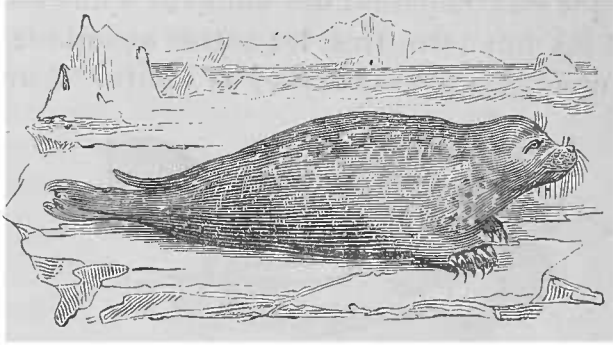


Fig. 285. — Phoque.

nière expression de la puissance d'un milieu liquide pour transformer un organisme. Des exemples analogues abondent chez les Oiseaux Échassiers et Palmipèdes, dont les uns ont des formes aquatiques, d'autres des formes terrestres : ainsi les Albatros, les

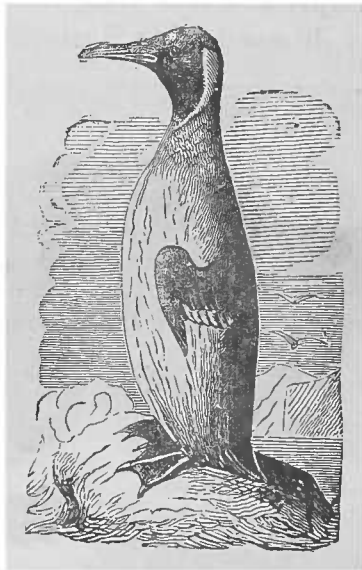


Fig. 286. — Manchot.

Cormorans correspondent aux Aigles et aux Vautours ; les Mouettes, les Pétrels sont les analogues des Faucons et des Milans ; les Sternes ou Hirondelles de mer sont analogues à l'Hirondelle terrestre, etc.

Les Pingouins et les Manchots étant presque entièrement aquatiques présentent des transformations correspondantes à celles des mammifères amphibiens comme les Phoques et les Morses. Ces oiseaux ont le corps allongé et les membres postérieurs dirigés d'avant en arrière suivant l'axe du corps, de sorte que les ailes se sont transformées en organes remplissant les fonctions des nageoires des poissons : on rencontre la modification inverse chez certains poissons volants où les nageoires très développées permettent à l'animal de s'élancer hors de l'eau.

En résumé, ces nombreux exemples d'adaptation montrent que les modifications, changements, transformations que présente l'organisation des animaux aquatiques comparée à celle des animaux terrestres est le résultat de l'influence du milieu liquide et des habitudes, et non pas le résultat d'une harmonie préétablie entre cette organisation et le milieu dans lequel l'animal serait destiné à vivre.

459. Influence de l'air. Mammifères volants. — Lamarck dans sa *Philosophie zoologique* attribue toute l'organisation des Oiseaux à l'influence de l'air : adhérence des poumons à la colonne vertébrale, perforation des poumons communiquant avec des sacs aériens et les os, formation des plumes, toutes ces particularités ne sont que des effets d'adaptation au milieu aérien. L'illustre

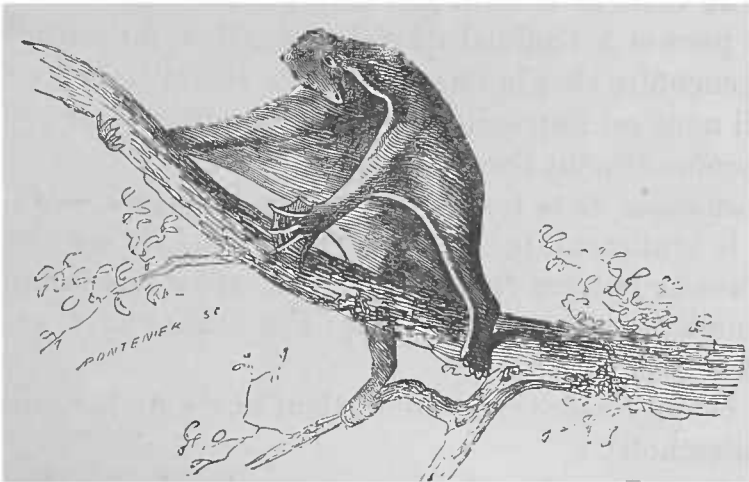


Fig. 287. — Galéopithèque.

naturaliste explique la présence d'une membrane en forme de parachute chez quelques Mammifères comme étant le résultat d'un exercice répété chez les animaux qui vivent sur les arbres.

On connaît plusieurs Écureuils *volants* (*Pteromys*), des Marsupiaux frugivores qui portent une membrane en forme de parachute, qui s'étend depuis le membre antérieur jusqu'au membre postérieur; le Galéopithèque, intermédiaire entre les

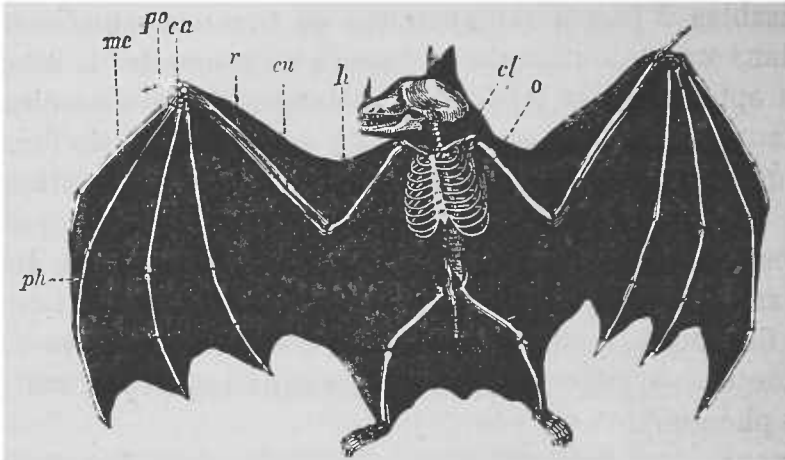


Fig. 288. — Squelette de la Chauve-Souris montrant la disposition de la membrane en forme de parachute.

o, omoplate, — *cl*, clavicle. — *h*, humérus. — *cu* et *r*, cubitus et radius. — *ca*, carpe ou poignet. — *po*, pouce. — *mc*, métacarpe ou paume de la main. — *ph*, phalange.

Singes et la Chauve-Souris, offre aussi un développement considérable de cette membrane qui embrasse à la fois le cou et la queue et permet à l'animal de s'élancer. Une disposition analogue se rencontre chez la Chauve-Souris. Dans l'état actuel de la science, il nous est impossible de savoir comment l'air a pu modifier si profondément l'organisme des Oiseaux.

460. Influence de la lumière. Animaux aveugles. — « L'organisation, le sentiment, le mouvement spontané, la vie n'existent qu'à surface de la terre et dans les lieux exposés à la lumière : sans la lumière, elle était sans vie; elle était morte et inanimée. » (Lavoisier.)

« Tout ce qui respire et se meut, tient sa vie de la lumière du soleil (Moleschott). »

Bien qu'on trouve dans des lacs souterrains des Protées et des poissons soustraits complètement à l'action de la lumière, il n'en est pas moins vrai que la plupart des êtres de la création ont besoin pour vivre de l'influence de la lumière. Chez les végétaux, cette action est manifeste : sous l'influence de cet agent, la matière verte décompose l'acide carbonique de l'air, fixe le car-

bonne et dégage de l'oxygène ; à l'obscurité la plante languit, elle s'étiole, se décolore et ne tarde pas à périr.

Toutes les plantes cherchent la lumière, elles ne fleurissent pas ou fleurissent mal dans l'obscurité.

Chez les êtres inférieurs, les radiations solaires paraissent être indispensables à leur développement. Si l'on place de l'eau de source dans un vase transparent exposé à l'action de la lumière, on verra apparaître au fond du vase des myriades d'animaux et de végétaux ; si un vase analogue est placé dans l'obscurité, les germes qu'il contient ne donneront naissance à aucun être nouveau.

D'après les expériences de W. Edwards et Moleschott, la lumière exerce une influence énorme sur le développement des œufs de Grenouille et sur les métamorphoses des Têtards.

Nul doute que la lumière n'ait aussi une action puissante dans les phénomènes de développement et de nutrition de tous les animaux, dans leur coloration : ainsi les animaux qui habitent le Nord ont des couleurs mates, sauf le blanc qui est très pur, surtout en hiver. Chez les Mammifères, les Oiseaux, les Rep-



Fig. 289. — Taupe.

tiles, les Poissons, les parties les mieux colorées sont le dos et les flancs qui sont les plus exposés à la lumière.

L'organe de la vue étant lié intimement à la présence de la lumière, on conçoit que cet agent doit avoir sur lui un effet manifeste. Dans l'obscurité, les yeux diminuent et peuvent s'atrophier; à la lumière, ils se perfectionnent par l'exercice. Ces dispositions se transmettent par hérédité, et l'on voit des espèces, munies de leurs yeux quand elles vivent à la lumière, devenir aveugles quand elles se tiennent habituellement dans l'obscurité : ainsi la Taupe ordinaire et deux espèces de *Spalax* qui habitent la Russie ont des yeux très imparfaits à cause de leur vie souterraine; parmi les Batraciens, les *Protées* qui habitent les lacs souterrains de la Carniole et les *Cécilies* ont des yeux très petits recouverts par la peau et qui finissent par disparaître.

Les Poissons ont leur cristallin presque sphérique qui leur permet l'exercice de la vision beaucoup mieux qu'un cristallin lenticulaire, mais certains d'entre eux qui vivent constamment dans les eaux souterraines finissent par devenir aveugles : tel est l'*Amblyopsis* des cavernes de l'Amérique du Nord, dont les yeux microscopiques sont couverts par la peau ; les Crustacés, les Insectes offrent aussi de nombreux exemples d'espèces aveugles habitant les cavernes.

Un phénomène non moins remarquable, c'est le déplacement de l'organe visuel en vue de l'exercice de cette fonction : ainsi les

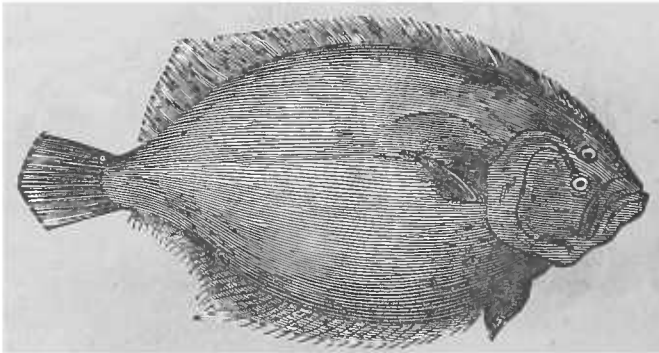


Fig. 290. — Turbot.

Raies dont le corps est aplati horizontalement ont les deux yeux sur la face dorsale de la tête; chez le Turbot, la Plie, le corps étant aplati latéralement, ces poissons nagent sur le côté : dans cette position, recevant plus de lumière au-dessus qu'au-dessous, l'un des yeux a subi, par besoin, un déplacement qui amène une dissymétrie.

461. Animaux commensaux. Mutualistes. Parasites. — On donne le nom de *commensaux* à certains animaux qui se fixent sur d'autres animaux dont ils partagent la nourriture. Un petit Crustacé de l'ordre des Décapodes (Brachyures), le *Pinnothère* vit

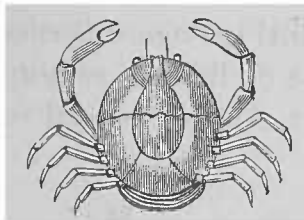


Fig. 291. — Pinnothère.

entre les lobes du manteau des Pinnes, des Moules et autres Mollusques lamellibranches. D'autres Crustacés brachyures habitent entre les branches des Polypiers, se fixent sur les Méduses, sur des Poissons pour y puiser leur nourriture.

Un singulier poisson, le fameux Remora de la Méditerranée,

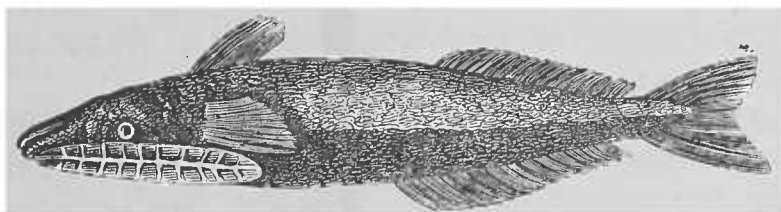


Fig. 292. — Remora.

qui est une espèce d'*Echène* (*E. Remora*), se fixe sur les autres

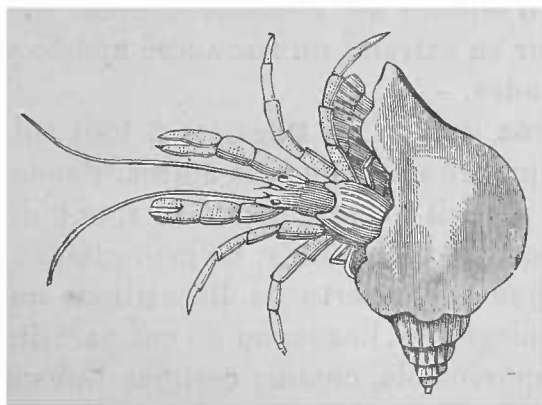


Fig. 293. — Pagure dans une coquille de Buccin.

poissons au moyen d'une ventouse ovulaire et aplatie qui surmonte sa tête, pour être transporté avec eux. L'*Echène Naucratis*

sert, dit-on, à la pêche sur les côtes de la Cafrerie : on l'attache avec un anneau à une corde et on le lâche après les poissons pour le retirer dès qu'il s'y est fixé.

Souvent plusieurs animaux en se fixant les uns aux autres semblent se rendre de mutuels services : on les désigne sous le nom de *mutualistes* : ainsi le *Pagure Bernard l'Hermite* qui vit dans la coquille abandonnée du Buccin, se nourrit de la pêche des petits animaux (Actinies, Annélides) qui se fixent sur la coquille.



Fig. 294. — Filaire de Médine.

Beaucoup d'espèces de Fourmis élèvent et nourrissent des pucerons pour en extraire un suc sucré appelé *miellée* dont elles sont très friandes.

— On donne le nom de **Parasite** à tout animal qui vit aux dépens de la propre substance des autres. Pendant longtemps on les a crus le produit d'une génération spontanée ; mais comme tous les autres êtres organisés, ils proviennent d'un germe qui ne se développe qu'en vertu de dispositions spéciales et le plus souvent pathologiques. Beaucoup de ces parasites ne produisent aucun effet appréciable, comme certains Infusoires qui se trouvent dans les liquides animaux et dans les produits de sécrétion ; d'autres occasionnent de véritables maladies (l'*Acarus*, la *Chique* ou *Puce pénétrante*, le *Filaire de Médine*, etc.).

Il existe un grand nombre de pareils animaux, les uns vivent

à la surface de la peau comme le Pou, la Puce, les autres habitent le dessous de la peau comme le Sarcophte de la gale : on les désigne sous le nom d'*Epizoaires*. D'autres vivent dans le canal

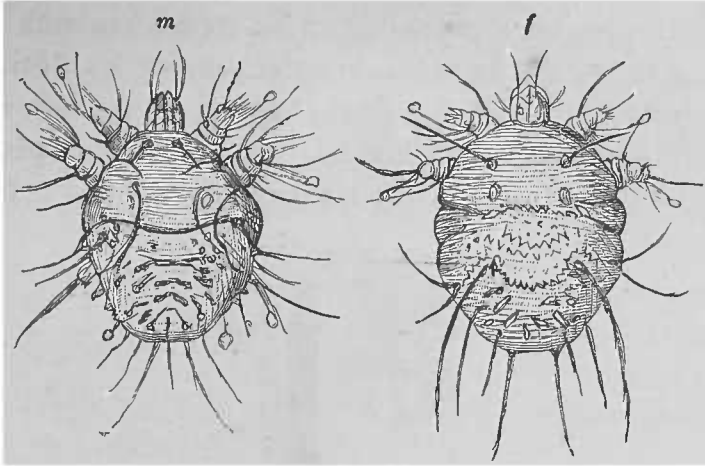


Fig. 295.

m, sarcophte mâle. — *f*, sarcophte femelle.

digestif : on les nomme *Entozoaires* : tels sont les *Tænia*s, les *Cysticerques*, les *Echinocoques*, les *Acephalocystes*, la *Douve du foie*, le *Filaire de Médine*, etc.

Tous les parasites présentent dans la disposition des membres et de l'appareil buccal des modifications particulières appropriées à ce genre d'existence. Souvent la vie d'un parasite offre plusieurs phases d'évolution, l'une où l'animal est libre, l'autre où il se fixe à un autre animal ; il subit alors une métamorphose régulière. La classe des Crustacés nous offre des exemples de ce genre de métamorphoses : les larves ou *Nauplius* après avoir subi plusieurs mues s'attachent aux animaux aquatiques et perdent successivement leurs organes locomoteurs ou rames, leurs anneaux, leurs yeux, etc. (V. MÉTAMORPHOSE DES CRUSTACÉS.)

Nous citerons comme exemple de cette métamorphose régressive les *Lernéens* qui vivent sur les poissons (fig. 296) ; certains *Copépodes* qui se tiennent dans les cavités des animaux marins, par exemple dans la vessie natatoire des Siphonophores ; d'autres vivent dans la cavité respiratoire des *Salpes*, des *Ascidies*, etc. Quelques-uns de ces Crustacés en se fixant éprouvent aussi des déformations telles que la forme primitive est méconnaissable. Les parasites qui habitent l'intérieur des corps appartiennent principalement à la classe des Vers : les **Cestoides** ou Vers plats (*Tænia*, *Echinocoque*, *Bothriocéphale*) sont des parasites du tube digestif

des Vertébrés. Les **Trématodes** à l'état de larves vivent principalement dans les Mollusques, tels sont les Distomes dont le plus intéressant est la Douve du foie (*Distomum hepaticum*); les **Néma-**

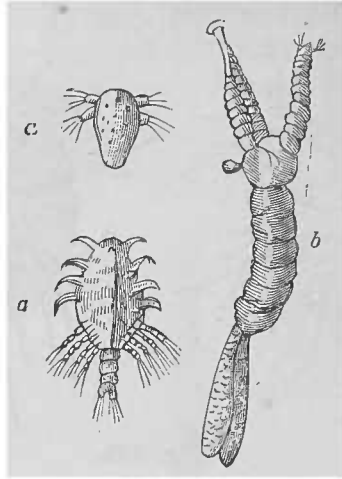


Fig. 296.

a, a', larves de Lernée. — *b*, lernée branchiale.

todes sont pour la plupart parasites : l'*Ascaride* et l'*Oxyure* vivent dans l'intestin de l'homme, le *Strongle* dans les reins, le Filaire de Médine dans la peau de l'homme, etc. (V. VERS. MÉTAGENÈSE.)

MULTIPLICATION ET REPRODUCTION DES ÊTRES VIVANTS.

462. Tout être organisé peut se multiplier, c'est-à-dire donner naissance à des êtres nouveaux plus ou moins semblables à l'organisme générateur. Chez la plupart des animaux, l'intervention de deux éléments distincts, mâle et femelle, est indispensable pour le phénomène de la reproduction : on dit alors que la reproduction est *sexuelle*. Mais chez un grand nombre d'autres animaux placés au bas de l'échelle zoologique, le concours de deux sexes n'est pas nécessaire pour la formation du nouvel être : la reproduction est dite *asexuée* : ces animaux se multiplient alors, soit en se divisant en un certain nombre de parties, soit en produisant à la surface de leur corps des bourgeons qui se détachent et se transforment en individus semblables à l'individu producteur. Toutes ces formes de reproduction peuvent être ramenées aux suivantes : la *scission* ou *scissiparité*, le *bourgeonnement* ou *gemmaiparité*, la *reproduction par germes et par œufs*.

Toutefois ces divers modes ne s'excluent pas l'un l'autre : ainsi il est des espèces qui se développent par œufs et par scissiparité, les *Vorticelles* par exemple ; d'autres se développent par œufs et par bourgeons ; d'autres enfin par bourgeons et scission.

Avant d'étudier chacun de ces modes de reproduction, nous devons nous demander si, parmi les organismes qui couvrent la surface du globe, il en est qui, ne se rattachant en rien à des individus qui leur ressemblent, tirent leur origine de corps d'une nature tout autre que celle des corps qui possèdent la vie : ce mode de *génération* porte le nom de *génération spontanée*, *génération équivoque*, *hétérogénie*. Aujourd'hui, la plupart des Naturalistes, s'appuyant sur les résultats de nombreuses expériences, rejettent d'une manière absolue la génération spontanée. V. GÉNÉRATION SPONTANÉE, § 22.

REPRODUCTION ASEXUÉE.

463. Scission, scissiparité. — Ce mode de reproduction se rencontre principalement chez les animaux les plus inférieurs en or-

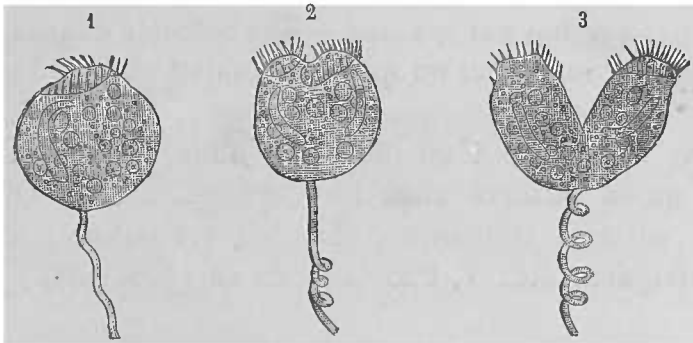


Fig. 297. — Vorticelle microstome.

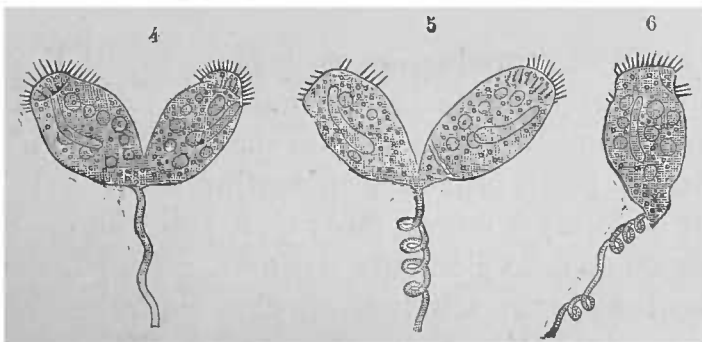


Fig. 298. — 1, 2, 3, 4, 5, 6. Phases diverses de reproduction par scission.

ganisation. Il se produit aux dépens de l'organisme maternel deux individus de la même espèce, par un étranglement qui s'accroît

de plus en plus et finit par aboutir à la séparation complète : c'est ce qu'on observe chez certains Infusoires. Si la séparation est incomplète, il se produit des colonies d'animaux qui se multiplient par division incomplète comme les Vorticelles, les colonies de Polypes (fig. 297 et 298).

La scissiparité peut se produire accidentellement : nous citerons l'exemple des Hydres ou Polypes d'eau douce qui, coupés en plusieurs morceaux, reproduisent autant d'individus qu'il y a de tronçons.

464. Bourgeonnement ou gemmiparité. — Ce second mode de reproduction consiste en ce qu'une partie de la substance de l'animal se renfle en une sorte de bourgeon qui s'accroît peu à peu et se développe de manière à prendre la forme et l'organisation de l'être duquel il dérive. Le bourgeon, une fois développé, peut rester adhérent au générateur comme dans les colonies des Coralliaires, ou bien s'en détacher comme chez l'Hydre d'eau douce.

La gemmiparité se rencontre chez les Polypes, les Bryozoaires, les Tuniciens, les Vers plats, etc.

465. Reproduction par germes. — Elle consiste dans la production de *cellules germinatives* ou *spores* qui naissent dans l'intérieur du corps ; c'est donc une *gemmiparité interne*. Ces cellules mises en liberté se développent en individus nouveaux ; ce mode de formation, qu'on observe chez les Cryptogames, se rencontre aussi chez certains Infusoires, chez les Trématodes, chez les Pucerons vivipares etc. V. PROPRIÉTÉ DE REPRODUCTION, § 22.

REPRODUCTION SEXUELLE.

466. Ce mode de reproduction est le plus général. Il a pu être constaté dans presque toute la série animale, même chez ceux dont l'organisation est la plus simple ; dans ce cas, ce n'est plus aux dépens d'une partie organisée en continuité avec la substance animale que se forme le nouvel être ; c'est grâce au concours de deux germes ou de deux éléments distincts, créés par deux individus différents ou par un seul individu chez lequel les deux sexes sont réunis, savoir : l'élément femelle ou *ovule*, l'élément mâle ou *spermatozoïde*. Ces deux éléments sont isolés pour ainsi dire à l'origine, de manière à former une individualité propre, mais qui par leur rencontre et leur union intime donnent naissance à

un nouvel être. Au fond, la reproduction sexuelle n'est qu'une forme particulière d'accroissement qui se relie à la reproduction par germes que l'on peut regarder comme en dérivant. Il existe, en effet, entre ces deux modes de génération des passages qui font disparaître les différences qui les distinguent; dans certains cas même, l'œuf peut comme la cellule germinative se développer spontanément, comme le prouvent les nombreux exemples de *parthénogénèse* dont les insectes nous fournissent des cas nombreux.

467. Œuf. — Dans la reproduction sexuelle, l'œuf pris dans son acception générale désigne le germe (*ovule*) qui doit produire l'être vivant, avec addition de parties protectrices et nutritives qui s'ajoutent à l'ovule et se forment dans l'ovaire et l'oviducte. Si l'on en excepte quelques Reptiles, cette addition de substances nutritives appartient uniquement aux espèces dans lesquelles l'évolution embryonnaire a lieu hors des organes générateurs. Ce processus de nutrition, tout en modifiant l'évolution physiologique de l'*ovule*, n'altère en rien sa valeur morphologique; c'est toujours une cellule simple comme le prouvent les phénomènes qui suivent la fécondation. Le type *proprement*

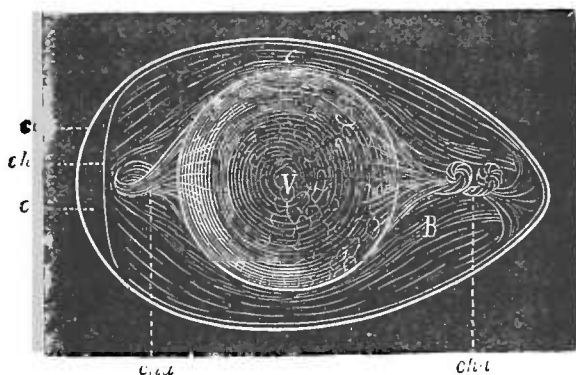


Fig. 299. — Schéma d'un œuf d'oiseau.

co, coque. — cho, chorion. — ca, chambre à air. — V, vitellus dans la membrane vitelline. — B, albumen ou blanc. — cha, cha, chalazes. — c, cicatricule.

dit est l'œuf des Oiseaux qui se compose des parties suivantes : 1° la *coque* ou *coquille* essentiellement formée de carbonate de chaux; 2° la *membrane de la coque*, pellicule mince qui revêt la face interne de la coquille; 3° le *blanc* ou *albumen* qui remplit toute la cavité périphérique excepté la grosse extrémité où il laisse un espace libre (*chambre à air*) et où pénètre l'air qui doit

servir au développement de l'embryon ; 4° le jaune, masse globuleuse jaune enveloppée d'une membrane propre et suspendue au milieu de l'albumen : cette masse du jaune est maintenue dans sa position par des ligaments albumineux (*chalazes*) ; il possède une cavité pleine d'une matière claire, pourvue d'un canal qui part d'un point de sa surface ; 5° la *cicatricule*, tache blanchâtre, adhérente à la surface du jaune qui est l'élément embryonnaire, et dans lequel l'incubation détermine un développement analogue à celui qu'on observe dans l'œuf des Mammifères.

468. Animaux vivipares et ovipares. — L'époque à laquelle s'effectue la fécondation de l'œuf et par suite son développement établit la distinction entre les animaux dits *vivipares* et les animaux dits *ovipares*.

La fécondation peut commencer après l'expulsion de l'œuf, quand, naturellement, le développement du nouvel être se fait en dehors de ses parents ; elle peut avoir lieu aussi avant l'expulsion de l'œuf, mais dans ce cas l'évolution s'arrête à la cicatricule (*Oiseaux*) : on donne à ces animaux le nom d'animaux *ovipares*. Le développement peut encore se produire pendant que l'œuf reste dans l'intérieur du corps, sans que pour cela il y ait communication entre lui et l'organisme maternel ; c'est le cas des variétés dites *ovovivipares* (*Vipère*).

Enfin l'embryon reçoit la nourriture de la mère au moyen d'un appendice de son corps fixé aux parois de la cavité, où s'opère son développement et que l'on nomme le *placenta* : ces animaux sont dits *vivipares*.

Un grand nombre d'animaux inférieurs appartenant aux Tuniciers, Bryozoaires, Annélides, Mollusques, Vers, etc., gardent aussi leurs œufs dans des organes spéciaux jusqu'à leur complet développement : ces œufs trouvent autour d'eux des matériaux de nutrition pour leur évolution ultérieure ; dans certains cas, l'embryon lui-même, qui n'est que l'œuf à un état plus avancé, s'acquitte lui-même de cette fonction : ainsi les coques renfermant la ponte de certains Mollusques (*Buccins*) contiennent un grand nombre d'œufs dont quelques-uns sont dévorés par ceux qui arrivent plus vite à l'état d'embryon. Les jeunes de la Salamandre se nourrissent d'un certain nombre d'œufs non développés. Les Salpes et plusieurs espèces de Requins présentent à leur tour une disposition vasculaire, une sorte de placentation, à l'aide de laquelle il s'établit des échanges nutritifs entre l'embryon et

la mère, et qui conduit naturellement à la placentation plus parfaite des Mammifères et à la lactation mammaire.

469. Ovule.— L'ovule, élément femelle, peut être assimilé à une véritable cellule... dont le diamètre ne dépasse pas un dixième de millimètre; mais généralement il est plus petit, et son volume n'est pas en rapport avec le volume de l'animal : l'œuf de l'Éléphant égale celui de la Taupe; celui de la Vache ne dépasse pas celui du Lapin.

Vu au microscope, l'ovule des Mammifères est constitué : 1° par

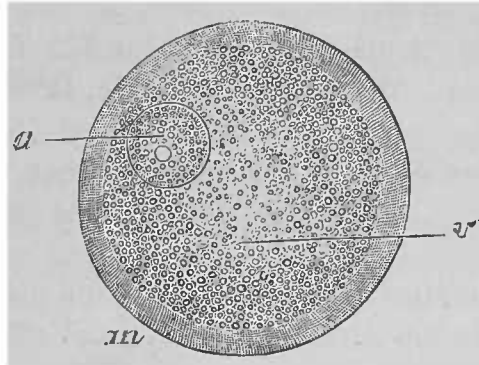


Fig. 300. — Ovule d'un Mammifère

v, vitellus. — *a*, vésicule germinative avec la tache germinative.

une membrane d'enveloppe, épaisse, transparente, la *membrane vitelline*, entourée d'une couche de cellules arrondies à laquelle

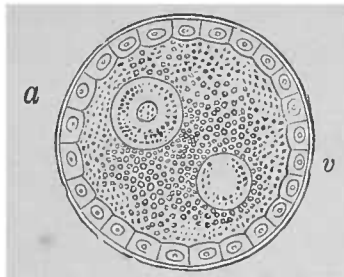


Fig. 301. — Ovule de la Poule, montrant la vésicule germinative *a*, et la vésicule embryogène *v*.

Baer a donné le nom de *disque proligère*; 2° un contenu, le *jaune* ou *vitellus*, qui sert à la fois à la formation de l'embryon (vitellus blanc ou de formation) et à sa nutrition (vitellus jaune de l'œuf des oiseaux). Tantôt ces deux parties sont mélangées comme dans l'œuf des mammifères, tantôt elles sont distinctes comme dans l'œuf de la Poule; 3° la *vésicule germinative* ou de Purkinje située au centre de l'ovule, hyaline et granuleuse qui, à la maturité de

l'œuf, se rapproche de la périphérie et finit par toucher la paroi même de la cellule ; la vésicule germinative contient elle-même dans son intérieur une tache, la *tache germinative* qui paraît être formée par un amas de granulations ; 4° dans ces derniers temps, Balbiani a trouvé une seconde vésicule, la *vésicule embryogène*, plus petite, placée à la périphérie de l'ovule. D'après Balbiani et Cl. Bernard, la vésicule germinative servirait à la nutrition de l'embryon, tandis que la vésicule embryogène serait le centre de formation de l'embryon. Mais pour que l'œuf puisse accomplir les phases diverses de son évolution, il faut qu'il subisse l'influence de l'élément mâle ou spermatozoïde (fig. 299 et 300).

L'ovule a, dans toute la série animale, la même constitution morphologique.

470. Évolution de l'œuf et développement. — Envisagée sous le point de vue le plus général, l'évolution de l'œuf présente deux périodes :

1° La *préfécondation* qui permet à l'ovule d'accomplir les premières phases de son développement : à cet effet, la vésicule embryogène pénètre dans l'épaisseur du vitellus qui l'entoure en se rapprochant de la vésicule germinative, et donne à l'œuf le pouvoir évolutif jusqu'à une certaine limite.

Le vitellus se rétracte en même temps que disparaît la tache

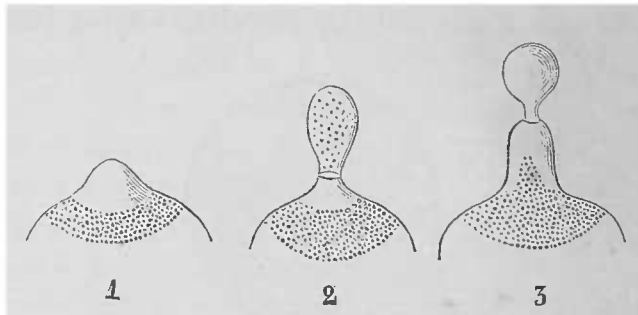


Fig. 302. — 1, 2, 3. Formation des globules polaires.

et la vésicule germinative. Ce retrait est accompagné de mouvements giratoires du vitellus : on le voit se déprimer en certains points, émettre des saillies en d'autres, puis reprendre sa forme sphérique (observations sur les Grenouilles, les Poissons, les Mollusques). Alors apparaissent, dans un des points de la périphérie du vitellus, des globules clairs, transparents, appelés *globules polaires*, qui ne tardent pas à être accompagnés de la formation du *noyau vitellin*. Peu de temps après la formation du

dernier globule polaire, on voit le centre du vitellus devenir plus foncé par l'accumulation de granulations, et, au milieu de cette partie foncée, apparaît un corps solide, arrondi, brillant : c'est le *noyau vitellin*. L'apparition du noyau vitellin est une phase nouvelle de développement qui ne commence qu'après la fécondation, mais il n'en est pas toujours ainsi, la segmentation du vitellus pouvant se montrer avant la fécondation.

2° *Fécondation*. — Le noyau vitellin accessoire s'élargit de manière à diriger une de ses extrémités vers les globules polaires; peu après, une dépression apparaît dans le sens du grand axe du noyau et au-dessous des globules polaires : Ce fait marque le début de la *segmentation*.

Cette dépression s'accroît et atteint rapidement l'extrémité opposée du vitellus, ce qui amène la division de la masse vitelline en deux globes d'abord ovoïdes, puis sphériques, contenant chacun un noyau; chaque globe se divise à son tour en deux; de là la formation de quatre globes, la division du protoplasma commençant toujours par un sillon annulaire superficiel; on donne au phénomène entier le nom de *sillonement* de l'œuf. La segmen-

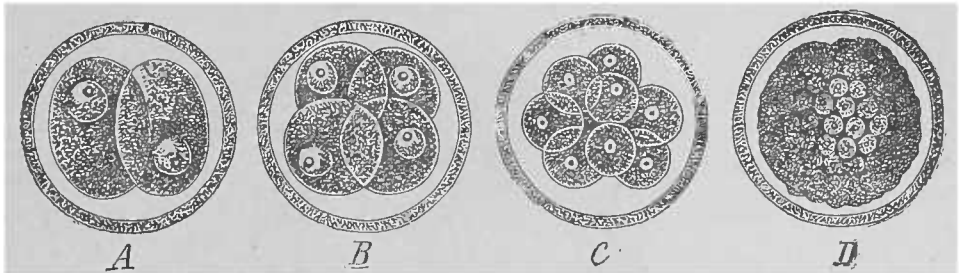


Fig. 303.

A, B, C, phases diverses de segmentation du vitellus. — D, morula.

tation continuant, la masse se divise bientôt en huit, seize, trente-deux, etc., globes : la masse de globes formés ainsi s'appelle masse framboisée ou *morula*; au centre de la morula apparaît une cavité sphérique, la *gastrula*, c'est le premier rudiment de l'intestin et de l'estomac; c'est le *progaster* et son orifice, le premier rudiment de la bouche. La double paroi qui limite cette sphère porte le nom de *blastoderme* (fig. 304). Bientôt, en un point de cette membrane, apparaît une tache arrondie et blanchâtre, la *tache embryonnaire* de Coste, l'*area germinativa* de Bischoff. Cette tache est due à une segmentation plus considérable de globules à ce niveau, cette segmentation donnant lieu à la pro-

duction de cellules dites *embryonnaires* qui diffèrent du reste du blastoderme. C'est encore à l'instant de l'apparition de cette même tache, premier vestige de l'embryon, que le blastoderme se divise en deux feuillets, l'un externe ou *exoderme*, l'autre interne ou *endoderme*. Le premier forme d'abord l'enveloppe externe du

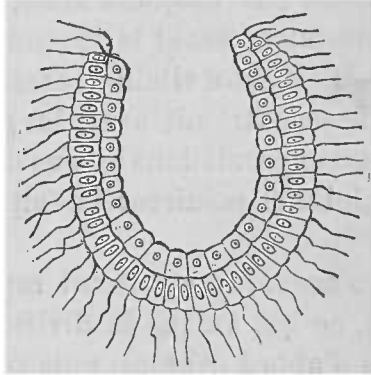


Fig. 304. — Gastrula en voie de formation montrant l'exoderme et l'endoderme.

corps, la peau avec ses dépendances (cheveux, ongles, etc.), puis le système nerveux, la portion la plus importante des organes des sens et une grande partie du système musculaire

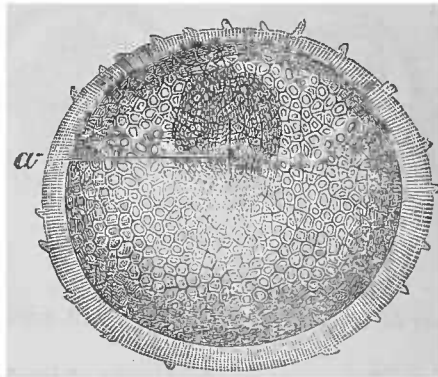


Fig. 305. — Ovule montrant la tache embryonnaire a.

(muscles du tronc et des membres) : aussi Bear lui donne le nom de *feuille animal*. Du second feuillet naissent le revêtement épithélial du tube digestif et les glandes qui en dépendent (poumon, foie, glandes salivaires, etc.), les muscles involontaires, d'où le nom de *feuille végétatif*.

De ces feuillets ainsi superposés naîtront donc par multiplication cellulaire et par différenciation tous les organes. Telle est en résumé l'évolution embryonnaire de tous les êtres vivants depuis l'Éponge jusqu'à l'Homme.

Les phénomènes que nous venons de décrire ont été observés chez les Oiseaux, les Mammifères, les Reptiles, les Poissons et les Invertébrés. Tous ces animaux, à quelque type qu'ils appartiennent, passent par cette forme animale à laquelle Hœckel donne le nom de *gastrula*. Partout dans le règne animal, depuis l'Éponge jusqu'à l'Homme, les parois de cette cavité donnent naissance aux mêmes organes. Partant de cette homologie des feuilletts blastodermiques dans tous les groupes zoologiques, Hœckel a émis la théorie de la *gastrula* et de la *gastrœa* pour établir l'arbre généalogique du monde animé. Pour lui la *gastrula* est une larve qui a donné naissance, à une époque très reculée, à un type primitif, la *gastrœa*, ayant servi de souche à tous les autres types zoologiques.

MÉTAGÉNÈSE OU GÉNÉRATIONS ALTERNANTES. PARTHÉNOGÉNÈSE.

471. Métagénèse. — Ce mode de reproduction consiste dans l'alternance régulière d'une génération sexuelle avec une génération produite par voie asexuelle : ainsi A, animal sexué, engendre B qui ne ressemble pas A : à son tour, B engendre C qui reproduit la forme et l'organisation de l'animal sexué A, ou qui se reproduit encore asexuellement, mais dont les descendants finiront par revenir au type positif : ce mode particulier d'évolution porte le nom de métagénèse (de $\mu\epsilon\tau\acute{\alpha}$, alternativement et $\gamma\acute{\epsilon}\nu\epsilon\sigma\iota\varsigma$, génération).

Le règne animal fournit de nombreux exemples de générations alternantes. L'auteur de cette remarquable découverte est le naturaliste Stenstrup qui la signala chez les Polypes, les Trématodes, les Tænia. Ainsi, les Méduses pondent des œufs d'où naissent des larves qui prennent en se développant la forme d'un Polype. Ce Polype à son tour se reproduit par bourgeons et forme pendant quelque temps une agrégation d'individus qui se séparent et prennent la forme de Méduses. La Méduse a donc pour descendants directs des Polypes qui ont à leur tour pour descendants des Méduses ; la génération alterne ainsi de telle sorte que les nouveaux êtres ne ressemblent pas à leurs parents, mais à leurs grands-parents.

Considérons, par exemple, la Méduse bien connue sur nos

côtes et qu'on nomme *Medusa aurita*, qui se présente sous la forme d'un disque bombé pourvu en dessous de quatre bras et marqué en dessus d'un nombre égal de quatre cercles violets. La reproduction a lieu de la manière suivante : de l'œuf *c* éclot un petit animal *b* qui nage dans la mer à l'aide de ces cils vilvatèles et finit par s'attacher par un pédicule aux corps sous-marins et prendre la forme *a* : *a*, alors forme par bourgeonnement une

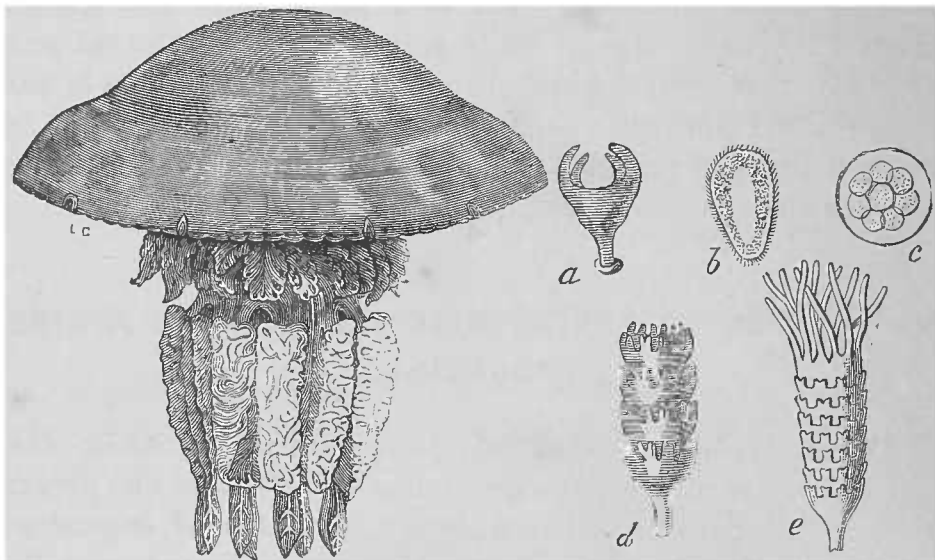
Fig. 306. — *Medusa aurita*.

Fig. 307. — Formation de la Méduse.

série de nouveaux individus, disposés en colonne formant une association de polypes à bras très courts (*d* et *e*) qui finissent par se séparer, flottent librement dans la mer et se transforment en Méduses véritables. Il est probable que toutes les Méduses se forment de la même manière ; seulement on ne connaît pas les états intermédiaires entre l'œuf et l'individu parfait.

— On donne le nom de *scolex* à la première génération qui se reproduit asexuellement ; le *scolex* est donc une larve. Le *scolex* peut se montrer sous deux états : pourvu de cils vibratiles, et alors il porte le nom de *proto-scolex* ; ou il a perdu ses cils et on le nomme *deuto-scolex* ; dans ces deux cas, les animaux sont asexués. Si donc ils se reproduisent, c'est toujours par scissiparité ou gemmiparité.

L'état *strobilaire* est un *scolex* polypiforme, ou un animal parfait, mais composé d'organismes multiples de manière à former une véritable chaîne (*strobile*).

Enfin, à l'état *strobilaire* succède l'état *proglottidien* qui est

celui où chaque anneau de la chaîne formée par le strobile se sépare : chacun des anneaux est un *proglottis*.

En Allemagne, les trois termes de scolex, strobile, proglottis sont remplacés par les mots nourrice, grand'nourrice, animal sexué.

— Les Salpes, Tuniciers nageants, se montrent dans la mer tantôt en individus isolés, tantôt en longs rubans ou chaînes composées d'individus semblables réunis bout à bout. Chamisso, le

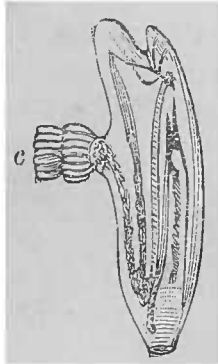


Fig. 308. — Salpe (forme asexuelle).

c, chaîne embryonnaire en voie de sortie.

premier, reconnut que chaque individu solitaire (*scolex*) reproduit des individus *agrégés* ou chaînes (*proglottis*), et chacun de ceux-ci produit à son tour un individu solitaire, à l'aide d'un œuf fécondé. Les individus agrégés naissent par bourgeons sur un stolon prolifère ; parvenus à leur maturité, ils s'échappent par un orifice spécial en forme de chaîne. Cette disposition est évidemment une génération alternante puisque les formes ainsi pourvues d'organes prolifères sont toujours asexuelles. En résumé, la reproduction des Salpes est donc sexuelle et asexuelle, le premier mode donne naissance à des Salpes solitaires, le second à des Salpes agrégés ou chaînes. Un autre exemple non moins remarquable de génération alternante nous est fourni par les *Pyrosomes* dont le corps de consistance gélatineuse a la forme d'une pomme de pin. Leur surface est parsemée d'une multitude de petites saillies représentant chacune un individu : Les *Pyrosomes* sont donc des colonies de Tuniciers (*Ascidies composées*). Chaque individu produit un œuf qui se transforme en un embryon imparfait, lequel donne naissance par bourgeonnement à un petit groupe de quatre individus qui sert à accroître la colonie.

472. Parthénogénèse. — Les phénomènes de métagénèse ont

été aussi observés chez beaucoup d'insectes qui pondent des œufs, dont les uns se développent après fécondation et les autres sans fécondation : la reproduction par œufs non fécondés porte le nom de *parthénogénèse* (de *παρθένος*, vierge, et *γένεσις*, génération). Ce mode de génération est toujours en rapport avec la faculté sexuelle des animaux qui naissent, car toujours les œufs fécondés donnent naissance à des œufs d'un autre sexe que les œufs non fécondés.

La reproduction des Pucerons (Aphides) peut se rapporter à la parthénogénèse, bien qu'elle se rapproche de la génération nommée *hétérogonie alternante* ; elle a été étudiée au siècle

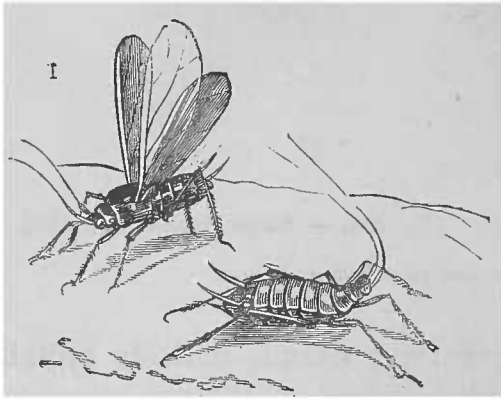


Fig. 309. — Pucerons du rosier, male et femelle, grossis.

dernier par Réaumur et Bonnet. Outre les femelles, en général aptères, qui apparaissent seulement en automne en même temps que les mâles ailés et pondent des œufs fécondés, il a des générations vivipares, le plus souvent ailées, qui se montrent au printemps et en été sans le concours des mâles : on regarde les Pucerons asexués comme les larves des Pucerons sexués. D'après l'observation de Balbiani, les derniers Pucerons vivipares formés par génération asexuée sont tellement abâtardis, qu'ils n'ont même plus de canal intestinal ; c'est alors, au début de l'hiver, qu'apparaissent des mâles et des femelles qui donneront des œufs fécondés. Il y a là un fait général d'une haute importance pour la conservation de l'espèce, la génération asexuée allant constamment en décroissance, l'espèce finirait par disparaître s'il n'y avait pas alternance entre les générations agames et les générations sexuelles.

Ce mode de reproduction est limité à un certain nombre

d'insectes, tels que les *Psyches*, *Chermes* et un grand nombre d'Hyménoptères (*Abeilles*, *Cynips*, *Guêpes*, *Tenthrides*, etc). Tandis que chez tous les *Cynips* les formations pathénogéniques ne renferment que des femelles, il semblerait que chez les *Chermes* il peut se produire indistinctement des mâles et des

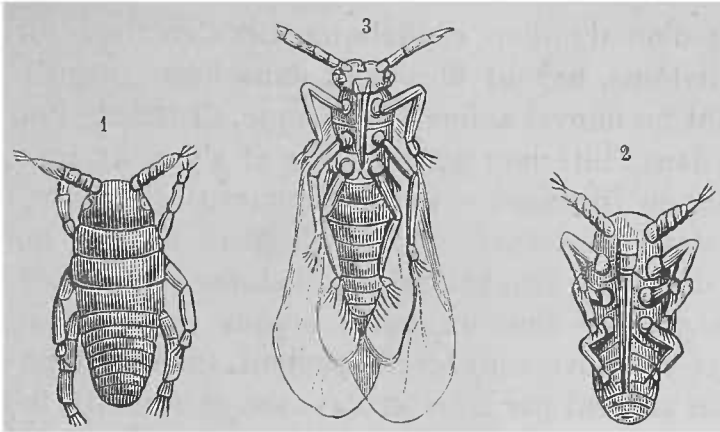


Fig. 310. — *Phylloxera*.

1. Ph. aptère vu en dessus. — 2. Ph. aptère vu en dessous. — 3. Ph. Ailé.

femelles ; chez les *Abeilles* qui vivent en colonies, l'œuf fécondé est toujours femelle ; l'œuf non fécondé est mâle.

Dans le *Phylloxera*, après des générations ailées et aptères, il survient une génération de mâles et de femelles, ces derniers ne donnant qu'un seul œuf d'hiver.

473. Métagénèse chez les vers. Migrations. -- Un grand nombre de Vers parasites présentent le phénomène de la métagénèse avec métamorphoses compliquées en passant d'un organisme dans un autre ; on donne à ces passages successifs le nom de *migrations*. Ce cas s'observe chez les Trématodes et les Cestoïdes qui peuvent d'ordinaire, à l'état de larve, se reproduire par voie agame avec métamorphoses, sorte de génération alternante qui est souvent caractérisée par le milieu où vivent les individus issus les uns des autres, ainsi que par l'alternance de la vie parasite et libre :

1° Trématodes. — La plupart des Trématodes sont ovipares. Les jeunes éclos présentent tantôt la forme de leurs parents ou bien le phénomène de la génération alternante avec métamorphose : dans le premier cas, les œufs se fixent dans le milieu habité par l'individu qui les a produits et s'y développent ; dans le second cas, les œufs relativement petits laissent échapper des

embryons contractiles, à cils vibratiles (*protoscolex*), qui cherchent à se fixer sur le corps d'un autre animal, d'un mollusque par exemple ; là, ils se transforment en sacs tubuleux (sacs *germinatifs*, *porocystes*) qui, par bourgeonnement, donnent naissance à des *Cercaires*, ou bien à une nouvelle génération de sacs à germes d'où proviendront les *Cercaires* munis d'un appendice caudal ou d'un aiguillon céphalique. Les *Cercaires* sortent de leurs habitations, nagent librement dans l'eau jusqu'à ce que rencontrant un nouvel animal (Mollusque, Crustacé, Poisson) ils pénètrent dans l'intérieur de son corps et s'y enkystent. Là, ils se changent en *Distomes* enkystés dépourvus d'organes sexuels. Si ces kystes sont transportés avec la chair de leur hôte dans l'estomac de tout autre animal, le *Distome* débarrassé de son enveloppe pénètre dans un autre organe (foie, intestin, vessie, etc.) et y achève son développement. On voit donc que les *Trématodes* passent par trois stades : sac germinatif, forme enkystée, animal sexué ; c'est ce qui se passe chez les Canards et les autres Palmipèdes qui se nourrissent de Poissons pouvant contenir des *Cercaires*. On ignore encore par quelle voie ils arrivent chez l'Homme et chez les Herbivores.

2° *Cestoïdes* ou *Vers rubanés*. — Chez ces Vers, l'œuf au moment de la ponte contient un embryon tout formé, de forme globuleuse, présentant à sa partie antérieure six pointes, d'où le nom d'*Hexacanthé* qu'on lui donne (*Tænia*) ; quelquefois l'œuf se développe seulement dans l'eau (*Bothriocéphale*). La transformation de l'embryon en Ver rubané n'a jamais lieu dans le tube

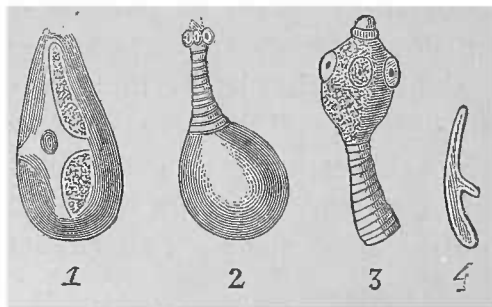


Fig. 311. — Cysticerque.

1, animal dans son empoule. — 2, animal développé. — 3, tête et cou isolé. — 4, crochet.

digestif de l'animal qui lui sert d'hôte. D'ordinaire, on observe une métamorphose compliquée, liée à des phénomènes de génération alternante. Pour cela, les différentes formes provenant

les unes des autres ont besoin de milieux différents qu'ils trouvent, soit par migrations actives, soit par migrations passives. L'Hexacanthe arrivé dans ce nouveau milieu sort de son enveloppe détruite par le suc gastrique, s'enkyste et se transforme en une vésicule qui, sur sa paroi interne, donne naissance à un *Cysticerque* ou à plusieurs bourgeons creux (*Cœnure*) formés d'une poche plus ou moins allongée que l'on nomme le corps, et d'une partie tubuleuse (cou) un peu renflée en tête de *Tænia*. Si l'Hexacanthe se développe dans un milieu qui n'est pas pro-

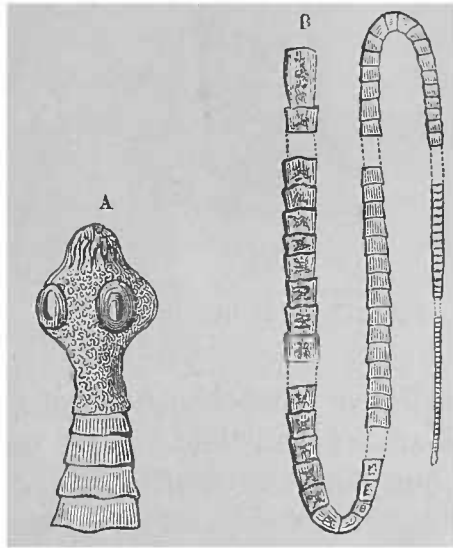


Fig. 312. — Ténia.

A, tête et cou. — B, anneaux.

pice, la tête n'apparaît pas et il se forme ce qu'on appelle un *Acéphalocyste*; c'est un monstre par arrêt de développement. Il peut aussi arriver (*Echinocoque*) que la vésicule produise sur sa face interne des vésicules filles ou même petites-filles, et que les têtes de *Tænia* apparaissent de ses capsules secondaires : dans ce cas, la vésicule primitive peut atteindre un volume énorme. Enfin le ver cystique en passant dans le tube digestif d'un autre animal se transforme en un ver rubané sexué. Ce transport a lieu ordinairement au moyen des aliments et particulièrement dans le cas de viandes atteintes de la ladrerie. En résumé, les différents stades de développement d'un Ver rubané sont : l'*embryon protoscolex*, le *ver cystique (deutoscolex)*, le ver rubané (*strobile*) et le *proglottis* ou individu sexué ; le développement des vers rubanés est donc une génération alternante avec métamorphose.

Comme exemples de migrations, nous citerons : 1° dans le groupe des Trématodes, la Douve du foie (*Fasciola hepatica*) que l'on rencontre dans le foie de l'homme et qui pénètre quelquefois dans l'intestin par la voie des canaux biliaires. Ce Distome a environ 1 ou 2 centimètres de longueur sur 6 ou 12 millimètres de largeur. Sa forme est celle d'une feuille de myrthe.



Fig. 313. — Douve du foie.

Une autre espèce, la Douve lancéolée (*Fasciola lanceolata*), plus petite que l'autre, vit aussi dans le foie. On cite une autre espèce, la *Fasciola ocularis*, que l'on a rencontrée plusieurs fois dans le cristallin de l'Homme; 2° le *Tænia solium* ou Ver solitaire, le type des Helminthes Cestoïdes rubanés, se présente sous la forme d'un long ruban de couleur blanchâtre; il se compose de la tête, du cou qui sont identiques à ceux du Cysticerque et d'une série d'anneaux à peu près semblables qui portent les organes de la génération. La tête est constituée par une trompe ou proboscide entourée d'une double couronne de crochets dont le nombre est de 15 ou 16, et au-dessous de ces crochets, quatre saillies ou ventouses nommées *oscules*.

Lorsqu'un œuf de *Tænia* pénètre dans le tube digestif d'un homme, il arrive le plus souvent que cet œuf ne se développe pas, ce qui indique que ce milieu n'est pas favorable à la production de l'Hexacanthé, tandis qu'au contraire, s'il arrive dans le tube digestif du porc, l'embryon apparaît facilement. Cependant il arrive aussi que l'œuf éclôt dans le tube digestif de l'homme; l'Hexacanthé alors perce la muqueuse digestive et se rend soit dans une glande, soit dans le cerveau où il prend la forme vésiculeuse (*Cysticerque*).

Le tube digestif de l'homme est un milieu favorable pour le développement du Cysticerque en Ver rubané. On peut donc dire que le Ver solitaire provient chez l'homme du Cysticerque du tissu cellulaire (*Cysticercus cellulosæ*) qui se trouve dans la chair du Porc dite *ladrique* : l'expérience directe le confirme. Il existe plusieurs espèces de *Tænia* : le *Tænia inerme* qui se rencontre

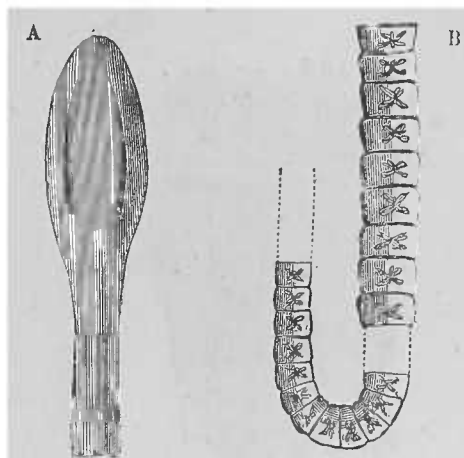


Fig. 314. — Bothriocéphale large.

A, tête et cou. — B, anneaux.

chez l'homme et qui n'a pas de crochets ; le *Tænia cénure* qui pénètre dans le cerveau du mouton et y produit au bout de peu de temps la maladie connue sous le nom de *tourgis*. V. VERS.

Le *Bothriocéphale* est un Ver rubané qui se rencontre aussi dans l'intestin de l'homme, en Russie, en Suisse, etc. Cet Helminthe a une tête sans proboscide, et à la place des oscules se trouvent deux sillons longitudinaux parallèles. Les auteurs ne sont pas bien d'accord sur la voie employée par ce Ver pour pénétrer dans l'intestin de l'homme. Comme les œufs se développent dans l'eau, on pense que les Herbivores en buvant l'eau dans laquelle se trouvent des larves de Bothriocéphales peuvent les communiquer à l'homme.

3° Le groupe des Nématoïdes offre aussi un exemple de migration qu'il est intéressant de connaître : c'est la Trichine (*Trichina spiralis*), qui a été observée dans les muscles de l'homme. La Trichine pénètre dans le corps de l'homme soit avec les aliments, soit avec les boissons : à ce moment, elle est encore contenue dans l'œuf, ou elle vient d'en sortir. Sa longueur à cette période ne dépasse pas un vingtième de millimètre, et elle ressemble à ce

qu'elle sera à l'état adulte. Parvenue dans l'intestin, elle grandit rapidement, et finit par atteindre une longueur de un à deux millimètres.

Une fois écloses, les petites Trichines traversent l'intestin, s'engagent très probablement dans les vaisseaux et se rendent particulièrement dans les muscles où elles déterminent la trichinose

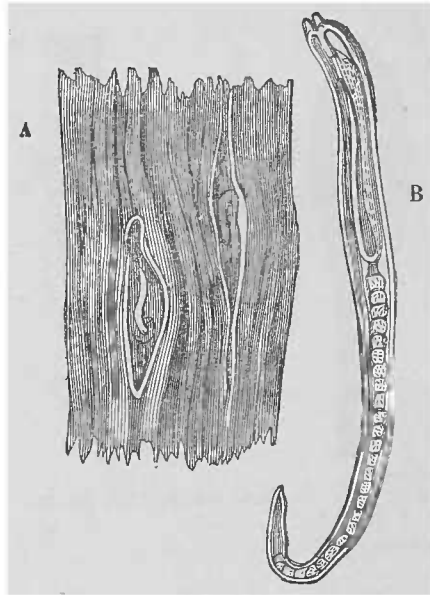


Fig. 315.

A, trichine (*Trichina spiralis*). — B, chair avec Trichines dans leurs capsules.

muscleuse; ce sont les muscles striés, les muscles du pharynx qui sont le siège d'élection de ces animalcules; là, elles finissent par s'enkyster et produisent la dégénérescence graisseuse de ces organes.

Les accidents produits par la trichinose sont généralement graves.

DÉVELOPPEMENT. MÉTAMORPHOSES.

474. L'étude de la reproduction sexuelle montre que tout organisme a pour point de départ une cellule. La cellule-œuf (ovule), avant et après la fécondation, passe par une série de modifications dont le résultat final est la formation de l'embryon. Ces modifications consistent en une multiplication de cellules qui se fait aux dépens du vitellus dont l'ensemble constitue l'ébauche du corps de l'animal. Ces cellules ne sont semblables et homo-

gènes que dans les premières phases de développement de l'organisme, et présentent toutes les propriétés qui caractérisent la cellule. Dans les états postérieurs, la plus grande partie des éléments cellulaires subissent des transformations dans leur forme et leurs manifestations vitales, qui amènent par différenciation de nouvelles formations de diverses natures, qui sont les tissus et plus tard, par division du travail, la formation des organes et la division des fonctions.

— Dans tous les cas, les animaux présentent dans les premières phases de leur évolution des degrés de développements très inégaux si on les compare aux formes qu'ils revêtent à l'état adulte, alors qu'ils possèdent des organes sexuels.

Plus l'animal au sortir de l'œuf ressemble à l'individu sexué, plus la durée et la complexité du phénomène de développement seront grandes; plus aussi l'œuf devra avoir à sa disposition une plus grande masse de vitellus nutritif (*Oiseaux*) ou bien rester en communication avec le corps de la mère qui lui fournit les matières nutritives nécessaires à son évolution (*Mammifères*).

Mais les animaux ne présentent pas toujours le phénomène du développement *direct*. Chez un très grand nombre le développement est court et rapide; le nouveau-né vis-à-vis de l'animal adulte représente une *larve* dont le développement libre n'est qu'une métamorphose, qu'un simple accroissement et un perfectionnement des organes sexuels. Les animaux à métamorphoses proviennent d'œufs relativement petits et se procurent eux-mêmes leurs éléments nutritifs pour arriver à un degré supérieur d'organisation: le développement ou l'accroissement d'un animal, ses métamorphoses sont donc liés à la métagénèse, aux générations alternantes et semblent se confondre. Les Trématodes et les Cestoïdes sont des exemples remarquables de développement libre avec métamorphoses, il en est de même des jeunes Crustacés qui, après leur éclosion, possèdent rarement la forme qu'ils auront à l'état adulte: on observe presque toujours une métamorphose assez compliquée qui, chez ceux qui doivent mener une vie parasitaire, est une métamorphose régressive. Le point de départ des Crustacés inférieurs (*Cirripèdes*) est la forme larvaire nommée *Nauplius* portant trois paires de membres, et chez les Crustacés supérieurs la forme de *Zoea* portant déjà sept paires de membres.

Chez les Cirripèdes, la larve (*Nauplius*) est ovale ou pyriforme,

munie d'un œil frontal et de trois paires de membres : après avoir subi plusieurs mues, elle passe à l'état de nymphe ou *Cypris*,

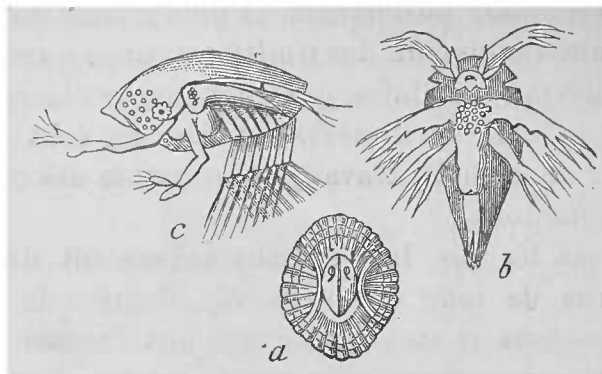


Fig. 316. — Formation de la Balane.

a, balane adulte. — *b*, larve nauplienne. — *c*, larve cyprienne ou cypris.

elle se transforme, se dégage de ses enveloppes testacées et devient animal libre.

Chez les Décapodes marins, on observe également des métamorphoses analogues : les larves désignées sous le nom de *Zoea* possèdent 7 paires d'appendices et portent une longue queue

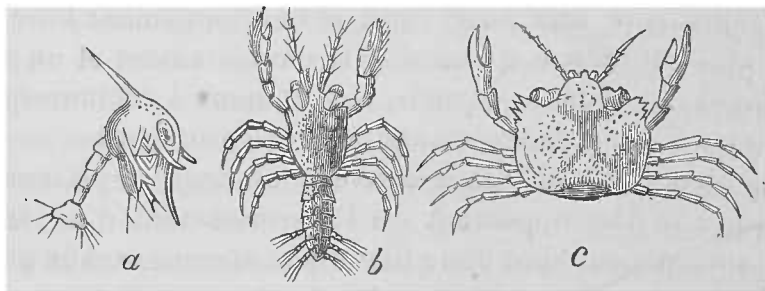


Fig. 317. — Formation du Crabe.

a, état de Zoea. — *b*, état intermédiaire. — *c*, état parfait.

mais sans appendices ; les autres organes sont rudimentaires ou manquent. La Zoé en se transformant revêt la forme définitive. Chez le Crabe, la larve affecte une nouvelle forme avant de prendre l'état définitif. Des métamorphoses s'observent aussi chez quelques Poissons : ainsi le Polyptère dans le jeune âge a des branchies externes qui disparaissent plus tard, il en est de même du jeune Requin ; chez les Lophobranches (Hippocampe), ces branchies sont persistantes.

— On donne plus spécialement le nom de *métamorphoses* aux changements que certains animaux (les Insectes, les Batraciens, les Mollusques, les Ascidies et quelques Poissons) subissent dans le cours de leur développement, et qui fait que ces êtres passent par des stades successifs caractérisés par des modifications dans leurs formes, leurs organisations et leurs mœurs, très différentes de celles de l'animal adulte. Chez les Insectes, les Aptères qui sont en partie parasites, privés d'ailes, sont les seuls qui sortent de l'œuf à l'état parfait. Chez les autres, il y a divers degrés de métamorphoses, ce qui justifie les dénominations ordinaires de métamorphose *incomplète* et *complète* : dans le premier cas, le passage de la larve à l'état d'insecte parfait présente un certain nombre de phases marquées par le renouvellement des téguments et l'apparition des ailes (*Hémiptères*); la métamorphose complète est caractérisée par l'état de *nymphé* pendant lequel la larve ne prend pas de nourriture et finit par se transformer en insecte ailé, ce qui correspond aux trois états de larve, de nymphé et d'animal parfait. On distingue sous le nom d'*hypermétamorphose* un mode de développement qui dépasse encore la transformation complète par le nombre de formes de larves. On l'observe chez les *Sitaris* et les *Meloe*, etc., qui, avant d'arriver à l'état de nymphé, passent par plusieurs formes larvaires caractérisées par une simple mue sans changements de viscères (V. INSECTES).

La plupart des Amphibiens, à la sortie de l'œuf, subissent des métamorphoses plus ou moins marquées. Au début, les petits sont dépourvus d'organes respiratoires et possèdent une longue queue au moyen de laquelle ils nagent; des branchies externes apparaissent qui font place à des branchies internes; plus tard se montrent les membres dont l'apparition coïncide avec celle des sacs pulmonaires. Enfin la respiration branchiale cesse complètement par suite de l'atrophie des branchies et de leurs vaisseaux; la queue se raccourcit et disparaît complètement du moins chez les Batraciens, et le dernier terme de ces transformations est l'adaptation de l'animal à la vie terrestre (V. BATRACIENS).

Toutes ces transformations, tous ces changements sont autant d'exemples de l'influence du milieu sur les êtres organisés et de l'adaptation à des conditions nouvelles d'existence.

RÉGÉNÉRATION. GREFFE. REPRODUCTION APRÈS SCISSION.

475. La régénération est la reproduction d'une partie détruite chez les êtres organisés, elle n'est qu'un cas particulier de l'accroissement; seulement l'accroissement succède à la perte de substance et se localise en un point pour remplacer la partie perdue par l'organisme. A l'état normal, cette génération est un phénomène continu pour certains éléments anatomiques, cellules épithéliales, globules sanguins, etc., et elle n'est qu'une forme de la nutrition; mais la régénération peut être portée plus loin et aboutir à la reproduction d'organes (régénération du cristallin et des nerfs) et de membres entiers, par conséquent être identique aux phénomènes de développement de l'organisme comme chez l'embryon. Chez les animaux inférieurs, la puissance réparatrice est considérable: on sait en effet qu'un fragment d'Hydre d'eau douce peut facilement reproduire un nouvel animal. Tout le monde connaît les faits de reproduction de la queue, d'un membre, d'un œil, chez la Salamandre aquatique (Triton); il en est de même des pinces et des pattes d'Écrevisse ou de Crabe.

Chez certaines Actinies (Étoiles de mer), chaque bras peut reproduire un animal entier. Les Lombrics auxquels on enlève la partie postérieure du corps la refont facilement et continuent à vivre. Certains Mollusques, tels que les Colimaçons, réparent leurs organes mutilés ou enlevés.

Cette faculté de régénération se montre aussi parfois chez l'homme à l'état de fœtus; ainsi Simpson cite l'exemple de la reproduction incomplète d'un membre à la suite d'une amputation spontanée, et chez un enfant la reproduction d'un doigt surnuméraire après son amputation. Chez l'homme adulte, la régénération n'est pas aussi active, mais elle est encore assez prononcée pour réparer les pertes de substance, pour déterminer la rénovation des os, etc.

A la régénération se rattache le phénomène de la *transplantation organique* ou *greffe*. Quand un élément anatomique, une cellule, est détachée d'un organisme, elle continue à vivre pendant quelque temps; elle peut même se multiplier et conserver toutes ses propriétés vitales; si on la met en contact avec un

autre organisme, elle pourra s'y fixer et devenir désormais partie intégrante, elle sera greffée comme un bourgeon se greffe sur une plante.

Cette persistance de la vie d'un élément détaché et cette propriété de transplantation a lieu aussi pour des lambeaux de tissus et organes ; elle montre la possibilité de la transplantation des parties d'un animal sur un autre où elle continuera à vivre.

Les expériences de greffe animale étudiée avec soin par P. Bert trouvent aujourd'hui leur application à la chirurgie épidermique : telles sont les greffes épidermiques pour la cicatrisation des plaies, les greffes périostiques pour la régénération des os ; essais de transplantation de la cornée, etc.

MOEURS, INSTINCT, INTELLIGENCE

476. On donne ordinairement le nom d'instinct à un mode d'activité cérébrale qui porte un animal à accomplir un acte sans avoir la notion du but qu'il se propose, à employer des moyens qui sont toujours les mêmes sans connaître le rapport entre eux et le but : ainsi le Coucou qui dépose ses œufs dans le nid d'autres oiseaux, et l'Oiseau qui fait son nid exécutent des actes *instinctifs*. Chaque animal naît avec des organes qui, à mesure qu'ils se développent, le portent par une sorte d'impulsion intérieure à des actions non réfléchies dans un but qui semble déterminé, mais qui n'est qu'un but de conservation individuelle et d'espèce.

Les caractères de l'instinct sont les suivants : 1° il est inné, antérieur à toute éducation : ainsi le Ver à soie n'apprend pas à faire son cocon, l'Araignée sa toile, l'Oiseau son nid et le Castor son habitation ; 2° il ne fait jamais de progrès, c'est-à-dire qu'il est uniforme, invariable : l'Araignée fait toujours sa toile de la même manière, le premier comme le dernier jour ; elle ne fait jamais mieux ; 3° il est toujours particulier et appliqué à un fait spécial ; il n'est donc pas l'intelligence qui est un fait général comme nous le voyons : la raison, dit Descartes, est un instrument universel.

On trouve l'instinct développé d'une façon admirable chez les Insectes, les Oiseaux et quelques Mammifères. Quelques exem-

ples, dans ces différents groupes, nous permettront de mieux saisir le trait caractéristique des actes instinctifs.

Les Hyménoptères sont de tous les insectes ceux dont le genre de vie, les mœurs, les instincts et même l'intelligence sont le plus développés. Ils mettent tout en œuvre pour assurer la conservation et l'éducation de leurs larves. La plupart des femelles se contentent de choisir un lieu convenable pour y déposer leurs œufs où les larves écloses puissent y trouver une nourriture appropriée. Les *Cynips*, par exemple, à l'aide de leur tarière, percent les tissus des plantes pour pondre ; certains déposent leurs œufs dans la cavité viscérale d'autres insectes. D'autres espèces pénètrent dans les nids des Abeilles, des Guêpes et y laissent leurs œufs. Enfin quelques femelles Hyménoptères construisent des demeures pour leurs descendants et y déposent une nourriture appropriée : tels sont les Hyménoptères fouisseurs qui creusent dans le sol des galeries séparées en compartiments spacieux dans lesquels ils déposent leurs œufs et, à côté, des Insectes qu'ils ont paralysés en les piquant de leur aiguillon mais vivant encore. Les *Mégachiles* ou *Coupeuses de feuilles* coupent des fragments de feuilles et les emploient à la construction de leurs nids qu'elles établissent dans la terre, le sable, les vieux troncs d'arbres. Une espèce de ce genre, la *Mégachile centunculaire*, que l'on trouve dans les jardins des environs de Paris, pratique souvent dans les avenues un long tube cylindrique dans lequel elle apporte des fragments de feuilles de ronces pour construire son habitation.

La *Xylocope violette* (*Xylocopa violacea*) ou Abeille perce-bois construit son nid dans le bois mort pour y établir sa progéniture après y avoir entassé du pollen et du miel.

Enfin les espèces du genre *Chalicodome* construisent sur la muraille des nids faits d'un mortier très dur ; une espèce de *Chalicodome des murs* nommée *Abeille-maçonne* par Réaumur forme sa demeure avec un mélange de terre et de gravier ; il n'est pas rare de voir ces sortes de nids le long des murs aux environs de Paris (fig. 328).

Les larves de Fourmi-lions (*Myrmeleo* de l'ordre des Névroptères) se construisent chacune une sorte d'entonnoir dans le sable, elles se placent au fond du trou, l'abdomen enfoncé dans le sable, la tête en dehors, attendant qu'un insecte vienne se glisser le long des parois de cet entonnoir ; dès qu'elles s'aperçoivent de sa présence, elles lui jettent du sable avec la tête pour

l'étourdir et le faire tomber au fond du précipice et s'en emparer. Les larves de la *Réduve masquée* (*Reduvius personatus*) de l'ordre des Hémiptères, qui vit dans nos habitations et s'attaque principalement à la punaise des lits, se couvre de poussière pour

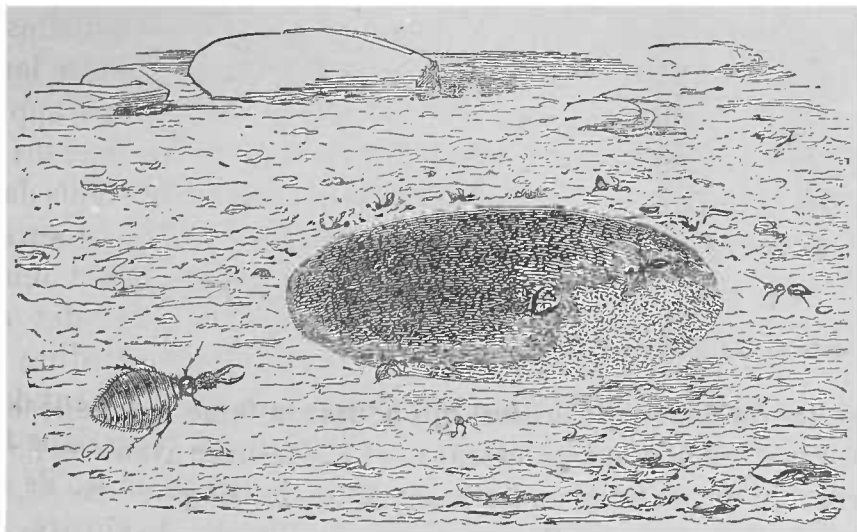


Fig. 318. — Larve de Fourmi-lion et son nid.

mieux se cacher à ses ennemis et tromper ses victimes; de même les larves des Phryganiens ayant la plus grande partie de leur corps d'une consistance molle seraient facilement dévorés si elles ne se protégeaient contre leurs ennemis en construisant des

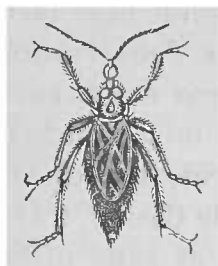


Fig. 319. — Réduve.

étuis soyeux qu'elles couvrent de fragments de bois, de grains de sable, de petits coquillages, etc. (fig. 319 et 320).

Les *Polyergues roussâtres* nommées par Huber *Fourmis Amazones* et *légionnaires* à cause de leurs mœurs guerrières, étant incapables de construire des nids et de soigner leurs larves, enlèvent les larves ou les nymphes des *Fourmis noir-cendrées* pour en faire des esclaves qui prendront soin de leurs propres larves. La *Fourmi*

sanguine enlève les larves et les nymphes de la *Fourmi mineuse* pour se faire aider dans ses travaux.

Parmi les Oiseaux, il est intéressant de signaler l'instinct

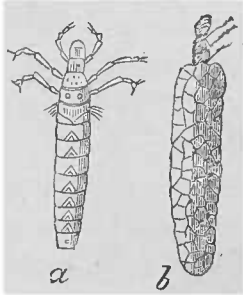


Fig. 320.

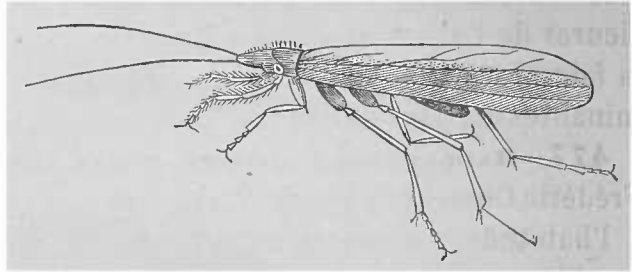


Fig. 321. — Phrygane

a, Larve de Phrygane. — b, larve dans son étui.

singulier du Coucou (*Cuculus*) qui pousse la femelle à déposer ses œufs dans le nid d'autres oiseaux, et à s'assurer avant de l'abandonner qu'on va en prendre soin. Elle choisit pour ce dépôt le nid de la Fauvette, du Rouge-gorge, du Bruant, de la Grive, etc. Quelques naturalistes expliquent la cause immédiate de l'instinct du Coucou en ce que la femelle ne pond ses œufs qu'à des intervalles de deux ou trois jours, de sorte que, si elle venait à couvrir elle-même, ses premiers œufs resteraient abandonnés, ou bien il y aurait des œufs et des oiseaux de différents âges ; de plus le Coucou une fois éclos chasse du nid les petits de ses parents nourriciers afin de pourvoir plus facilement à sa nourriture.

Parmi les Mammifères, l'observation de F. Cuvier sur l'instinct d'un jeune Castor n'est pas moins curieuse. Ayant placé l'animal dans une cage grillée et lui ayant fourni de la terre, de la paille et des branches d'arbres, Cuvier vit le jeune animal bâtir et construire sa cabane ; le Castor travaillait de lui-même et sans l'avoir appris, sans but et sans utilité : son travail n'était donc que l'effet d'une impulsion instinctive.

Ces divers exemples, que nous pourrions multiplier indéfiniment, montrent d'une manière évidente que les actes accomplis par ces divers animaux sont innés, antérieurs à toute éducation, aveugles et limités à un seul ordre de faits, la conservation de l'individu et de l'espèce, et non le résultat d'actions combinées, réfléchies, modifiables à la volonté de l'animal. Néanmoins aucun des caractères de l'instinct n'est général, et selon la pensée de Pierre Huber, on peut constater fréquemment, même chez

les êtres inférieurs, l'intervention de la réflexion et de la pratique (V. SOCIÉTÉS ANIMALES). Quant à la localisation des centres nerveux instinctifs, tout ce qu'on peut dire à ce sujet, c'est que ces centres doivent évidemment être placés au-dessus des centres automatiques et par conséquent dans les parties supérieures de l'axe nerveux. — Pour ne parler que des animaux, la faim, la crainte, l'amour maternel, etc., sont les causes déterminantes les plus puissantes des actes instinctifs.

477 Rapport de l'instinct et des habitudes. — Condillac, Frédéric Cuvier et d'autres métaphysiciens ont comparé l'instinct à l'habitude, comparaison qui donne une notion exacte des conditions qui président à l'exécution de tout acte instinctif. Combien d'actes habituels n'exécutons-nous pas sans l'intervention de notre volonté! « La réflexion, dit Condillac, veille à la naissance des habitudes, mais à mesure qu'elle les forme, elle les abandonne à elles-mêmes. » Cette remarque est vraie dans une foule de cas : la marche, la parole, l'écriture, etc., actes primitivement volontaires et intelligents, finissent par devenir involontaires et instinctifs.

Lamarck et Darwin attribuent à l'habitude une immense part dans les manifestations de l'instinct : on conçoit en effet que des habitudes engendrées par la répétition des mêmes actes puissent se transmettre par voie d'hérédité et finir par prendre tous les caractères de l'instinct.

478. Variations de l'instinct. — De même que des changements dans les conditions d'existence amènent des modifications dans la conformation du corps, de même on comprend qu'il soit possible que, dans des milieux différents, il puisse se produire des variations correspondantes de l'instinct qui, si elles sont profitables à l'individu, finiront par s'accumuler héréditairement et par sélection naturelle aussi longtemps qu'elles seront avantageuses. Telle est, d'après Darwin, l'origine des instincts les plus merveilleux et les plus complexes ; c'est ainsi qu'on observe des variations dans l'instinct migrateur des Oiseaux, dans la construction de leurs nids, suivant les circonstances. Des changements d'habitude et par suite d'instincts peuvent aussi se transmettre par hérédité chez les animaux domestiques ; c'est ce que nous montrent les croisements entre diverses races de chiens, etc.

478 bis. Intelligence des animaux. — L'intelligence, à l'opposé de l'instinct, donne lieu à des actes déterminés, réfléchis ou

raisonnés, modifiables, essentiellement subordonnés au jugement et à l'expérience. Suivant la plupart des philosophes, l'instinct est le seul mobile des actions des animaux, et l'intelligence serait l'attribut de l'homme. L'observation montre qu'une pareille ligne de démarcation aussi tranchée ne saurait exister. Les animaux ainsi que l'homme sont pourvus à des degrés différents d'instincts et de facultés intellectuelles : il y a plus, ces instincts et ces facultés ne sont pas tellement séparés dans les divers phénomènes auxquels ils prennent part, qu'ils ne se combinent souvent ensemble pour l'exécution de la plupart de leurs actions, et qu'il ne soit souvent difficile de discerner quel est la part précise qu'il faut leur assigner (V. SOCIÉTÉS ANIMALES). Ce qui est bien établi, c'est que les caractères instinctifs prédominent d'autant plus que les facultés intellectuelles sont moins élevées ; l'instinct est donc moins prononcé chez l'homme, plus intense et plus impérieux chez les animaux, à mesure qu'ils s'éloignent de l'homme. Aussi tandis que les instincts sont les principaux mobiles d'action des animaux, c'est chez l'homme l'intelligence qui est le principe dominant de tous ses actes ; bien plus il annoblit souvent ses instincts et les transfigure par son intelligence.

Les animaux possèdent une certaine intelligence. Ils ont, comme l'homme, des sens, des sensations, des perceptions, de la mémoire, ils comparent leurs perceptions, ils jugent, ils veulent ; l'homme seul est capable de réfléchir, comme dit Aristote, de comprendre son intelligence, de se juger lui-même. Les animaux, dit Flourens, n'ont pas la *réflexion*, cette faculté suprême qu'a l'esprit de l'homme de se replier sur lui-même et d'étudier l'esprit. Il y a là une ligne de démarcation profonde, cette pensée qui se considère en elle-même, cette intelligence qui se voit et qui s'étudie, cette connaissance qui se connaît, forment évidemment un ordre de phénomènes déterminés, d'une nature tranchée et auquel nul animal atteindra. En résumé, l'instinct ne connaît pas ; l'intelligence des animaux connaît ; l'intelligence de l'homme connaît et se connaît.

Le siège de l'intelligence réside dans les hémisphères cérébraux ; il en est de même de l'instinct, c'est ce que nous avons vu en parlant de la physiologie des hémisphères cérébraux.

479. Sociétés animales. — C'est chez les animaux vivant en société que l'on trouve le plus admirable exemple des actes instinctifs associés à des actes d'une véritable intelligence. Les Abeilles,

les Bourdons, les Guêpes, les Fourmis, etc., forment des groupes

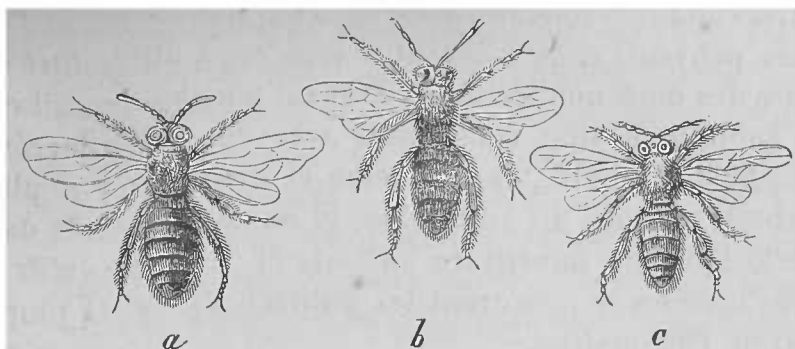


Fig. 322. — Abeilles (*Apis mellifera*).

a, mâle. — *b*, reine. — *c*, ouvrière.

ayant une organisation sociale fondée sur la division du travail, comprenant, outre les mâles et les femelles (*polymorphisme*), une nouvelle génération de femelles à organes sexuels avortés, aux-

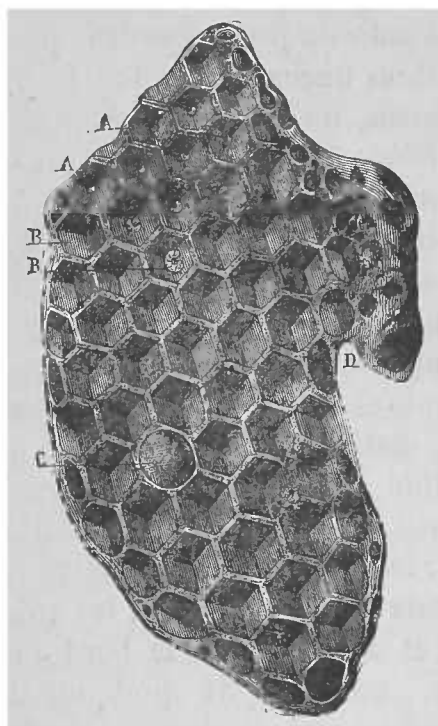


Fig. 323.

Portion de gâteau montrant des cellules appartenant aux larves des mâles (A, A), des ouvrières (B, B), et à une femelle (D).

quelles on donne le nom d'*ouvrières*, et qui sont chargées de travaux de toute sorte, construction de l'habitation commune, défense de la société, etc. La présence de ce troisième groupe

de formes à côté des individus sexués est, avec la division du travail, la condition fondamentale de ces grandes associations. Ces femelles peuvent, chez différentes espèces, à diverses périodes, produire des œufs non fécondés donnant naissance à des mâles.

Les habitations sont construites avec des matériaux divers, tels que bois, cire, etc., dans la terre et dans les anfractuosités des arbres avec un art admirable, et où les larves trouvent, à leur éclosion, une nourriture animale et végétale. La manière dont ces insectes se procurent les substances nutritives est un résultat de l'adaptation.

C'est aux observations admirables de Réaumur et de Huber que nous devons la connaissance de l'histoire des Abeilles : les neutres ou *ouvrières*, plus petites que les autres, ont l'abdomen armé d'un aiguillon dont la piqûre est très douloureuse. La face externe des tibias postérieurs est creusée en fossette (*corbeille*), la face interne du tarse est garnie de plusieurs rangées de poils raides (*brosse*). Le *mâle* ou *faux-Bourdon*, plus gros, a un large abdomen et des pièces buccales courtes. La femelle ou *Reine* a des ailes plus courtes, un abdomen allongé, et est privée de brosses. Les ouvrières exécutent les travaux de récolte et de construction ; la brosse sert à recueillir le pollen des fleurs et la corbeille à l'emporter ; en outre, elles récoltent une autre substance, le *propolis*, qu'elles emploient pour clore leur habitation, à des moments donnés, et qu'elles vont chercher dans les bourgeons de peupliers, les jeunes pousses des arbres et les anthères des étamines. Pour construire leurs alvéoles, elles emploient la *cire*, matière grasse complexe qui est le résultat d'une transformation directe des matières sucrées dans l'intérieur de l'économie. Les alvéoles ou cellules réunies portent le nom de *gâteau* : les plus petites reçoivent le miel et le pollen et servent d'asile aux larves ouvrières ; les autres sont réservées aux larves mâles et au miel. Sur le bord de chaque rayon, à certaines époques, on aperçoit quelques loges royales très espacées destinées à recevoir les larves femelles (fig. 323).

Au printemps, la reine fécondée pond des œufs dont le nombre, en un jour, peut s'élever à trois mille, d'abord des œufs d'ouvrières, puis des œufs de femelles et bien plus tard les œufs de mâles. Les œufs fécondés ou des femelles sont dès leur éclosion l'objet de soins particuliers de la part des ouvrières ; ces larves reçoivent une nourriture plus riche, la *pâtée royale*, et

se transforment en femelles. Avant que la première jeune reine ait achevé sa métamorphose, la vieille reine abandonne la ruche suivie d'une partie des ouvrières ; la nouvelle reine met à mort toutes les autres larves royales et règne seule dans la ruche. Bientôt la jeune reine s'envole, disparaît dans les airs où doit s'effectuer l'accouplement. A partir de ce moment, elle a la faculté de produire des mâles et des femelles.

Les Guêpes (*Vespa*) vivent en société comme les abeilles : elles fabriquent leur demeure (*guépiers*) avec du bois rongé. Le fondement de chaque construction est établi par une seule femelle

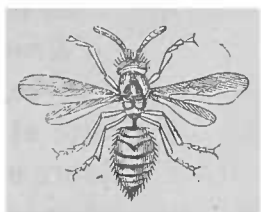


Fig. 324. — Guêpe rousse.

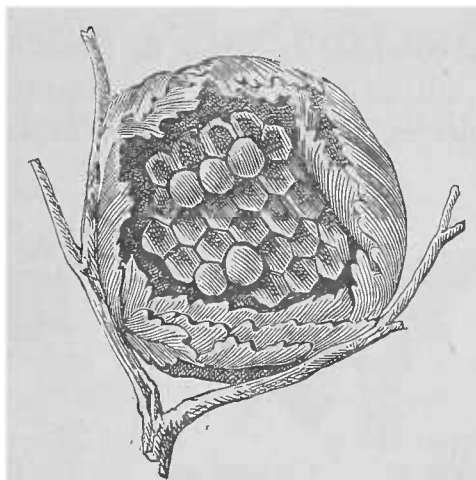


Fig. 325. — Nid de Guêpe rousse.

fécondée l'automne précédent. Celle-ci produit au printemps et en été des ouvrières qui sont chargées d'agrandir la construction et de soigner la progéniture. Il n'est pas rare que ces dernières, celles qui sont nées en été, déposent des œufs qui se développent par parthénogénèse et produisent des mâles. Les insectes parfaits se nourrissent de suc mielleux et de substances sucrées. Les femelles et les mâles n'apparaissent qu'à la fin de l'été ; ils s'accouplent en l'air.

Les Bourdons (*Bombus*) construisent leur nid dans des trous, sous terre. La société ne comprend qu'un nombre restreint d'ouvrières, 500 environ, et une femelle fécondée. Ces insectes entassent dans ces trous des masses de pollen pour nourrir les futures larves. Le nid est fondé aussi par une seule femelle qui seule prend soin de sa progéniture. Un peu plus tard, les grosses ouvrières pondent à leur tour des œufs non fécondés.

Si les Abeilles sont considérées à juste titre comme les insectes

les plus industrieux, la société des Fourmis est sans contredit la plus intéressante de la classe des Insectes ; elle constitue un petit

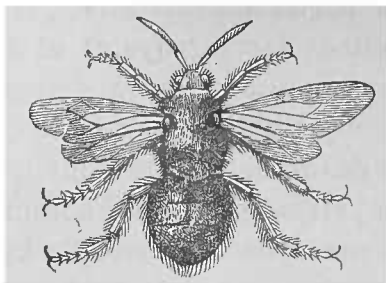


Fig. 323. — Bourdon.

État composé de mâles, de femelles ailées et d'ouvrières aptères. Le but de cette communauté est toujours le soin de la progéniture et la conservation de l'espèce.

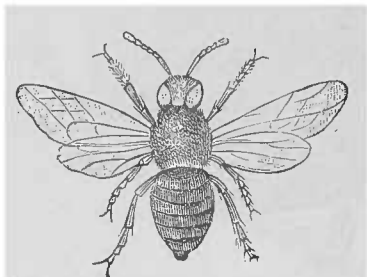


Fig. 327. — Chalicodome.

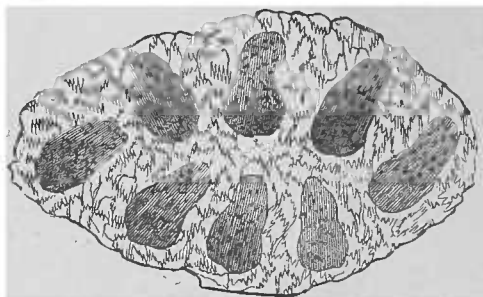


Fig. 328. — Nid intérieur de Chalicodome.

Les constructions des Fourmis sont des galeries ou des cavités qu'elles pratiquent, soit dans la terre, soit dans le bois pourri ; ces insectes ne font pas de provisions d'hiver, car les ouvrières

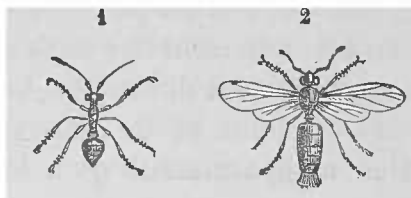


Fig. 329. — Fourmis.

1, mâle. — 2, femelle.

qui, seules avec la reine, passent la mauvaise saison dans les profondeurs, tombent dans une sorte de sommeil hivernal. Au printemps éclosent les œufs dont les larves sont élevées avec le plus grand soin par les ouvrières ; ces larves se développent les unes en ouvrières, les autres en insectes sexués qui s'accouplent dans l'air. Après cet accouplement les mâles meurent ; les femelles

ramenées par les ouvrières dans la fourmilière y pondent leurs œufs, ou vont fonder d'autres colonies.

Les *Termites*, par leurs mœurs et leurs habitudes, rappellent beaucoup la société des Fourmis. Comme elles, ils vivent en réunions nombreuses, composées d'individus mâles et femelles pourvus d'ailes, et d'individus aptères qui se divisent en larves et en nymphes neutres. Ces derniers se partagent en soldats, reconnaissables à leurs mandibules très fortes, chargés de la défense commune, et en ouvrières chargées des travaux de la communauté. Ces insectes constituent des sociétés immenses ; ils forment des nids dans les troncs d'arbres, ou élèvent à la surface du sol

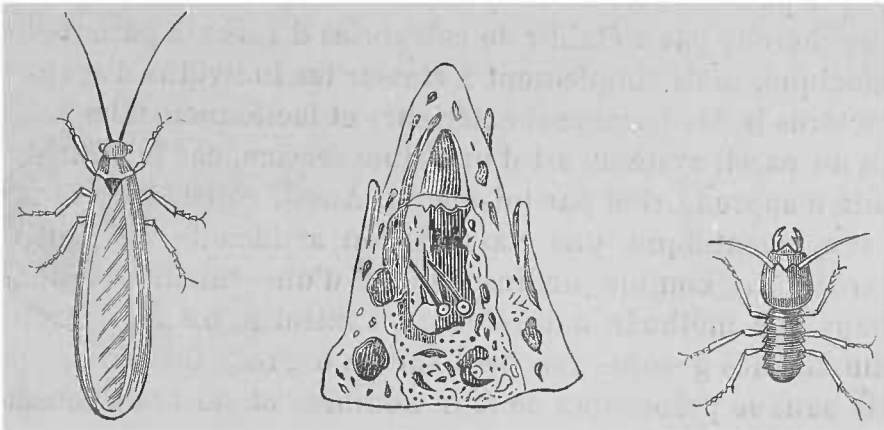


Fig. 330. — Termite. Fig. 331. — Nid de termites. Fig. 332. — Soldat termite.

des monticules de terre dans lesquels ils pratiquent des galeries divisées en loges de diverses grandeurs. Les *Termites* causent de grands ravages dans les arbres et dans les bois de construction et de menuiserie.

L'histoire des sociétés animales dont nous venons d'esquisser les traits les plus intéressants, les actes qu'accomplissent les êtres sociaux (constructions des habitations, choix des matériaux, recherche de la nourriture, soins donnés à la progéniture, travaux de défenses, etc.), sont une preuve manifeste d'une intelligence plus ou moins développée et perfectionnée par la vie sociale et par l'hérédité.

PRINCIPES GÉNÉRAUX DES CLASSIFICATIONS

480. On distingue dans les sciences naturelles deux sortes de classifications : 1° les *classifications artificielles* ou *systèmes* qui ont

pour base la manière d'être d'un organe ou d'un système d'organes choisis arbitrairement; 2° les *classifications naturelles* ou *méthodes* dans lesquelles les groupements zoologiques sont fondés non pas d'après la manière d'être d'un organe comme dans un système, mais d'après l'ensemble de caractères tirés de l'ensemble de l'organisation générale.

Il suit de cette différence entre ces deux sortes de classifications que, reposant sur des principes différents, elles ont des avantages et un but qui leur sont propres. Ainsi par l'emploi d'un système artificiel, on arrive facilement à trouver le nom d'un individu en s'appuyant sur des caractères différentiels aussi tranchés que possible : tel est le système établi par Linné, dans lequel on ne cherche pas à établir de catégories d'après la parenté morphologique, mais simplement à classer les individus d'après des caractères isolés purement extérieurs et facilement saisissables; mais un pareil système est d'un faible service, car le nom d'une plante n'apprend rien par lui-même. Aussi, considérée au point de vue scientifique, une classification artificielle ne peut être regardée que comme un instrument d'une valeur secondaire.

Dans une méthode naturelle, au contraire, où les caractères distinctifs des groupes reposent sur les organes les plus importants sans se préoccuper de leur nombre, et de la difficulté de les apprécier de prime abord, la possibilité de reconnaître le nom d'un animal ou d'une plante est un faible avantage, quand on le compare à celui que l'on retire de la connaissance intime des principaux points d'organisation, quand on a déterminé sa place dans la méthode : ainsi, par exemple, dans le système sexuel de Linné, si on a reconnu qu'une plante appartient à la quatrième classe qu'on nomme *Tétrandrie*, on sait qu'elle a quatre étamines et rien de plus; mais qu'on arrive par une méthode naturelle à reconnaître qu'une plante appartient à la famille des Crucifères, on aura acquis par ce seul fait une idée de la forme de son calice, de la corolle, de l'androcée, de son fruit, de sa graine, etc. Parmi les nombreux systèmes qui, en Botanique, méritent d'être signalés, nous citerons le système sexuel de Linné et la méthode des familles naturelles de A.-L. de Jussieu. Tout en attribuant à l'illustre botaniste français le mérite d'avoir formulé les véritables principes sur lesquels repose la méthode naturelle, on doit reconnaître que, de tout temps, les zoologistes ont eu un sentiment plus exact de ces principes, fait qui tient à la nature

même des caractères qui distinguent entre eux les animaux, et à la facilité avec laquelle il est possible d'établir les degrés de supériorité ou d'infériorité relatifs des groupes animaux.

481. Historique. — L'origine de la zoologie remonte à la plus haute antiquité. Aristote (iv^e siècle avant notre ère), cependant, peut être considéré comme le fondateur de cette science; ses nombreux travaux et ses nombreuses recherches en anatomie et en zoologie lui fournirent les bases d'une conception de l'organisation animale qui ne fut jamais atteinte par personne depuis 2000 ans. Aristote divisait les animaux en huit groupes :

Animaux *pourvus de sang* (Vertébrés).

Animaux vivipares (Quadrupèdes).

Oiseaux.

Quadrupèdes ovipares.

Poissons.

Animaux *exsangues* (Invertébrés).

Mollusques.

Crustacés.

Insectes.

Testacés.

Après Aristote, l'antiquité ne nous donne qu'un seul naturaliste célèbre, Pline l'Ancien, qui vivait au I^{er} siècle de notre ère.

Ch. Linné (1735), dans son ouvrage capital (*Systema naturæ*), donnait une classification tout artificielle fondée sur les caractères tirés de la conformation du cœur et de la couleur du sang; il distinguait dans le règne animal six classes : 1^o les *Mammifères*; 2^o les *Oiseaux*; 3^o les *Amphibies*; 4^o les *Poissons*; 5^o les *Insectes*; 6^o les *Vers*. A son tour, Lamarck (1806) réalisa un grand progrès en instituant les deux grandes divisions des *animaux vertébrés* et des *animaux invertébrés*, se rapprochant ainsi des idées d'Aristote qui déjà distinguait ces deux groupes sous le nom d'animaux pourvus de sang et d'animaux privés de sang. Après Lamarck, G. Cuvier établit une nouvelle classification essentiellement différente qui est le plus grand progrès que la science ait fait depuis Aristote. S'appuyant sur les résultats de l'anatomie comparée, Cuvier créa des types animaux (embranchements) répondant chacun à un plan de structure particulier; il admit dans chaque type une gradation des formes les plus simples aux formes les plus complexes et les plus perfectionnées. Pour Cuvier, ce qui détermine le type, c'est l'agencement des diverses parties du

corps, ce sont les rapports des organes entre eux ; ce qui détermine le perfectionnement, c'est la division du travail physiologique et la différenciation des organes. En considérant les particularités que présentent les différents organes par rapport à l'ensemble de l'organisme, il reconnut la dépendance réciproque des organes, et en s'appuyant sur *la corrélation des formes*, il développa son principe des *conditions d'existence* sans lesquelles l'animal ne peut subsister. En comparant la structure des animaux entre eux, il reconnut également que les organes les plus importants sont aussi les plus constants, tandis que ceux qui sont moins essentiels subissent des modifications dans leur développement et leurs formes, et même n'apparaissent pas toujours : c'est ainsi qu'il fut amené au *principe* de la *subordination des caractères*, sur lequel repose sa classification qu'il développa dans son ouvrage intitulé : *Règne animal distribué d'après son organisation*. Ajoutons enfin que de Blainville, en s'appuyant comme Cuvier sur l'anatomie comparée et sur les caractères tirés de la forme générale du corps et de l'ensemble de l'organisation, établit cinq grandes divisions primordiales auxquelles il donna le nom de *types*.

CLASSIFICATION BINAIRE DE LINNÉ

482. La classification des animaux et des plantes établie par Linné, bien que tout à fait artificielle, bien que basée sur quelques caractères tirés d'une partie de l'organisation, par sa disposition logique et rationnelle est restée jusqu'à nos jours comme le guide pratique pour l'étude des formes animales et végétales. Son principe est la nomenclature *binaire* qui est encore employée dans toutes les classifications.

Cette nomenclature consiste à désigner chaque individu, animal ou végétal, par deux noms : l'un, le premier, exprime l'idée d'espèce ; il sert de dénomination commune à tous les êtres semblables entre eux par tous les traits les plus saillants et ne différant que par des caractères tout à fait secondaires ; l'autre, le second, exprime une idée plus générale ; il sert à dénommer les espèces : ainsi le *Chat domestique* porte le nom de *Felis domestica* ; le Chat sauvage, *Felis catus* ; le Lion, *Felis Leo* ; le Tigre, *Felis Tigris* ; la Panthère, *Felis parus*, etc. En Botanique, pour désigner le Pin maritime on dit *Pinus maritima* ; le

Mélèze, *Pinus laryx*; le Pin pignon, *Pinus pinea*; le Sapin, *Pinus picea*, etc.

A la notion de l'espèce se rattache nécessairement celle du *genre*. De même que l'idée d'une origine commune explique les ressemblances des individus qui composent une même espèce, de même on conçoit que des groupes d'espèces puissent se ressembler plus qu'elles ne ressemblent à d'autres, de telle sorte qu'on puisse les considérer comme issues d'une même souche, c'est-à-dire représentant des variétés d'une même espèce d'ordre plus élevé : c'est à la réunion des espèces qui ont entre elles le plus de ressemblance qu'on donne le nom de *genre*.

Les caractères qui servent à distinguer les genres sont toujours tirés des parties les plus essentielles des êtres organisés, condition qui a toujours amené chez les naturalistes une grande incertitude pour l'établissement des genres. Dans la pratique, on s'appuie sur les variations que présentent les caractères anatomiques très voisins : ainsi, par exemple, deux espèces de Mammifères très semblables présentant des différences dans le nombre de doigts ou le nombre de dents constituent deux genres distincts.

485. Tribus, ordres, familles, classes. — En rapprochant les genres qui ont des caractères communs, on établit des *ordres*, si on n'a égard qu'à un caractère commun ou à quelques caractères choisis arbitrairement : ainsi si l'on compare le groupe des Mammifères appelés carnivores, comprenant les genres Chat, Chien, Putois, Martre, Loutre, Hyène, Ours, etc., avec le groupe des Mammifères ruminants comprenant les genres Bœuf, Mouton, Chèvre, Bufile, etc., on trouve des caractères différentiels dans la conformation des dents, dans le nombre de doigts, dans l'articulation de la mâchoire inférieure, etc., qui font qu'on les sépare en deux groupes pour en former deux autres auxquels on donne le nom d'*ordres*, dans lesquels on peut établir des subdivisions moins étendues qui portent le nom de *familles* et de *tribus*.

Les ordres qui offrent entre eux des rapports tirés d'un caractère plus général forment des groupes plus étendus encore ou *classes* : ainsi tous les ordres des animaux qui ont des mamelles appartiennent à une classe qui est celle des Mammifères. La réunion des classes entre elles constitue d'autres groupes auxquels Cuvier a donné le nom d'*embranchements* ou types. Telle est, dans son ensemble, la nomenclature binaire de Linné, dont

l'utilité pratique, au point de vue de la dénomination, du groupement rationnel et de la distribution des formes animales, a exercé une influence énorme sur les progrès de la zoologie moderne.

TABLEAU DU RÈGNE ANIMAL
DE LINNÉ
EN SIX CLASSES

| CLASSES. | |
|-------------------|--|
| 1. — MAMMIFÈRES. | { |
| | Cœur à 4 cavités. |
| | Sang chaud et rouge. |
| | Respiration pulmonaire. |
| | Femelles vivipares produisant du lait. |
| 2. — OISEAUX... | { |
| | Cœur à 4 cavités. |
| | Sang chaud et rouge. |
| | Respiration pulmonaire. |
| | 2 pieds, 2 ailes. |
| | Femelles ovipares. |
| 3. — AMPHIBIES... | { |
| | Cœur à 3 cavités. |
| | Sang froid et rouge. |
| | Respiration pulmonaire. |
| | Femelles généralement ovipares. |
| 4. — POISSONS... | { |
| | Cœur à 2 cavités. |
| | Sang froid et rouge. |
| | Respiration branchiale. |
| | Femelles généralement ovipares. |
| 5. — INSECTES... | { |
| | Cœur à 1 cavité. |
| | Sang froid et blanc. |
| | Tégument articulé. |
| 6. — VERS | { |
| | Cœur à 1 cavité. |
| | Sang froid et blanc. |
| | Téguments incrustés ou nus. |

CLASSIFICATION DE CUVIER

434. Le système naturel de G. Cuvier (1769-1832) constitue un progrès immense quand on le compare au système artificiel de Linné. Mettant à profit ses connaissances en anatomie comparée, Cuvier montra que l'on devait diviser le règne animal en quatre groupes naturels auxquels il donna le nom d'embranchements ou types, savoir : 1° les **Vertébrés**, comprenant les Mammifères,

les Oiseaux, les Reptiles et les Poissons ; 2° les **Mollusques** ou animaux mous, tels que les Poulpes, Limaçons ; 3° les **Articulés** embrassant les Insectes de Linné, les Myriapodes, les Araignées, les Crustacés et quelques Vers, spécialement les Vers annelés ; 4° les **Rayonnés** ou Zoophytes. Se fondant sur le principe de la subordination des caractères, Cuvier considère ces quatre types comme représentant « quatre plans généraux, si l'on peut s'exprimer ainsi, d'après lesquels tous les animaux semblent avoir été modelés, et dont les divisions ultérieures, de quelques titres que les naturalistes les aient décorées, ne sont que des modifications assez légères fondées sur le développement ou l'addition de quelques parties qui ne changent rien à l'essence du plan ». La méthode de Cuvier repose sur les principes suivants :

485. Principe des conditions d'existence. — *Organes rudimentaires.* — Cuvier, après avoir reconnu la dépendance réciproque des organes, et s'appuyant sur la corrélation des formes, développa son principe des *conditions d'existence* qui repose sur ce fait évident : que toutes les parties qui constituent un être vivant concourent à l'ensemble des actes qui composent son existence, ce qui revient à dire qu'il n'y a pas plus d'organes sans fonctions qu'il n'y a de fonctions sans organes. A ce principe, on objecte la présence, chez un grand nombre d'animaux, d'organes rudimentaires, d'organes qui n'ont aucune utilité et qui tiennent souvent la place d'organes analogues concourant à un but déterminé. Les organes rudimentaires sont les parties du corps qui, organisées pour un but déterminé, n'exercent plus leurs fonctions : tels sont les yeux de certains animaux vivant dans des souterrains, qui ont des yeux exactement conformés comme les yeux des animaux qui voient et qui ne sont pas impressionnables à la lumière par défaut d'usage ; telles sont les ailes des Oiseaux incapables de voler comme chez l'Autruche, le Casoar. Les muscles de l'oreille externe chez l'homme, le repli semi-lunaire situé à l'angle externe de l'œil, la glande mammaire sont des organes rudimentaires.

La doctrine de la sélection explique parfaitement la présence de ces parties rudimentaires dues à un défaut d'usage et à une adaptation à des conditions nouvelles d'existence. Il suit de là que des organes qui jadis étaient actifs cessent peu à peu d'être employés et finissent par s'atrophier, et n'en sont pas

moins transmis par hérédité, de génération en génération, jusqu'à ce qu'ils disparaissent partiellement ou totalement.

486. Principe de la corrélation des formes. — La dépendance réciproque dans laquelle se trouvent les organes entre eux, dépendance qui détermine leur concours simultané et maintient l'existence d'un organisme, conduisit Cuvier à énoncer la loi importante de la corrélation des parties dont il tira un immense et heureux résultat pour interpréter les restes d'animaux fossiles et même reconstituer l'animal.

Ce principe a été énoncé par l'illustre naturaliste de la façon suivante : « Tout être organisé forme un ensemble, un système, dont les parties se correspondent mutuellement et concourent à la même action définitive par une action réciproque ; aucune partie ne peut changer sans que les autres changent aussi, et par conséquent chacune d'elles prise séparément indique et donne toutes les autres, — tout comme l'équation d'une courbe entraîne toutes ses propriétés, et de même qu'en prenant chaque propriété séparément pour base d'une équation particulière, on retrouverait et l'équation ordinaire et toutes ses propriétés, de même l'ongle, l'omoplate, le condyle, le fémur, ... pris séparément donnent la dent ou se donnent réciproquement, et en commençant par chacun d'eux, celui qui posséderait rationnellement les lois de l'économie organique pourrait refaire tout l'animal. »

Le principe de la corrélation des formes rend de très grands services pour saisir certaines dispositions complexes et les rapports mutuels entre la forme et les fonctions des parties et du tout.

De cette loi, Cuvier tira la conclusion que la forme animale est fixe, par suite que les espèces sont immuables. Les découvertes modernes ne permettent plus d'admettre cette déduction.

487 Principe de la subordination des caractères. — L'organisme, dit Cuvier, forme un tout complet dans lequel les diverses parties ne peuvent varier sans que toutes les autres ne subissent des modifications correspondantes. En outre, la comparaison de la structure des animaux montre que les organes les plus importants sont aussi les plus constants, tandis que les moins essentiels éprouvent des modifications de forme, etc., et même disparaissent. Ces considérations amenèrent ce grand naturaliste au *principe de la subordination des caractères*, base de sa classification, savoir : *Toute modification d'un organe fondamental très important entraîne à sa*

suite un nombre de modifications des organes moins importants. Ce principe reçoit une application directe dans la formation des groupes animaux (*genre, ordre, classes*). Il consiste à attribuer une valeur d'autant plus grande aux caractères que les modifications organiques résultantes portent sur des organes plus importants, plus nécessaires. Suivant l'expression de Jussieu il faut peser les caractères et non les compter : ainsi un caractère d'un ordre supérieur entraîne à sa suite un certain nombre d'un ordre inférieur, la valeur du caractère est le résultat de l'observation et de l'expérience.

488. Principe de l'unité de composition ou de plan. — Etienne Geoffroy Saint-Hilaire est le premier de tous qui ait défendu l'idée déjà énoncée par Buffon d'un plan unique de l'organisation animale, d'un plan de composition qui supposait l'existence d'une échelle continue de la création. En Allemagne, Goethe et les philosophes de la nature Oken et Schiller se firent les ardens défenseurs de la théorie de l'unité de composition. Ce principe consiste à considérer tous les êtres vivants comme formés des mêmes parties, analogues entre elles sans pour cela être identiques. En envisageant la substance organisée à l'état d'*élément anatomique*, l'unité de composition se manifeste par l'analogie de composition de ces éléments ; on la retrouve d'autre part dans les appareils reproducteurs, digestifs, visuels et autres, quant aux organes essentiels ; mais elle ne peut plus se poursuivre et se constater dans le système tégumentaire, osseux, etc., quand on passe des Vertébrés aux Invertébrés. En ne considérant que le système osseux, on serait naturellement amené à considérer un Insecte comme un Vertébré tourné sur le dos.

489. Principe du balancement des organes. — Le principe de l'analogie des connexions conduit à celui du *balancement des organes* caractérisé par ce fait que toutes les fois qu'au milieu d'organes connexes, l'un d'entre eux prend un grand développement, les autres restent avec des dimensions rudimentaires et même peuvent s'atrophier. Le développement ou l'atrophie d'un organe et en général toute modification de cet organe peut être accompagnée de modifications corrélatives dans des organes qui n'ont avec les premiers aucun rapport apparent : c'est ce que Darwin nomme le *principe de corrélation de croissance*.

490. Principe des connexions. Théorie des analogues de G. Saint-Hilaire. — D'après G. Saint-Hilaire on appelle *analogues*

les organes ou parties d'organes qui sans avoir la même forme, ni les mêmes proportions, ni la même structure, offrent les mêmes connexions avec les organes voisins, reçoivent les mêmes vaisseaux et les mêmes nerfs et sont constitués par les mêmes tissus ou par des tissus différents se succédant dans leurs phases de développement, comme l'os au cartilage : ainsi tout os attaché en haut à une omoplate ou à ce qui la représente, en bas à une troisième partie du membre antérieur est un humérus ; de même tout os placé entre le tibia et le bassin est un fémur.

Ce fait général ou *principe des connexions* conduit, pour les muscles, les glandes, les os, etc., à déterminer de proche en proche les parties analogues : c'est ainsi que les diverses parties du squelette de diverses classes des Vertébrés ont été rapprochées les unes des autres, et qu'on en a même cherché l'analogie jusque dans d'autres classes, comme dans celle des Articulés.

Cette manière de concevoir l'organisation animale à laquelle le naturaliste français a été conduit par l'idée première de l'unité de composition dans les animaux, par l'idée de l'existence d'un seul et même type pour toute la série, a été appelée par son auteur *théorie des analogues*. Quoique présentant des difficultés sur plus d'un point, elle peut bien s'appliquer à la grande division des Vertébrés et faire admettre l'identité de type dans cette division, mais il est difficile de la vérifier et de l'établir dans les autres types, ce qui paraît nécessaire pour admettre l'hypothèse de l'unité de composition organique.

491. Plans d'organisation de Cuvier. Types de Blainville. — Les quatre plans généraux de Cuvier (*embranchements* ou *types*), subdivisés en classes, ordres, genres, sont les suivants.

1° *Vertébrés*. — Corps soutenu par une charpente osseuse (le squelette) composée de pièces liées entre elles et mobiles les unes sur les autres ; système nerveux composé de l'encéphale et de la moelle épinière, renfermé dans une enveloppe osseuse qui se compose du crâne et des vertèbres ; aux côtés de cette colonne s'attachent les côtes et quatre membres au plus ; tous ont le sang rouge, un cœur musculaire, une bouche à deux mâchoires placées l'une au-dessus de l'autre, et des organes distincts pour les cinq sens. Ils renferment quatre classes : *Mammifères*, *Oiseaux*, *Reptiles* et *Poissons*.

2° *Mollusques*. — Animaux sans squelette ; la peau forme une enveloppe molle, contractile, dans laquelle sont sécrétées pour beau-

coup d'espèces des plaques calcaires appelées coquilles ; le système nerveux se compose de masses ganglionnaires disséminées, réunies par des filets nerveux et dont les principales sont placées près de l'œsophage (cerveau) ; organes pour la vue et l'ouïe ; il existe un système complet de circulation et des organes particuliers pour la respiration. Six classes : *Céphalopodes*, *Gastéropodes*, *Ptérodes*, *Acéphales*, *Branchiopodes*, *Cirrhopodes*.

3° *Articulés*. — Système nerveux composé de deux longs cordons renflés de distance en distance en masses ganglionnaires. Le premier de ces ganglions (cerveau) est placé au-dessus de l'œsophage, les autres au-dessous, et l'enveloppe du tronc est divisée par des plis transversaux en anneaux tantôt mous, tantôt durs, mais où les muscles sont toujours attachés. A l'intérieur, le tronc porte souvent sur les côtés des membres articulés ; les mâchoires, lorsqu'elles existent, sont toujours latérales. Quatre classes : *Insectes*, *Arachnides*, *Crustacés*, *Annélides*.

4° *Rayonnés* ou *Zoophytes*. — Organes non disposés symétriquement aux deux côtés d'un axe comme les précédents, mais comme des rayons autour d'un centre ; on ne leur voit ni système nerveux ni organes des sens bien distincts : vestiges d'organes circulatoires ; la respiration s'effectue par la peau. Cinq classes : *Echinodermes*, *Acalèphes*, *Entozoaires*, *Polypes*, *Infusoires*.

TABLEAU

DE LA CLASSIFICATION DE CUVIER

| | |
|--|---|
| <p>1^{er} EMBRANCHEMENT. ANIMAUX VERTÉBRÉS.</p> <p>CLASSES. { Mammifères. Oiseaux. Reptiles. Poissons.</p> | <p>3^e EMBRANCHEMENT. ANIMAUX ARTICULÉS.</p> <p>CLASSES. { Annélides. Crustacés. Arachnides. Insectes.</p> |
| <p>2^e EMBRANCHEMENT. ANIMAUX MOLLUSQUES.</p> <p>CLASSES. { Céphalopodes. Ptérodes. Gastéropodes. Acéphales. Branchiopodes. Cirrhopodes.</p> | <p>4^e EMBRANCHEMENT. ANIMAUX RAYONNÉS.</p> <p>CLASSES. { Échinodermes. Vers intestinaux. Acalèphes. Polypes. Infusoires.</p> |

TABLEAU

DE LA CLASSIFICATION DE MILNE EDWARDS

VERTÉBRÉS

Allantoïdiens.

| | | | | |
|----------|---|-------------|---|----------------|
| CLASSES. | { | Mammifères. | { | Monodelphiens. |
| | | Oiseaux. | | Didelphiens. |
| | | Reptiles. | | |

Anallantoïdiens.

| | | |
|----------|---|-------------|
| CLASSES. | { | Batraciens. |
| | | Poissons. |

ANNELÉS

Arthropodes.

| | | |
|----------|---|-------------|
| CLASSES. | { | Insectes. |
| | | Myriopodes. |
| | | Arachnides. |
| | | Crustacés. |

Vers.

| | | |
|----------|---|---------------|
| CLASSES. | { | Annélides. |
| | | Helminthes. |
| | | Rotateurs. |
| | | Turbellariés. |
| | | Trématodes. |
| | | Cestoides. |

MOLLUSQUES

Mollusques proprement dits.

| | | |
|----------|---|---------------|
| CLASSES. | { | Céphalopodes. |
| | | Ptéropodes. |
| | | Gastéropodes. |
| | | Acéphales. |

Molluscoïdes.

| | | |
|----------|---|--------------|
| CLASSES. | { | Tuniciers. |
| | | Bryozoaires. |

ZOOPHYTES

Radiaires.

| | | |
|----------|---|--------------------------|
| CLASSES. | { | Echinodermes. |
| | | Acalèphes. |
| | | Polypes ou Coralliaires. |

Sarcodaires.

| | | |
|---------|---|--------------|
| CLASSES | { | Infusoires. |
| | | Spongiaires. |

492. Modifications apportées à la classification de Cuvier. — Les recherches faites dans ce dernier quart de siècle sur la structure des organismes animaux, tout en maintenant l'idée fondamentale de l'existence des types, a amené la nécessité de modifier les

groupes naturels établis par Cuvier en multipliant leur nombre. Déjà depuis longtemps (1845), on séparait les Infusoires et les Rhizopodes des Rayonnés pour en faire un nouveau groupe sous le nom de *Protozoaires*. L'embranchement des Rayonnés a été divisé en *Échinodermes* (Étoiles de mer, Crinoïdes, Échinides, etc.), et en *Cœlentérés* (Éponges, Coraux, Méduses, Béroes); enfin on a divisé les Articulés en Arthropodes et en Vers, et séparé les Tuniciers des Mollusques; c'est ainsi que le nombre de types a été porté à huit, seulement les zoologistes ne sont pas toujours d'accord sur les divisions secondaires. La grande extension qu'ont prise dans ces derniers temps nos connaissances en zoologie a préparé un grand progrès. Déjà, au commencement de ce siècle, Lamarck avait ouvert la voie qui conduit à l'explication de la diversification des organismes par transformation graduelle. La doctrine de Darwin, en rendant compte de l'origine des espèces par la variabilité et la sélection naturelle, en nous montrant que chaque type d'organisation est la somme des dispositions qui se perpétuent par hérédité, en expliquant enfin les modifications de ces dispositions par des états d'adaptation, a inauguré une nouvelle période dans l'histoire de la création des êtres organisés qui promet les résultats les plus féconds.

TYPES ANIMAUX

495. Ces caractères généraux des huit types admis aujourd'hui par la grande majorité des naturalistes sont les suivants :

1° PROTOZOAIRE

Animaux de petite taille représentant les organismes les plus inférieurs, situés à la limite du règne animal; corps constitué par une substance contractile, le *protoplasma* (*sarcode*), dépourvu d'organes et de tissus de cellules différenciées, possédant une certaine contractilité qui aboutit à des changements de forme, à l'apparition d'un grand nombre de filaments ramifiés (*Pseudopodes*). Dans un degré plus élevé (*Infusoires*), la substance du corps présente dans son intérieur des éléments différenciés

et à sa surface des cils vibratiles, des soies, des cirrhes qui concourent à la locomotion. Reproduction généralement asexuée. Outre les *Rhizopodes* et les *Infusoires* qui forment les deux classes des Protozoaires, on place dans ce groupe une foule d'organismes très inférieurs qui paraissent, d'après les observations modernes, se rapprocher des Algues et des Champignons : tels sont les *Monères*, les *Myxomycètes*, les *Monades*, les *Noctiluques*, les *Grégaires*, etc. V. PROTOZOAIRES.

2° COELENTERÉS

Animaux à symétrie rayonnée ; le nombre de divisions du corps est généralement de 4, de 6 ou de leurs multiples, disposées autour d'un axe. Organes cellulaires différenciés ; une cavité viscérale creusée dans le parenchyme du corps qui se partage en canaux ramifiés, présidant à la digestion et à la circulation des produits élaborés, à laquelle on a donné, pour cette raison, chez les Polypes et les Méduses, le nom de *cavité gastro-vasculaire*. Reproduction asexuelle par division ou bourgeonnement très répandue ; reproduction sexuée. Les représentants de ce type sont : les *Éponges*, les *Polypes*, les *Méduses*, les *Actinies*, etc. V. COELENÉTRÉS.

3° ECHINODERMES

Animaux à symétrie rayonnée, radiés suivant le type 5. Squelette dermique composé de baguettes, de spicules et de plaques calcaires, formant un test solide qui sert de soutien. Un tube digestif et un appareil aquifère ambulacraire distincts constituent le caractère essentiel de ce groupe ; le système nerveux consiste en un anneau qu'entoure l'œsophage et qui envoie aux parois du corps cinq troncs ramifiés. Les Échinodermes les plus communs sont : les Étoiles de mer (*Astéries*), les Oursins (*Échinides*) et les Encrines (*Crinoïdes*). V ECHINODERMES.

4° VERS

Animaux à symétrie bilatérale ; corps allongé, plat ou cylindrique, inarticulé ou annelé mais toujours dépourvu de membres

articulés ; le système nerveux, quand il existe, est formé d'un ganglion impair ou de deux ganglions réunis par une commissure, ou d'un anneau entourant l'œsophage d'où partent des nerfs qui se distribuent symétriquement en avant et sur les côtés, et se rendent aux organes des sens. A côté de la reproduction sexuelle, la multiplication asexuelle par bourgeonnement et scissiparité ou par formation de cellules germinatives est très répandue. Les principales formes sont : les *Cestoïdes* ou *Vers rubanés*, les *Trématodes*, les *Turbellariés*, les *Nématodes*, etc. V. VERS.

5° ARTHROPODES

Animaux à symétrie bilatérale ; corps formé d'un nombre d'anneaux articulés en nombre déterminé chez divers groupes, portant des organes locomoteurs articulés. Le système nerveux se compose presque toujours d'un ganglion dorsal (cerveau), d'un anneau œsophagien et d'une chaîne ganglionnaire ventrale. La reproduction est principalement sexuelle. Ce groupe comprend quatre classes : les *Crustacés*, les *Arachnides*, les *Myriapodes* et les *Insectes*. V. ARTHROPODES.

6° MOLLUSQUES

Animaux à symétrie bilatérale ; corps mou, inarticulé, dépourvu de squelette interne ou externe, mais recouvert le plus souvent d'une coquille calcaire à une ou deux valves, sécrétée par un repli de la peau ou manteau ; le système nerveux consiste en un groupe de ganglions sus-œsophagiens d'où partent les nerfs des sens, d'une paire de ganglions viscéraux et d'une paire de ganglions pédieux reliés entre eux. La reproduction est toujours sexuelle.

Classes : *Lamellibranches*, *Gastéropodes*, *Ptéropodes*, *Céphalopodes*, etc. V. MOLLUSQUES.

7° TUNICIERS

Animaux à symétrie bilatérale ; corps en forme d'un sac (*Ascidies*) ou d'un tonnelet (*Salpes*), recouvert d'un test cartilagineux ou d'une enveloppe molle, présentant une large ouverture

parfois à deux valves pour le passage de l'eau et des matières alimentaires dans la cavité viscérale. Système nerveux représenté par un ganglion. Deux classes, les *Ascidies* et les *Salpes*. Reproduction sexuelle ; devient asexuelle par bourgeonnement.

V. TUNICIERS.

8° VERTÉBRÉS

Animaux à symétrie bilatérale ; squelette interne osseux ou cartilagineux dont la partie constante est la colonne vertébrale et le crâne destinés à loger la moelle épinière et le cerveau ; une autre cavité distincte contient les organes de la vie végétative. Deux paires de membres au plus.

Cinq classes : *Mammifères*, *Oiseaux*, *Reptiles*, *Poissons*, *Amphibiens*. V. VERTÉBRÉS.

CINQUIÈME PARTIE

ZOOLOGIE DESCRIPTIVE

1^{er} TYPE

PROTOZOAIRES

494. Sous le nom de Protozoaires, on comprend tous les organismes les plus inférieurs de la vie animale ; leur caractère essentiel consiste, pour la plupart d'entre eux, dans l'absence de tout organe spécial chargé d'accomplir les fonctions de la vie. La substance du corps est constituée par une masse de protoplasma granuleux (*sarcode*), douée de contractilité, ce qui détermine des changements dans la forme du corps par l'apparition de prolongements nommés *pseudopodes*, qui s'allongent, se rétractent et s'effacent par la production, en d'autres points, de nouveaux pseudopodes à formes très variées. Souvent, au milieu du protoplasma, apparaissent des vésicules contractiles qui se remplissent d'un liquide transparent. Enfin, dans un petit nombre de ces organismes, la substance du corps tend à se différencier en parties distinctes, comme on le voit chez les Infusoires où le corps présente une organisation définie dans laquelle on distingue des tissus qui dérivent des transformations du protoplasme.

Les Protozoaires se reproduisent par scission, par gemmiparité et par oviparité. Ils se divisent en deux classes : les **Rhizopodes** et les **Infusoires**. — A ces deux classes se rattachent un grand nombre d'organismes inférieurs que l'on désigne sous le nom de **Monères**, et d'autres organismes que quelques naturalistes réunissent aux Infusoires à cause de la propriété qu'ils ont de se mouvoir librement, mais qui paraissent avoir surtout des rapports avec les Champignons et les Algues ; tels sont : les *Schyzomycètes* ou *Bactéries*, les *Myxomycètes*, les *Grégarines*, etc.

MONÈRES

495. Ce groupe comprend les formes les plus inférieures de l'animalité ; la totalité du corps vivant consiste en une petite masse de protoplasma gélatineux à peu près microscopique dans laquelle on ne distingue ni noyau ni vésicule contractile. La forme la plus simple est le *Protamæbe* primitif (*Protamæba*

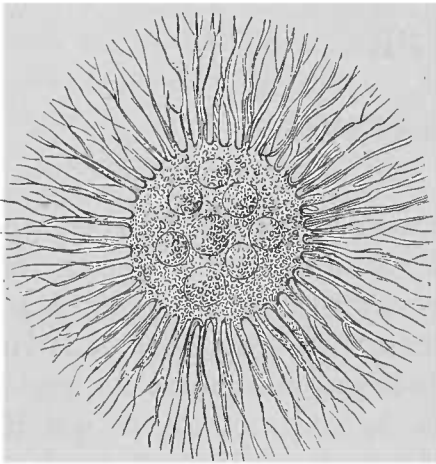


Fig. 333. — *Protomyxa aurantiaca*.

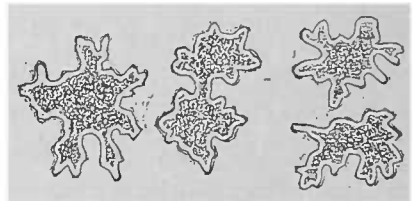


Fig. 334. — *Protamæbe* primitif.

primitiva) d'Hœckel qui vit dans les eaux de la mer. Au repos, la forme de l'animal est à peu près globuleuse, mais lorsqu'il se déplace, il présente un contour irrégulier dû à des prolongements ou pseudopodes à l'aide desquels l'animal rampe sur les corps. Une autre forme intéressante est le *Protomyxa aurantiaca*, découvert par Hœckel en 1867, aux îles Canaries. coloré en rouge-orangé, qui émet de nombreux filaments susceptibles comme ceux des *Protamæbes* de se rétracter. A côté de ces deux types se groupent des espèces dont le nombre augmente tous les jours, vivant dans les eaux douces ou salées, et qui sont encore imparfaitement connues.

SCHYZOMYCÈTES OU BACTÉRIES

496. Ces organismes inférieurs que l'on nomme aussi *Vibrioniens*, Microbes, se présentent sous la forme de petits corps globuleux, de bâtonnets souvent contournés en vrilles, ou de

petits filaments. Les Bactéries globuleuses sont les formes les plus petites ; elles provoquent des décompositions et jamais de putréfaction, et jouent le rôle de ferments figurés : tels sont les ferments de la vaccine (*Micrococcus vaccinæ*), de la diphtérie (*M. diphthericus*), de la septicémie (*M. septicus*). Parmi

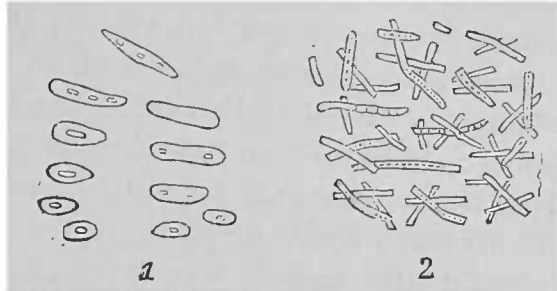


Fig. 335. — *Bacillus subtilis* d'une infusion de foin.

1, germination des spores. — 2, bacilli en filaments.

Bactéries en bâtonnets, le plus commun est le *Bacterium Termo*, que l'on rencontre dans toutes les infusions végétales et animales : c'est le ferment de la putréfaction, comme la levûre de bière est le ferment indispensable de la fermentation alcoolique. Une Bactérie bien connue est le *B. lineola*, plus grande, que l'on trouve dans l'eau de puits et dans l'eau dormante, mais

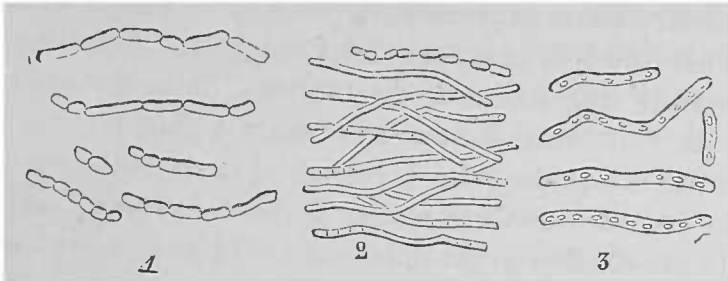


Fig. 336. — *Bacillus anthracis*.

1, bacilli en voie de segmentation. — 2, bacilli en filaments. — 3, bacilli avec spores.

qui ne produit pas la putréfaction. Pasteur a découvert un autre Vibronien composé de plusieurs articles dont le dernier exécute des mouvements énergiques, comme s'il voulait se détacher. Enfin parmi les *Bactéries filiformes*, nous citerons le *Bacillus* ou *Vibrio subtilis* qui détermine la fermentation lactique, doué de mouvements : la Bactérie du sang de la rate (*B. Anthracis*) qui est immobile, et qui est caractéristique des affections charbonneuses.

497 Rôle physiologique des Bactéries. — D'après les beaux travaux de Pasteur et de Cohn, les Bactéries, par leurs propriétés physiologiques et par la facilité avec laquelle elles se multiplient, jouent un grand rôle dans l'économie vivante.

Ces petits organismes se trouvent répandus dans l'air et dans l'eau, ils s'attachent aux corps solides, mais ils ne se multiplient, que lorsque la matière organisée est en voie de décomposition, lorsqu'elle est le siège de fermentations et de putréfaction. Vient-on, par exemple, à exposer à l'air une infusion quelconque de matière organisée, au bout d'un temps plus ou moins long, le liquide perd sa transparence ; il devient laiteux et le microscope annonce la présence d'une myriade de Bactéries. Cohn a calculé, qu'en vingt-quatre heures il se développe plus de seize millions de Bactéries. On peut par les expériences les plus variées démontrer que l'apparition de ces petits êtres est due à des germes flottant dans l'air qui, en tombant dans le liquide, trouvent des conditions favorables à leur développement. Au bout d'un temps plus ou moins long, la dissolution chargée de Bactéries, de trouble qu'elle était, devient transparente ; toute la matière organisée a été dévorée par ces petits êtres ; ceux ci cessent de se multiplier, deviennent immobiles et se ramassent au fond du vase sous forme d'une pellicule blanchâtre.

On démontre aussi expérimentalement que la cause de la putréfaction est due à la présence des Bactéries, car toutes les fois qu'on soustrait une infusion de matière animale ou végétale à l'action de l'air, c'est-à-dire à la pénétration des germes de Bactéries dans le liquide, celui-ci reste transparent et ne se putréfie jamais. On peut même faire entrer de l'air dans un ballon contenant une dissolution organique, mais à la condition que cet air aura été fortement calciné, afin qu'il n'apporte aucun germe vivant dans la dissolution. On doit donc considérer la putréfaction comme un phénomène corrélatif d'actions physiologiques dues à la présence de ces animalcules. D'après Pasteur, les ferments de la putréfaction respirent l'oxygène libre et portent le nom d'*Aérobies*, par opposition aux bactéries de véritables fermentations qui prennent l'oxygène aux substances organiques contenues dans la dissolution et qui portent le nom d'*Anaérobies*.

Les fermentations proprement dites sont dues à des Bactéries qui, par leur présence, provoquent des dédoublements chimiques sans oxydation : le type est la fermentation alcoolique par la

levûre de bière, c'est-à-dire la décomposition du sucre en alcool et en acide carbonique avec production d'une petite quantité de glycérine et d'acide succinique.

Les maladies épidémiques telles que la peste, le choléra, le typhus, la pourriture d'hôpital sont déterminées par l'introduction dans le sang de Bactéries spéciales qui agissent à la manière d'un poison toxique, lequel peut se propager par la respiration, la sueur, les vêtements et le contact.

Dans la pourriture d'hôpital et dans les piqûres anatomiques, la moindre trace de ce poison restée sur le chirurgien ou sur le scalpel de l'anatomiste suffit pour empoisonner une plaie ouverte et produire les accidents les plus graves. C'est encore à l'action des Bactéries que sont dus les phénomènes de la septicémie et l'inoculation de la maladie charbonneuse, comme l'ont prouvé les expériences si concluantes de Pasteur. L'étude des Microbes, grâce aux travaux de l'illustre savant, a donné lieu à des applications pratiques d'une portée immense au point de vue industriel, médical et hygiénique. Ses études sur le vin, sur le vinaigre, la bière et sur les Vers à soie ont donné les résultats les plus remarquables et les plus féconds pour l'agriculture et l'industrie.

En médecine, la théorie des germes permet de conjurer les dangers de l'infection purulente des plaies, de prévenir l'infection charbonneuse par l'inoculation préventive. Toussaint affirme être parvenu à rendre des moutons et des chiens refractaires à l'inoculation charbonneuse en leur injectant du sang charbonneux défibriné dont les Bactéries avaient été tuées par la chaleur.

Pasteur a également constaté qu'on peut mettre les Poules à l'abri du *choléra des Poules* par l'inoculation de bouillon de poule contenant encore des bactériidies. Ces premiers résultats obtenus ouvrent une voie nouvelle dans la prophylaxie des maladies contagieuses.

MYXOMYCÈTES

498. Ces organismes élémentaires sont considérés par quelques naturalistes comme des champignons muqueux; d'autres s'accordent à les ranger dans le règne végétal. Le corps de ces organismes consiste en prolongements amœbiformes qui se confondent entre eux, après avoir pendant un certain temps existé séparés. A l'époque de la fructification, ils se transfor-

ment tout entiers en sporanges dont l'intérieur est rempli de spores qui germent à l'humidité : la spore en se développant change de forme, et se termine à l'une de ses extrémités par un long cil ; il est devenu alors une *Zoospore* qui rampe ou nage d'un côté ou d'autre. Les Zoospores, après s'être multipliées par division, se réunissent en un corps protoplasmique (*Plasmodie*) dont

l'aspect gélatineux a fait donner à ces champignons le nom de champignons muqueux qui vivent le plus souvent dans l'intérieur des plantes.

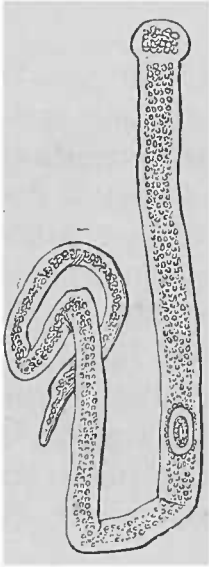


Fig. 337. —
Grégarine géante.

GRÉGARINES

499. Ce sont des organismes cellulaires pourvus d'un noyau et d'une membrane, qui vivent en parasites dans le tube digestif et dans l'intérieur de quelques animaux inférieurs. Parmi ces êtres, nous citerons en particulier la *Grégarine géante* longue de 17 millimètres, qui vit dans le corps du Homard.

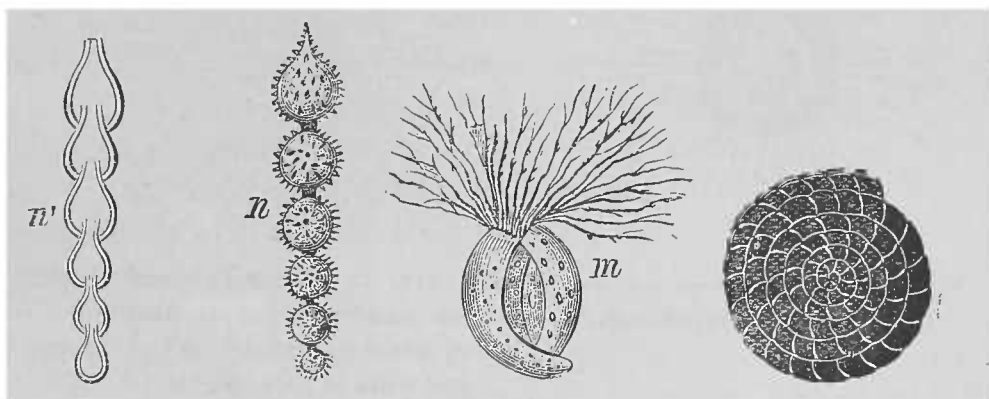
La place des Grégarines est assez difficile à déterminer ; en ne tenant compte que de leur organisation actuelle, les zoologistes les considèrent comme des Protozoaires inférieurs ; toutefois d'après les nouvelles recherches de Giard, il est très probable que ce n'est pas là leur véritable place et que ces animaux sont des Protozoaires d'un ordre plus élevé, dégradés par le parasitisme.

RHIZOPODES.

500. Les Rhizopodes sont des Protozoaires formés de protoplasma granuleux libre, sans membrane d'enveloppe, qui émet des prolongements (pseudopodes) servant à mouvoir l'animal et à lui procurer sa nourriture. Dans l'intérieur du corps, on observe des courants lents de granulations et parfois une vésicule contractile (*Actinophrys*, *Diffflugia*), formes qui les rapprochent des infusoires. Dans la plupart des cas, le protoplasma sécrète des dépôts calcaires ou siliceux sous forme d'aiguilles, de piquants ou même de coquilles simples ou cloisonnées, percées de trous, à grande ouverture ; quelquefois le corps reste, au contraire, nu et

sans enveloppe. On les divise en trois groupes : les FORAMINIFÈRES, les RADIOLAIRES et les AMOÈBES.

501. Foraminifères. — Ces organismes sont généralement des animaux microscopiques, à existence indépendante, dont le corps uniquement composé de substance contractile est renfermé dans une coquille formée de carbonate de chaux emprunté à l'eau dans laquelle ils vivent, ou par l'agglutination de matières étrangères tenues en suspension dans ce liquide. La coquille de forme variée se complique souvent par l'addition de comparti-



Foraminifères.

Fig. 338. — *n*, nodosaria. — Fig. 339. — *Miliola*. Fig. 340. — *Nummulites laevigatus*.
n', section du même.

ments ou loges disposées soit en série linéaire, soit en série spirale plus ou moins régulière, etc.

Le squelette calcaire est percé d'une infinité d'ouvertures, d'où sortent des filaments contractiles ; quelquefois la coquille est seulement perforée en un point qui est aussi occupé par des pseudopodes.

Ces animalcules ont joué un grand rôle dans la formation des roches calcaires à toutes les époques géologiques. La craie se compose principalement de leurs débris et la pierre à chaux de l'époque tertiaire est remplie de squelettes de Foraminifères.

Les formes les plus remarquables sont celles des *Nummulites* qui constituent des couches puissantes de craie (calcaire nummulitique). Le calcaire grossier des environs de Paris renferme le *Miliola* (calcaire à *Milioles*). Les Foraminifères habitent la mer et rampent sur le fond, d'autres flottent à la surface des flots (fig. 336, 337, 338).

502. Radiolaires. — Les caractères de ces Protozoaires, c'est

d'avoir le corps pourvu de filaments siliceux et de posséder une capsule centrale remplie d'une substance visqueuse au milieu de laquelle se trouvent de petites vacuoles, des gouttelettes de graisse et plus rarement des concrétions et des cristaux ; quelquefois il

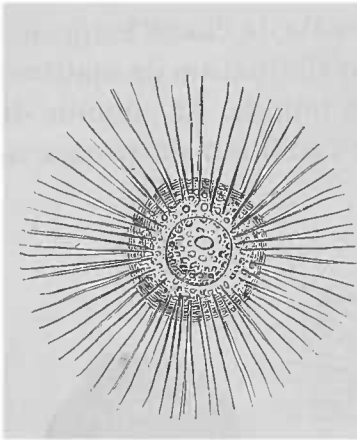


Fig. 341. — Actinophrys montrant les pseudopodes rayonnants.

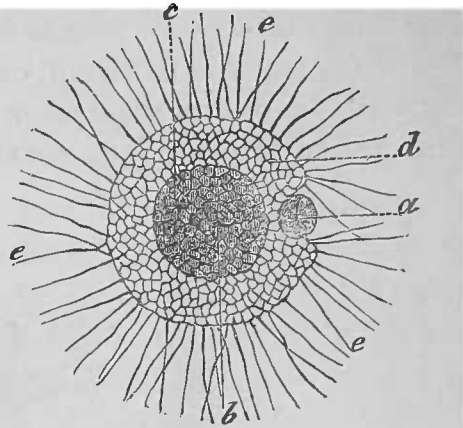


Fig. 342. — Actinosphærium montrant les pseudopodes rayonnants (e, e). — a, masse alimentaire en voie de pénétrer dans le parenchyme du corps.

existe plusieurs capsules centrales. Les Radiolaires sont essentiellement marins, ils nagent à la surface de la mer, mais ils peuvent s'enfoncer dans les couches profondes ; on en trouve quelques-uns dans l'eau douce.

L'*Actinosphærium* est un Radiolaire d'eau douce de forme

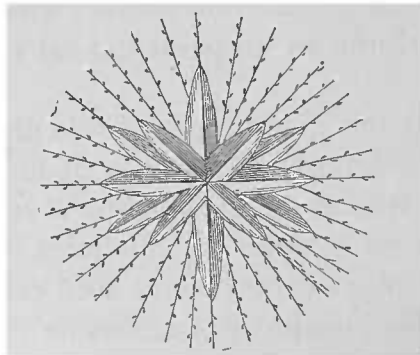


Fig. 343. — Acanthometra lanceolata.

globuleuse, très abondant dans la vase des étangs ; il n'a pas de squelette siliceux.

L'*Acanthocystis*, autre Radiolaire d'eau douce, porte de nom-

breuses épines siliceuses qui partent de la capsule centrale. Enfin un certain nombre ont un squelette formé de plusieurs coquilles treillisées, réunies par des traverses siliceuses disposées en rayons.

AMOEBES

503. Les Amœbes ou Rhizopodes amiboïdes ressemblent beaucoup au Protamœbe, mais ils s'en distinguent par une structure plus avancée, en ce sens qu'on y trouve une vésicule contractile et un parenchyme formé d'une substance granuleuse entouré d'une couche périphérique plus claire. Si on porte sur le porte-objet du microscope une goutte d'eau de mer prise

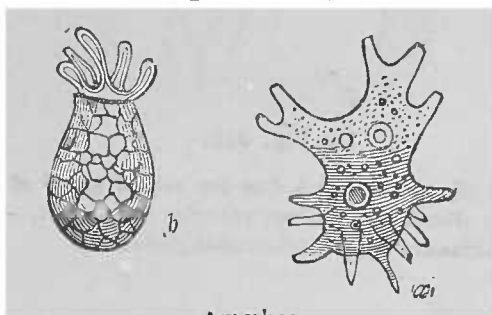


Fig. 344. — *a* et *b* montrant les pseudopodes et les vésicules contractiles.

dans un vase qui a séjourné quelque temps à l'air libre, on y reconnaît une grande quantité de ces organismes qui ressemblent à une goutte d'huile, dont la forme varie à chaque instant par l'apparition des pseudopodes, qui, loin d'être constants, disparaissent en un moment donné pendant qu'il s'en forme d'autres en d'autres points du corps.

Les Amœbes ne sont pas rares, et parfois ils abondent dans les eaux douces. Ils se rencontrent dans la terre humide sous la mousse (*A. terricola*) et dans la mer; bon nombre de ces organismes pourraient bien être des phases de développement d'autres animaux et de plantes.

INFUSOIRES

504. Les Infusoires sont des animaux microscopiques qui se développent le plus souvent dans les infusions de substances animales ou végétales ou bien dans les eaux stagnantes. Leur

forme est généralement arrondie ou ovalaire et leur corps paraît composé d'une substance homogène et transparente, nue ou revêtue d'une enveloppe plus ou moins résistante. On peut les

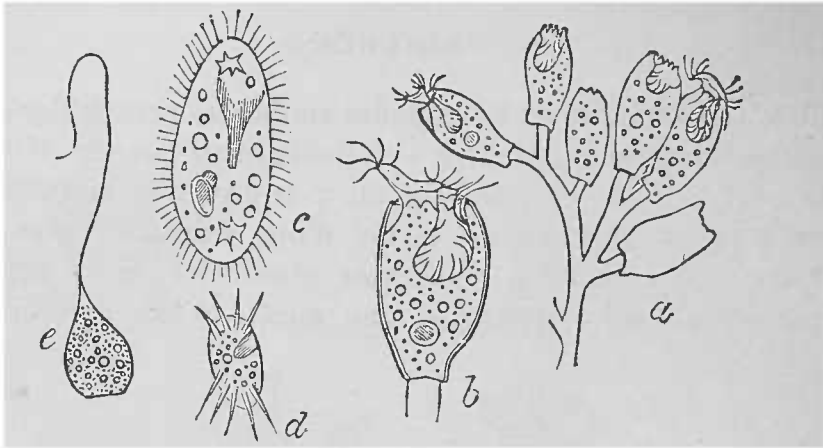


Fig. 345.

a, infusoire pédonculé (*Epistiglis*). — *b*, l'un des calices grossi et isolé, — *c*, *Paramœcia* montrant les vacuoles alimentaires et deux vésicules contractiles. — *d*, infusoire tentaculiforme (*Acinète*). — *e*, infusoire flagellé (*Peranema globulosa*).

diviser en trois groupes : les *Infusoires flagellés*, les *Infusoires tentaculiformes* ou *Acinètes* et les *Infusoires ciliés*.

1° *Infusoires flagellés*. — Ces animalcules sont caractérisés par la présence d'un ou deux longs cils; leur corps est constitué par une masse protoplasmique au milieu de laquelle on distingue une vésicule contractile. A ce groupe, appartiennent les *Noctiluques* à forme sphéroïdale que l'on trouve en abondance à la surface des eaux de l'Océan et qui sont l'une des causes les plus ordinaires de la phosphorescence de la mer.

Le Noctiluque le plus commun est l'espèce *Noctiluca miliaris* très fréquent sur les plages de la Manche. Lorsque ces organismes sont très abondants, ils forment souvent, dans les flaques d'eau laissées par la mer, une couche épaisse et rougeâtre formée par la réunion de ces animalcules : c'est à eux que sont dues ces traînées lumineuses qui apparaissent lorsque les vagues viennent se briser sur la plage. Cette lueur paraît être due à un phénomène d'oxydation, car la phosphorescence ne se produit que lorsque l'on agite l'eau.

2° *Infusoires tentaculiformes*. — Les *Acinètes* possèdent des tentacules filiformes qui rayonnent de tous les points de la

surface du corps et jouent à la fois le rôle d'organes de préhension et de succion.

3° *Infusoires ciliés*. — Ces organismes sont pourvus de cils vibratiles qui servent soit aux mouvements de l'animal, soit à amener les aliments à la bouche (*Paraméciées*, *Vorticelles*, etc.), les Infusoires se reproduisent par scission, par gemmiparité et par des œufs.

2^e TYPE

COELENTERÉS

(ZOOPHYTES.)

503. Cette grande division comprend les animaux que l'on désigne sous le nom de Spongiaires, de Polypes, de Méduses, d'Actinies, etc. Le caractère le plus essentiel de ces animaux est l'existence d'une cavité digestive creusée dans l'épaisseur du corps, qui se partage en canaux rayonnants qui viennent y déboucher. Il n'y a pas encore trace d'un véritable tube digestif et de vaisseaux sanguins différenciés pour la digestion et la circulation. Les fonctions végétatives sont remplies par la paroi de cette cavité qui préside en même temps à la digestion et à la circulation, et à laquelle on a donné pour cette raison le nom de cavité *gastro-vasculaire*. La structure générale des Cœlentérés est une symétrie rayonnée; le nombre fondamental des organes équivalents disposés autour de l'axe du corps est 4 ou 6 ou un multiple de ces nombres.

La reproduction est ou *asexuelle* (division ou bourgeonnement) ou sexuée, et alors les œufs et les zoospores naissent le plus souvent en un point limité de la cavité viscérale.

Comme souvent les individus ainsi produits par voie asexuelle restent unis entre eux, il s'ensuit des colonies polymorphes (*Siphonophores*) composées de groupes d'individus différents qui ont des fonctions différentes; la colonie tout entière représente un organisme simple dont les individus jouent le rôle d'organes. La génération sexuée ne dépasse pas le plus souvent la forme

d'un bourgeon médusoïde qui s'isole quelquefois à l'état de Méduse libre.

Les principaux groupes des Cœlentérés sont : 1° les SPONGIAIRES ; 2° les ANTHOZAIRES, CORALLIAIRES, POLYPES ; 3° les HYDROMÉDUSES ; 4° CTÉNOPHORES.

SPONGIAIRES.

506. Les Spongiaires représentent le terme le plus inférieur de la division des Cœlentérés. Une étude attentive de leur mode de développement les a fait ranger parmi les Cœlentérés, tandis que leur structure les rapproche des Protozoaires.

Les Spongiaires sont toutes aquatiques : les unes vivent dans les cours d'eau douce (*Spongille fluviale*) ; les autres, en plus grand nombre, se rencontrent dans la mer à de grandes profondeurs, ce qui rend leur étude difficile. Ce n'est que dans ces dernières années qu'on a reconnu que le type fondamental de l'organisation porifère doit être recherché dans les *Calci-Éponges*.

Une Éponge présente la forme d'une coupe à fond fixe dont

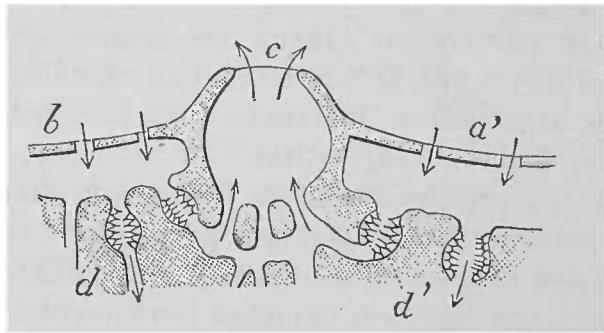


Fig. 346. — Spongille.

c, oscule. — *b*, *b'*, pores. — *d*, *d'*, cellules ciliées.

l'extrémité ouverte (*oscule*) conduit directement dans une cavité spacieuse qui représente un estomac. La paroi de cette coupe se compose de deux couches, l'une externe gélatineuse, l'autre interne composée de cellules ciliées ; sur la face externe sont disséminés des pores microscopiques qui sont les ouvertures de petits canaux qui se rendent dans la cavité viscérale. Le mouvement des cils détermine la formation de petits courants d'eau qui entrent par les pores et sortent par l'oscule.

Le squelette des Éponges consiste toujours en une infinité de *spicules* ou *acicules* formant un réseau plus ou moins compliqué, composé d'une matière animale imprégnée de carbonate de chaux.

La reproduction s'effectue soit par division, soit par cellules germinatives, soit enfin par des œufs fécondés.

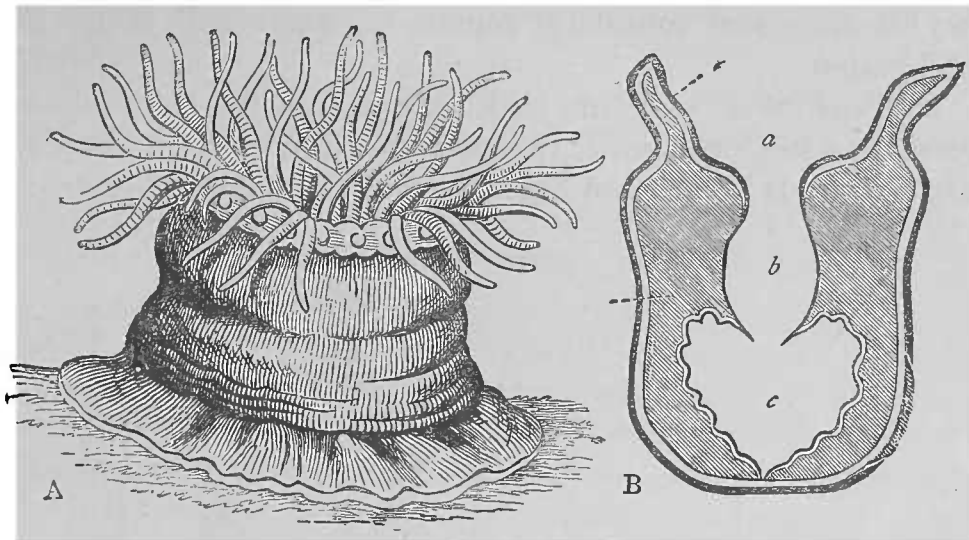


Fig. 347.

A, anémone de mer (*Actinie*). -- B, coupe verticale de l'animal montrant la bouche, l'estomac *b*, et la cavité viscérale *c*.

A l'exception du genre *Spongia*, toutes les éponges sont marines. Quelques espèces sont utilisées, telles sont : l'éponge douce de Syrie (*Spongia usitatissima*) qui est la plus estimée pour les usages de toilette ; l'Éponge commune (*Spongia communis*) dont la surface est criblée de nombreux et larges orifices ; elle sert aux usages domestiques.

ANTHOZOAIRE

507 Les Polypes qui appartiennent à cette classe sont caractérisés par une cavité gastro-vasculaire partagée par de nombreuses cloisons radiaires. Ils sont fréquemment réunis en colonies, qui forment par dépôts calcaires des Coraux.

Les Anthozoaires vivent dans la mer, forment des bancs et des récifs si dangereux pour les navigateurs, et qui deviennent souvent l'origine d'îles nouvelles.

Les principaux groupes sont les Actinozoaires, les Coralliaires et les Madréporaires.

1° *Actinozoaires*. — Comme type de ce groupe, nous citerons l'Anémone de mer (*Actinia mesembryanthemum*) qui existe en grande quantité sur nos rivages.

Cet animal a la forme d'un court cylindre ouvert à sa partie supérieure qui est entourée de tentacules tubuleux très mobiles ; ces filaments sont considérés comme des organes de tact et de préhension.

2° *Coralliaires*. — Parmi les Polypes coralliaires le plus intéressant est le genre *Corail* ; sa forme est celle d'un sac à peu près ovoïde dont la bouche est entourée d'une double couronne de

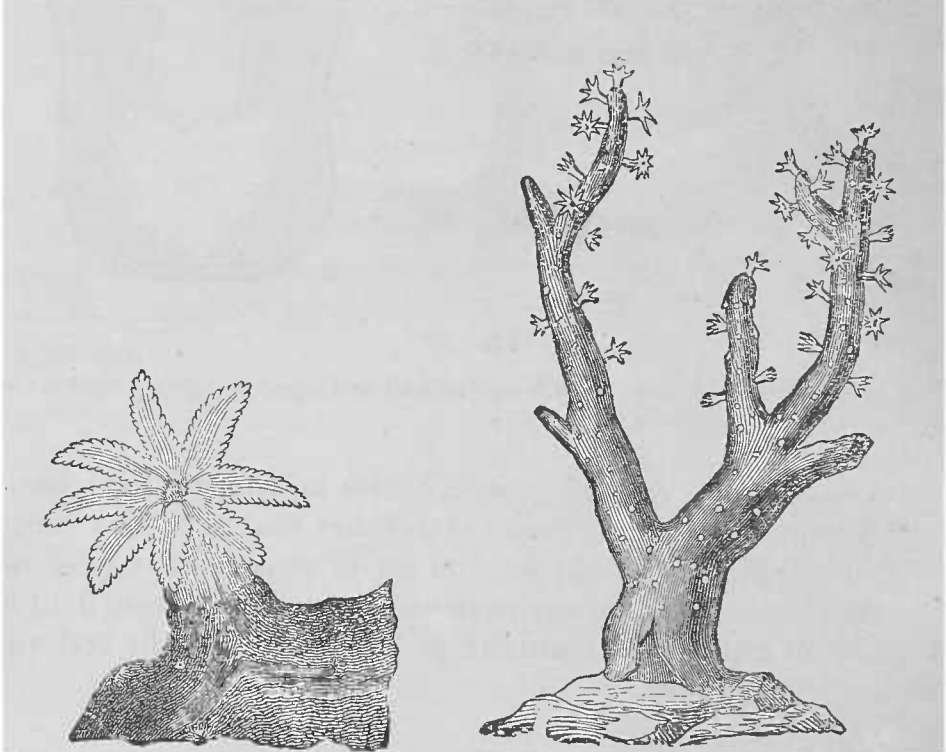


Fig. 348. — Un polype de corail rouge avec ses tentacules, grossi 20 fois. Fig. 349. — Corail rouge. — Polypier couvert de ses animaux.

quatre tentacules ; ces appendices diffèrent essentiellement de ceux que nous avons étudiés dans l'Hydre ; ils sont à peu près égaux, réguliers, à bords ciliés, dont les mouvements servent à amener les aliments vers l'ouverture buccale. C'est à M. de Lacaze-Duthiers que l'on doit tout ce que l'on sait d'exact sur cet animal : il a vu, sur le fond rouge qui forme la base de sustentation de ces êtres, apparaître par instants des étoiles d'un blanc laiteux à huit branches, disparaissant à la moindre agitation.

Les Coraux se rencontrent dans des régions très étendues, mais ils abondent surtout dans les mers chaudes ; quelques-uns vivent solitaires, d'autres vivent en société, envahissant de vastes surfaces pour former ce que l'on nomme des *récifs* de corail. Ces récifs se rencontrent surtout dans l'océan Indien, le Pacifique et la mer des Indes où ils couvrent des milliers de kilomètres carrés. On pêche le corail à 30 mètres de profondeur sur de grands récifs qui forment le fond de la mer de certains points de la Méditerranée et principalement sur les côtes de Naples, de Sicile et d'Algérie.

Les principaux genres qui entrent dans les Coralliaires sont : les *Gorgones*, *Alcyons*, *Pennatules*, *Antipathes*, *Madrépores*, etc.

HYDROMÉDUSES.

508. — Ce groupe comprend les petits Polypes et les colonies de Polypiers, ainsi que les Méduses qui en dérivent. Ces

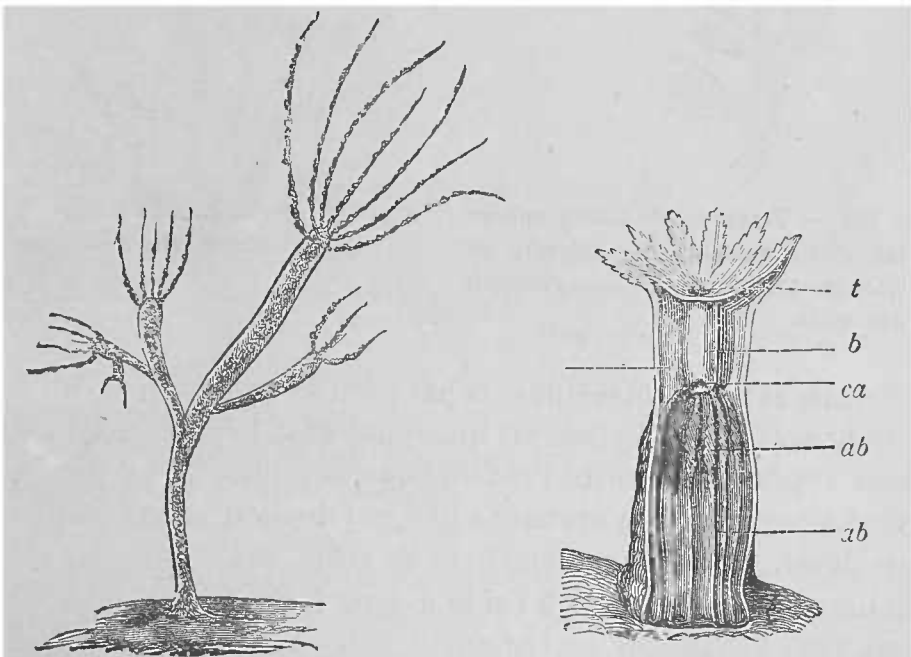


Fig. 350. — Hydre commune avec ses longs bras.

Fig. 351. — Section d'un polype agrégé (*cornulaire épaisse*) d'après Milne Edwards.

t, tentacules. — *b*, bouche. — *ca*, canal alimentaire. — *ab*, cavité générale.

animaux sont plus simples que les Anthozoaires. Leur cavité gastro-vasculaire est simple, et rarement ils ont un squelette cal-

caire analogue à un Polypier. A côté de la reproduction asexuelle qui est généralement répandue et qui donne naissance à des colonies ou à des individus libres, on observe dans tous les groupes la reproduction sexuée; le plus souvent même, ces deux formes de génération alternent régulièrement. V. MÉTAGENÈSE.

Les groupes les plus intéressants de cette classe sont : les HYDRAIRES, les SIPHONOPHORES et les ACALÈPHES.

509. **Hydraires.** — La forme la plus simple des Hydraires est l'*Hydre vulgaire* (*Hydra vulgaris*), Polype d'eau douce qui vit sur les plantes aquatiques. On le trouve souvent fixé à la face inférieure des *Lemna* ou Lentilles d'eau. Il a la forme d'un sac long de quelques millimètres, cylindrique, terminé par de longs tentacules

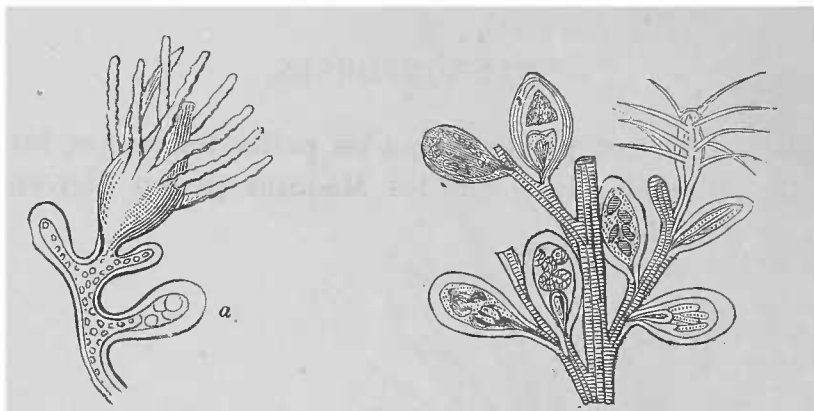


Fig. 352. — Fragment de *Cordylophora lacustris* montrant son polypite et trois gonophores dont l'un *a* contient des œufs.

Fig. 353. — Fragment de colonie du *Cordylophora* plus développé.

filiformes et très protractiles : la paroi du sac se compose de deux membranes, l'une l'*ectoderme* qui représente l'épiderme des animaux supérieurs, l'autre l'*endoderme* qui tapisse la cavité digestive. La reproduction asexuée a lieu par des bourgeons qui, après leur développement, se détachent du corps de la mère. La reproduction sexuée s'effectue à l'aide d'œufs fécondés qui se développent dans l'épaisseur du tégument entre l'*ectoderme* et l'*endoderme* ; les Hydres vivent toujours isolés.

Les *Hydractinies* sont des colonies de Polypes. Comme exemple, nous citerons le *Cordylophora lacustris*, petit hydraire d'eau douce dont les colonies ont la forme de petits arbres à branches étalées, fixés par l'axe sur les corps émergés ; chaque branche est terminée par un individu portant vers le milieu de sa face

externe une couronne de tentacules. La bouche est située au sommet du tube. La reproduction sexuée du *Cordylophora* s'effectue à peu près comme dans l'Hydre, seulement il se forme plusieurs œufs logés dans une sorte de sac ou bourgeon nommé *gonophore*, et qui en sortent par simple rupture de la paroi. Dans la plupart des autres Hydractinies, le bourgeon sexuel se dé-

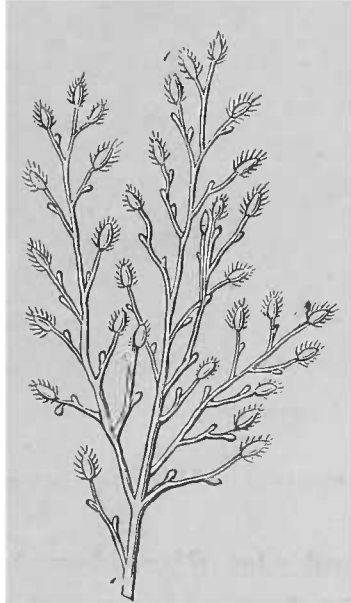


Fig. 354. — *Cordylophora lacustris*.

tache et devient susceptible de vivre isolé, nageant dans la mer. Le gonophore passe par divers états et finit par arriver à constituer un corps en forme de cloche qui ressemble à une Méduse, ce qui lui a fait donner le nom de *Médusoïde*.

Parmi les autres Hydriaires nous signalerons encore les *Sertulaires* et les *Campanulaires*, formant des colonies de polypes ramifiés.

310. Siphonophores. — Les Siphonophores sont une colonie d'Hydriaires libres, polymorphes, dans laquelle les différents bourgeons peuvent être affectés à des usages physiologiques différents, soit que l'on considère ces bourgeons comme des individus distincts, soit qu'on les envisage seulement comme de simples organes d'un même individu.

Les colonies de Siphonophores flottent d'habitude à la surface de la mer : elles sont formées d'un axe principal tubuleux souvent renflé à son extrémité, contenant une vessie aérienne de forme variable, remplie d'air et qui joue le rôle de flotteur.

Ces animaux proviennent d'un œuf fécondé, ils sont réunis dans des gonophores qui affectent les formes les plus variables

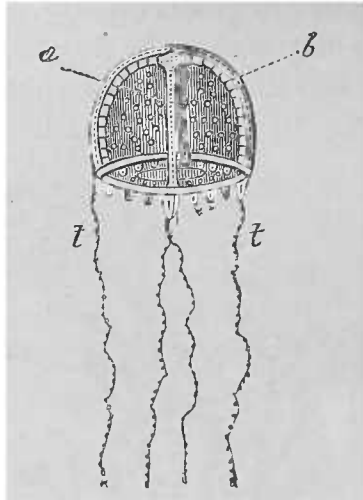


Fig. 355. — Gonophore médusiforme (*Clatia Johnston*).
a polypite. — *b* vaisseaux gastro-vasculaires. *t, t'* tentacules.

et peuvent même devenir des Médusoïdes analogues à celles des Hydraires.

Ce groupe comprend : les *Physophores* à tige courte en forme de sac pourvue d'une vessie aérienne et souvent de vésicules natatoires; les *Physalies* dont la tige transformée en une vaste chambre contient une vessie aérienne sans vésicules natatoires; les bourgeons sexuels paraissent devenir des Méduses libres.

511. Acalèphes. — Ce groupe comprend des Méduses vivant toujours isolées et reproduisant directement des individus semblables à leurs parents; l'animal a la forme d'une ombrelle gélatineuse, épaisse, convexe et lisse à sa partie supérieure, concave à sa partie inférieure et portant au centre de cette face un appendice divisé en quatre bras. Au centre de cette espèce de polypite se trouve la bouche qui conduit dans une cavité spacieuse, et de laquelle partent des canaux qui rayonnent dans l'ombrelle et transportent les substances alimentaires dans l'épaisseur de toutes les parties de l'organisme.

Les principaux genres sont les *Pélagies* (*Pelagia*) ayant une ombrelle hémisphérique à pourtour lobé, portant de nombreux filaments terminés par des bras et des canaux radiaires en forme de sac. Leur développement est direct. Une espèce, la *P. noctiluque* (*P. noctiluca*), habite la Méditerranée; la *Méduse Aurélie*

(*Medusa aurita*) à génération alternante habite la mer du Nord.

Les *Rhizostomes* ont un disque aplati, portent huit bras souples sur lesquels sont disposés les ouvertures buccales ; se rencontrent dans l'Océan et la Méditerranée.

Aux Hydroméduses se rattachent les *Lucernaires* qui sont les

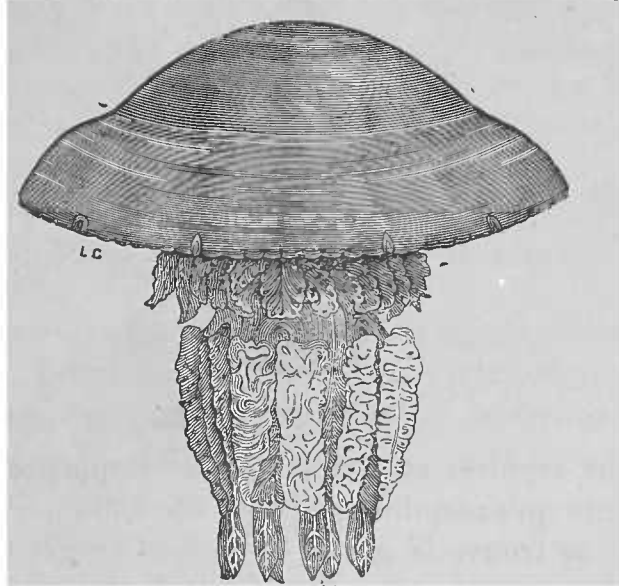


Fig. 356. — Méduse (*Rhizostome* de Cuvier).

intermédiaires entre ces animaux et les Anthozoaires. Ce sont de petites Méduses polypoïdes constituées par un disque gélatineux, épais et solide. De leur face antérieure, partent huit bras munis de tentacules creux qui communiquent avec les canaux radiaires de la cavité gastro-vasculaire ; à l'extérieur ils sont munis de *nématocystes* (cellules à filaments) souvent terminés par des ventouses qui servent à l'animal pour se fixer comme dans la *Lucernaire campanulée*. Les Lucernaires sont des animaux marins.

CTÉNOPHORES.

512. Les Cténophores rappellent beaucoup par leur organisation les Méduses, mais leur forme est différente, ils se présentent habituellement sous l'aspect d'une sorte de sphère de consistance gélatineuse et transparente.

Leur symétrie est bilatérale. La bouche située à l'un des pôles s'ouvre dans un vaste estomac d'où part un système de canaux périphériques.

La progression de l'animal s'effectue par un système de palettes natatoires placées à la surface du corps.

Les Cténophores sont hermaphrodites. Les produits sexuels arrivés à la maturité pénètrent dans la cavité gastro-vasculaire

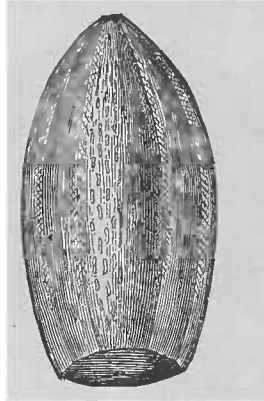


Fig. 367. — Béroë.

et de là sont expulsés au dehors. Le développement est direct et ne présente qu'exceptionnellement des métamorphoses. Dans cette classe se trouve le genre *Béroë* dont l'espèce *Beroë ovatus* habite la Méditerranée et le genre *Vexillum* ou Ceinture de Vénus (*Vexillum Veneris*) de la Méditerranée, etc.

3^e TYPE

VERS

513. Ce type comprend de nombreux organismes qui, bien que présentant entre eux des liens de parenté, ne peuvent pas être considérés comme dérivés d'une souche fondamentale unique. On y trouve des formes particulières qui les rapprochent des Articulés, des Echinodermes, des Mollusques et même des Vertébrés : aussi les naturalistes modernes considèrent la souche des Vers comme devant conduire par différenciations successives à d'autres types ou embranchements. Dans les formes supérieures (*Vers annelés*), le corps cylindrique ou aplati, le plus souvent mou, est articulé, c'est-à-dire divisé en segments plus ou moins distincts qui ne sont que la répétition d'un même organe exécutant une même fonction.

Dans les formes inférieures, le corps est, soit homogène, soit divisé par des étranglements en une série d'anneaux placés

les uns derrière les autres et qui, bien que faisant partie intégrante d'un animal simple, tendent plus ou moins à s'individualiser et une fois séparés peuvent même mener une vie indépendante. Ces segments ou *zoonites* sont des produits d'accroissements liés à la reproduction et n'indiquent nullement comme les anneaux des Vers annelés une individualité supérieure. En général la symétrie du corps est bilatérale; sa forme est plate ou cylindrique; de là la distinction importante des Vers plats et des Vers cylindrique près desquels se place le groupe des Bryozoaires que l'on rangeait parmi les Mollusques.

Les Vers annelés se partagent également en trois classes : les *Rotifères*, les *Géphyriens* et les *Annélides* ou Vers annelés proprement dits.

A côté de la reproduction sexuelle, la reproduction par bourgeonnement, scissiparité ou gemmation est très répandue, principalement pour les formes inférieures, mais fréquemment chez les larves qui diffèrent des vers adultes par la forme et le milieu où ils vivent. V. REPRODUCTION.

VERS PLATS.

514. Les Vers qui composent cette classe sont les plus inférieurs par leur organisation; ils vivent pour la plupart en parasites dans l'intestin des Vertébrés. On les divise en trois ordres : les *Cestoïdes* ou *Rubanés*, les *Trématodes* et les *Turbellariés*.

515. Cestoïdes. — Les Vers rubanés sont tous parasites internes et, dans leur état parfait, on les trouve dans l'intestin des animaux vertébrés. Le corps est mou, aplati, composé d'une succession d'anneaux articulés formant dans leur ensemble une sorte de ruban. Le premier article représente la *tête*, qui diffère des autres anneaux par l'organisation et par les fonctions; les autres articles sont des organes reproducteurs qui se détachent à une certaine époque avec les œufs qu'ils contiennent.

Dans leur état le plus simple, ces organismes affectent la forme sphérique globuleuse, ce qui leur a fait donner le nom de *Vers vésiculaires* ou *cystiques*. Le plus commun est le *Cysticercus* caractérisé par une seule tête, qu'on rencontre chez l'Homme et chez les animaux qui nous entourent; il est surtout fréquent chez le Porc.

La tête du Cysticerque, de forme hémisphérique, se termine par un prolongement conique appelé *trompe* ou proboscide, qui

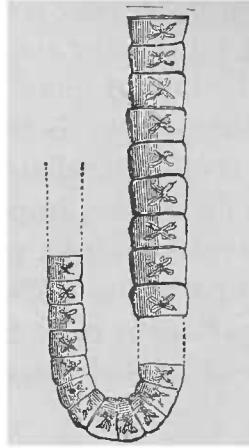


Fig. 358. — Bothriocéphale large.

est entouré à sa base d'une double couronne de crochets au nombre de quinze à seize et, au-dessous des crochets, on trouve quatre petits mamelons qui représentent des ventouses (*oscules*).

Lorsque l'œuf de cet animal s'est développé dans un milieu qui n'est pas approprié à sa nature, la tête n'apparaît pas et il

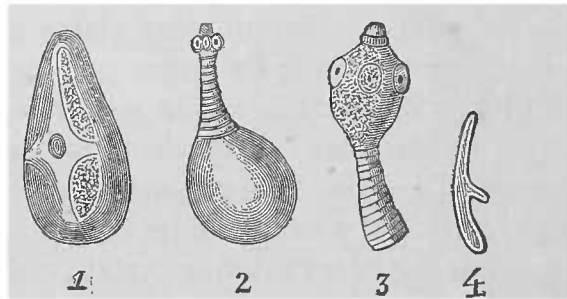


Fig. 359. — Cysticerque.

forme ce que l'on nomme un *Acéphalocyste*; c'est un monstre par arrêt de développement. L'Homme est pour ces œufs un milieu peu convenable. Lorsqu'au contraire le Cysticerque arrive tout formé dans le canal alimentaire, il se trouve dans un milieu favorable à des transformations nouvelles; l'animal se fixe à la muqueuse intestinale au moyen de ses crochets, et donne naissance à des segments articulés qui se remplissent d'œufs et deviennent des proglottis sexuels. Le Cysticerque, en prenant cette nouvelle forme, s'appelle *Ver solitaire* ou *Tænia*.

Si donc un œuf de *Ténia* arrive dans le canal intestinal, le plus souvent il ne se développe pas, le tube digestif de l'Homme n'étant pas un milieu propice ; dans quelques cas pourtant

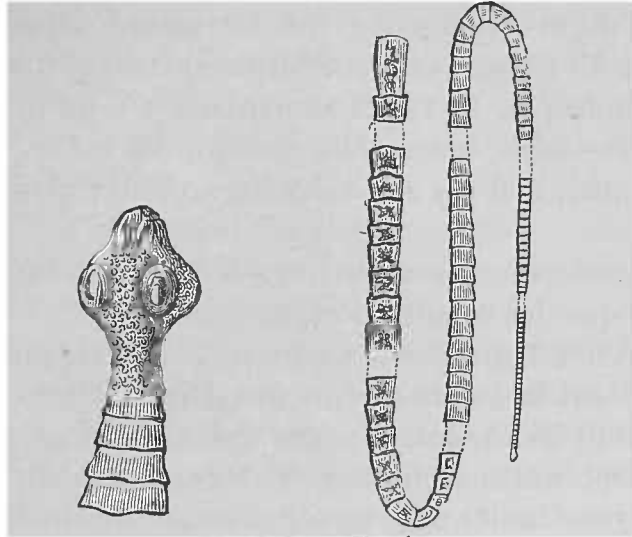


Fig. 360. — *Ténia*.

l'embryon muni de ses crochets, dès qu'il est éclos, se fraye un chemin à travers la paroi intestinale et finit par se loger dans le tissu conjonctif, entre les muscles, dans le foie, etc. ; là il passe à l'état de *Cysticerque* et s'enkyste.

Dans les genres *Cœnure* et *Echinocoque* le Ver cystique a plusieurs têtes. Mais jamais en cet état, le Ver n'acquiert des organes sexuels ; ce n'est que dans le canal alimentaire d'animaux appropriés que les têtes sortent du kyste et se rubanent en donnant naissance à des proglottis sexuées ; ainsi on a :

| FORME CYSTIQUE. | FORME CESTOÏDE. |
|---|--|
| <i>Cysticerque</i> du tissu cellulaire. (cochon) | <i>Ténia</i> solitaire (homme) |
| <i>Cysticerque</i> pisiforme (lapin) | <i>Ténia</i> dentelé (chien) |
| <i>Cœnure</i> cérébral (cerveau de mouton) | <i>Ténia</i> <i>cœnure</i> (chien) |
| <i>Echinocoque</i> des vétérinaires (homme, animaux domestiques) | <i>Ténia</i> <i>échinocoque</i> (chien) |

Signalons encore un Ver rubané qui se trouve aussi dans le corps de l'Homme, c'est le *Bothriocéphale*, dont la tête est dé-

pourvue de crochets et qui, au lieu d'oscules, porte deux sillons longitudinaux. V. MÉTAGÉNÈSE.

316. Trématodes. — Ces Vers sont tous solitaires et parasites, vivant tantôt sur le corps des animaux, tantôt dans leurs organes. Beaucoup sont microscopiques ou atteignent à peine quelques centimètres. La plupart ont une forme aplatie et inarticulée, rarement cylindrique. Le canal alimentaire n'a qu'une seule ouverture, quelquefois même elle manque; il existe un système aquifère ramifié, et il n'y a ni vaisseau sanguin, ni organe respiratoire.

Les organes locomoteurs sont représentés par des organes de fixation tels que des ventouses et des crochets.

La plupart des Trématodes sont vivipares. Les jeunes, une fois éclos, possèdent la forme et l'organisation de leurs parents ou bien présentent les phénomènes de la génération alternante liée à des métamorphoses compliquées. V. MÉTAGÉNÈSE, MÉTAMORPHOSE.

Les embryons tantôt nus, tantôt ciliés, pénètrent dans le corps d'un animal d'un degré inférieur à celui dans lequel le parent est parasite pour s'y convertir en sacs germinatifs, en *Sporocystes*, en *Rédies*. Un Sporocyste est un Distome qui n'a ni bouche ni canal digestif, qui se convertit en un petit Trématode asexué appelé *Cercaire*, lequel, en pénétrant dans le corps d'un autre animal, se convertit en Trématode sexué. V. MÉTAGÉNÈSE DES VERS.

La Rédie a une bouche et un tube digestif dont le contenu peut devenir une nouvelle génération de Rédies d'où proviendront des Cercaires.



Fig. 361. — Doave du foie.

On divise les Trématodes en *Distomes* et *Polystomes*.

Le Distomes ont au plus deux ventouses sans crochets, vivant

en parasites dans l'intérieur du corps et se développant par génération alternante.

L'espèce la plus connue est la Douve du foie (*Distomum hepaticum*) qui a la forme d'une feuille de myrte ou d'une lancette. Elle vit dans les conduits biliaires du mouton et d'autres animaux domestiques. On la trouve accidentellement dans le foie de l'homme.

On ne connaît pas la forme de la larve du Cercaire, pas plus que son hôte.

Les polystomes possèdent des ventouses antérieures et postérieures et des crochets. La plupart sont ectoparasites ; parfois le développement présente des métamorphoses.

517. Turbellariés. — Les animaux de ce groupe ont un genre de vie indépendante ; ils habitent l'eau douce et salée, se trouvent aussi sous les pierres, dans la terre humide et dans la boue. Par la forme de leur corps, ils se rapprochent tantôt des Trématodes, tantôt des Cestoïdes ; les plus petits ne dépassent pas les dimensions de quelques infusoires, tandis que les plus gros peuvent atteindre plus d'un mètre. Ils ont tous une ouverture buccale et un canal digestif, et des vaisseaux de deux sortes : des vaisseaux aquifères ciliés qui s'ouvrent extérieurement par un ou plusieurs pores, et des vaisseaux sanguins (*Némertes*). Parmi les genres, nous citerons les *Planaires* d'eau douce ou marine, et les *Némertes* dont le corps est rubané.

VERS RONDS.

518. Les Vers qui constituent ce groupe ont le corps inarticulé, cylindrique, plus ou moins allongé, quelquefois filiforme et terminé en pointe à ses extrémités ; le plus grand nombre sont parasites soit pendant toute leur vie, soit pendant certaines périodes de leur existence ; à cette classe appartient l'ordre des *Acanthocéphales* et des *Nématodes*.

519. Acanthocéphales. — Ces Vers sont caractérisés par une trompe protractile portant des crochets, n'ayant ni bouche ni canal digestif. Le type est l'*Échinorhynque* qui vit à l'état de larve dans le tube digestif des Amphipodes : en passant dans l'intestin des Poissons et des Oiseaux qui se nourrissent de ces petits crustacées, l'*Échinorhynque* prend sa forme adulte.

520. Nématodes. — Ces Vers ont le corps allongé, filiforme, inar-

ticulé. Un canal alimentaire droit, simple, sans aucune distinction en estomac et intestin, s'étend le long du corps ; la bouche située à l'extrémité antérieure du corps porte des papilles, des piquants ou des crochets ; les Nématodes sont en partie ovipares, en partie vivipares. Leur évolution offre des modifications très variées, le transport des embryons pouvant avoir lieu passivement avec les aliments (*Oxyure*), ou bien par l'intermédiaire d'un hôte.

Le plus grand nombre de ces Vers sont parasites.

Les principaux genres sont : 1° l'*Ascaride* (*Ascaris*) caractérisée par une bouche à trois lèvres : l'*A. lombricoïde* vit dans l'intestin grêle de l'Homme et du Porc. Les œufs de ce grand Nématode arrivent dans l'eau ou dans la terre, et y restent jusqu'à ce qu'ils passent à l'état d'embryon ; il est probable qu'à cet état ils émigrent dans un hôte intermédiaire pour gagner de là l'intestin de l'hôte définitif.

2° L'*Oxyure Vermiculaire*, d'une longueur qui ne dépasse pas 10 millimètres, vit dans le gros intestin de l'homme.

3° La Trichine spirale (*Trichina spiralis*) a le corps capillaire ;

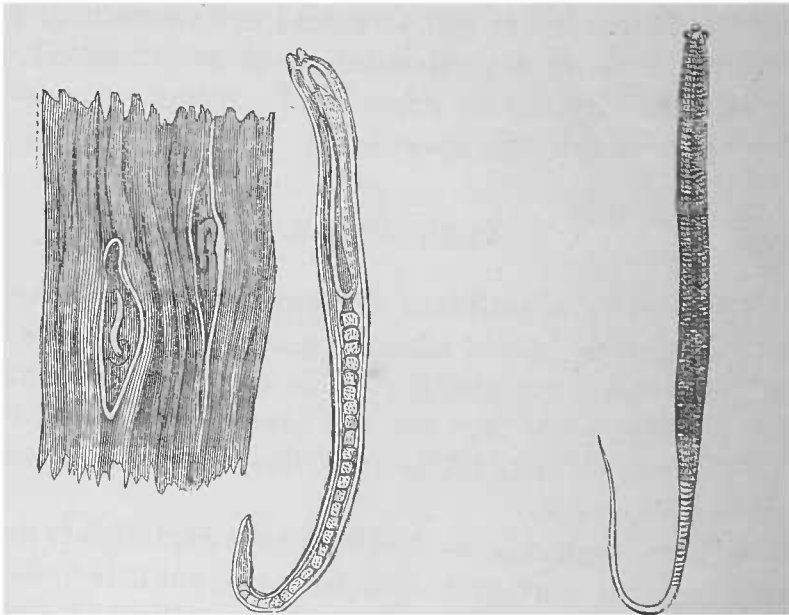


Fig. 362. — A, Trichine. B, Chair avec trichine. Fig. 363. — Filaire de Médine.

sa longueur ne dépasse pas 1^{mm} à 1^{mm},5. Ce Ver n'acquiert son état sexuel que dans le tube digestif de l'Homme, du Porc et d'autres mammifères. Les jeunes mis en liberté dans le canal

alimentaire se frayent un passage à travers le canal alimentaire et s'insinuent dans les fibres musculaires où ils s'enkystent à l'état asexué ; si l'on mange de la viande ainsi trichinosée, les trichines sortant de leurs coques acquièrent leur état sexuel dans le tube digestif, et les milliers d'embryons développés (une femelle peut produire 1000 embryons) perforent la paroi intestinale pour se loger dans les organes de leur hôte.

L'hôte naturel de la Trichine est le Rat, qui, en mangeant sa propre espèce, transmet la trichinose de génération en génération.

Nous citerons encore la *Filaire*, ainsi nommée parce qu'elle a la forme d'un fil ; elle habite la peau des habitants intertropicaux ; le *Dragonneau*, nom donné aux *Gordius* et aux *Mermis* ; enfin les *Anguillules*, dont le plus connu est l'Anguillule du vinaigre.

ANNÉLIDES.

521. Les Annélides sont des Vers annelés, cylindriques ou aplatis, ayant pour organes locomoteurs, tantôt des ventouses aux extrémités du corps (*Hirudinées*), tantôt des faisceaux de soie disposés sur des petits mamelons qui sont des rudiments de pieds, situés sur les anneaux (*Chétopodes*). Un certain nombre respirent par des branchies, d'autres en sont privés et leur respiration est cutanée.

Les Annélides se divisent en deux groupes : les Hirudinées et les Chétopodes.

522. Hirudinées. (Discophores). — Le corps de ces Vers est généralement aplati et leur forme ainsi que leurs ventouses rappellent celle des Trématodes avec lesquels ce groupe a des rapports tels, que quelques zoologistes rangent les Hirudinées parmi les Vers plats. Les anneaux sont en général peu distincts et finissent même par disparaître ; les pieds font complètement défaut, et une grosse ventouse placée à la partie postérieure sert à les fixer.

La bouche est généralement située à l'extrémité antérieure du corps ; elle s'ouvre d'ordinaire dans un pharynx musculieux, quelquefois protractile, d'où un œsophage étroit conduit dans un estomac qui se continue par un intestin étroit.

Les Sangsues sont des animaux aquatiques ou terrestres dont

la plupart sucent le sang, bien que quelques-uns dévorent leur proie.

Le genre le plus intéressant est la Sangsue (*Hirudo*), caractérisé par un pharynx armé de trois mâchoires planes, souvent dentées, qui agissent comme des scies circulaires ; devant l'ouverture buccale est un appendice en forme de cuiller qui joue le rôle de ventouse.

Les espèces employées en médecine sont : la Sangsue médi-

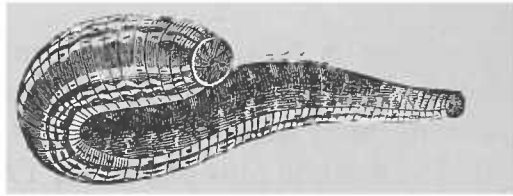


Fig. 364. — Sangsue médicinale.

nale (*Hirudo medicinalis*), et la Sangsue officinale (*Hirudo officinalis*) ; dans les mares des environs de Paris, on trouve une autre espèce plus grosse, l'Hæmopis (*Hæmopis sanguisuga*) qui est peu employée.

525. Chétopodes. — Ces Vers libres vivent les uns sur terre, les autres dans l'eau, surtout dans la mer. Sur les segments extérieurs dont se compose le corps, sont implantés des faisceaux de soie de formes très variées qui servent à la locomotion. La tête notamment est souvent pourvue de filaments tentacutiforme, les *cirrhés*, de forme spéciale ; à côté des cirrhés, on trouve des branchies filiformes, ramifiées, en touffes, en forme de peignes qui occupent la région médiane de corps, la face dorsale, la tête ou les segments antérieurs.

Le canal digestif s'étend, le plus souvent, en ligne droite depuis la bouche jusqu'à l'anus, situé à l'extrémité du corps, quelquefois sur le dos.

Il se divise en œsophage et en intestin ; souvent il existe un pharynx musculieux élargi, armé de papilles ou de mâchoires mobiles.

On observe en outre un système circulatoire comme celui des Sangsues, ayant des parties contractiles et contenant un liquide rouge sans corpuscules. La présence de branchies modifie beaucoup la disposition de l'appareil vasculaire.

Les Chétopodes comprennent deux ordres : les *Oligochætes* et les *Polychætes*.

1° *Oligochætes*. Ce sont des Vers hermaphrodites, sans armature pharyngienne, dépourvus de tentacules, de cirrhes et de branchies ; ils se divisent en *Oligochætes terricoles* et *Oligochætes lemicoles* ; au premier groupe appartient le genre *Lombric* (*Lombricus*) ou Ver de terre, à sang rouge, dont l'espèce type est le *Lombric terrestre* vivant dans la terre, à peau résistante, à sang rouge ; au second groupe appartient le genre *Nais*, qui porte sur



Fig. 365. — Groupe de Serpules.

le corps deux rangées de soies, les unes capillaires, les autres en crochets.

2° *Polychætes*. Ce sont des Vers à sexes séparés avec ou sans armature pharyngienne, des pieds portant de nombreuses soies pourvus de tentacules, de cirrhes et des branchies.

Les principaux genres sont : les *Tubicoles*, annélides munis de

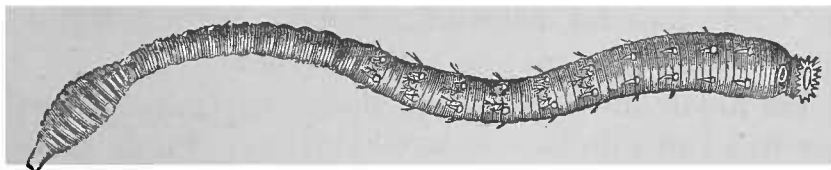


Fig. 366. — Arénicole des pêcheurs.

branchies en forme de panaches, attachées à la tête ou à la partie antérieure du corps. Ils habitent des tubes calcaires droits ou contournés, fixés aux rochers, aux écailles d'huîtres, aux co-

quilles, etc. ; les *Serpules* qui occupent aussi des tubes calcaires ; les *Arénicoles* (*Dorsibranches*) ayant des faisceaux de soies (branchies) distribués par paires sur les divers anneaux du corps, vivant dans le sable du rivage ; enfin les *Néréides errantes* qui sont aussi des Dorsibranches nageant librement dans la mer.

ROTIFÈRES.

524. Les Rotifères que les anciens appelaient animalcules à roue étaient autrefois considérés comme des Infusoires : ce sont de vrais Vers segmentés seulement à la surface du corps, pourvus d'un appareil ciliaire situé à la partie antérieure du corps et d'un

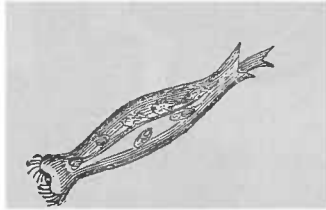


Fig. 367. — Rotifère.

système aquifère comme chez les Turbellariés. L'organe digestif consiste en un court œsophage conduisant dans une cavité digestive ciliée qui se prolonge en un intestin également cilié et qui s'ouvre d'ordinaire en dehors dans un cloaque ; mais chez quelques Rotifères l'estomac se termine en cul-de-sac. Nulle part il n'existe d'appareil circulatoire, et le liquide sanguin est contenu dans la cavité viscérale.

Le système nerveux est représenté par un gros ganglion placé sur un des côtés du corps, près du disque.

Presque tous les Rotateurs sont ovipares : ils produisent deux sortes d'œufs ; les œufs d'été à coque mince, les œufs d'hiver à coque dure ; tous les mâles actuellement connus diffèrent des femelles en ce qu'ils sont plus petits et n'ont pas de canal alimentaire. Les Rotateurs habitent particulièrement l'eau douce ; tantôt ils nagent à l'aide de leur appareil rotateur, tantôt ils se fixent aux corps étrangers au moyen d'appendices fixés à leur extrémité postérieure. Quelques espèces peuvent résister à un dessèchement et reprendre la vie lorsqu'on les plonge dans l'eau. V. REVIVISCENCE.

Parmi les Rotifères, nous signalerons l'*Hydatina senta* que l'on

trouve dans nos eaux douces, animal microscopique, ovoïde, dont le corps est divisé en anneaux; son extrémité antérieure offre une large surface ou disque dont le pourtour couvert de cils vibratiles constitue l'*organe rotatoire*.

Les Rotifères serapprochent des Turbellariés par leurs vaisseaux aquifères, et des Annélides par la segmentation superficielle de leur corps et leur appareil rotatoire qui rappelle les roues ciliées des larves d'Annélides.

BRIOZOAIRES OU POLIZOAIRES.

525. Ces petits animaux, le plus souvent agrégés, se rapprochent des Sertulaires et des Campanulaires (*Cœlentérés*) par la forme de leur corps et leur mode d'existence : aussi, pendant longtemps, on les a réunis dans un même groupe, mais la disposition de leur tube digestif pourvu d'une bouche et d'un anus, la présence d'un ganglion nerveux simple les rapprochent des Rotifères. Quelques naturalistes et, en particulier Leuckart et Gegenbaur, les placent parmi les Vers, tandis que Milne-Edwards, Van Beneden et autres croient que leur ressemblance avec les Tuniciers doit les faire ranger parmi les Mollusques.

Les Bryozoaires sont de petits animaux dont la taille est ordinairement de moins d'un millimètre, vivant en colonies nombreuses dans les eaux douces et marines, attachés à des rochers, à des pierres, à des plantes où ils forment des agrégations qui rappellent des expansions d'écorce, de lichens, de mousse en miniature ; ce n'est qu'exceptionnellement que les individus sont isolés. En général, ces colonies ont la consistance de la corne; elles sont fréquemment encroutées de matière calcaire.

Chaque individu (*zooïde*) qui bourgeonne du tronc commun prend le nom de *Polypide*; il est entouré d'une cellule régulière dure, l'*ectocyste*, dont l'ouverture antérieure permet à la partie antérieure du corps revêtue d'une partie molle et portant une couronne de tentacules ciliées de faire saillie au dehors.

La bouche est située au niveau de l'orifice de l'ectocyste et portée par un disque (*lophophore*) entouré de tentacules ciliées; elle conduit dans un pharynx tubuleux auquel fait suite une dilatation stomacale et un intestin qui vient s'ouvrir

au voisinage de la bouche, sur la face dorsale de l'animal.

Les Bryozoaires sont un exemple remarquable de polymorphisme, car les individus d'une même colonie n'ont pas la même structure et ne sont pas chargés des mêmes fonctions : ainsi, outre certains segments de la tige qui représentent le substratum ramifié de la colonie, on trouve très répandus chez les Bryozoaires

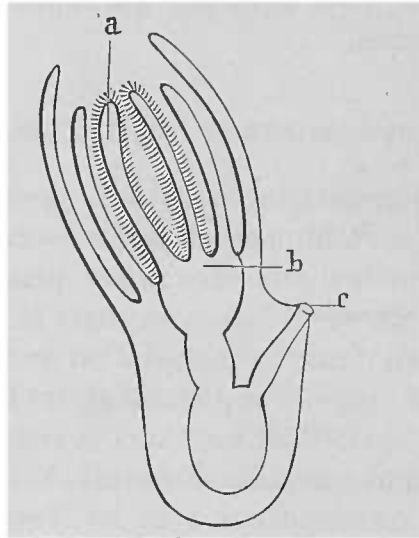


Fig. 368. — Schéma d'un Bryozoaire.

a, tentacules ciliés. — *b*, entrée du tube digestif. — *c*, orifice de sortie.

marins des appendices en forme de tenailles, munies de soies tactiles et qui peuvent servir d'organes de préhension ; on les nomme *aviculaires* à cause de leur ressemblance avec le bec d'un oiseau. Dans d'autres Bryozoaires, ces appendices sont remplacés par des lanières mobiles nommées *vibraculaires* ; enfin on distingue quelquefois d'autres individus, les *avicelles*, qui portent chacun un œuf. Tous ces petits organismes peuvent être considérés comme des individus distincts au même titre que les appendices des *Siphonophores*. La reproduction des Bryozoaires est tantôt sexuelle et tantôt asexuelle, et dans ce dernier cas, elle a lieu par germes et gemmiparité.

Parmi les genres qui appartiennent à ce groupe nous citerons : les *Cristatelles* (*Cristatella*), colonie mobile, transparente, portée sur un disque pédieux commun ; les *Plumatelles* (*Plumatella*), colonie fixe, massive ou ramifiée, de consistance parcheminée ou charnue, formant des amas de tubes filiformes et ramifiés qu'on observe

sur les plantes aquatiques, notamment sur les feuilles des Nénuphars.

Les *Flustres* (*Flustra*) forment par leur réunion de larges ex-

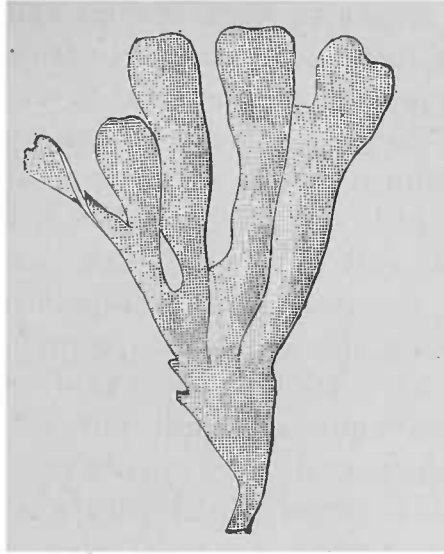


Fig. 369. — Flustre.

pansions incrustées ; on les trouve dans l'Océan et dans la Méditerranée.

4^e TYPE

ÉCHINODERME.

526. Les Echinodermes, comme les Cœlentérés, forment un groupe d'un type particulier. La symétrie rayonnée ayant été considérée pendant longtemps comme le caractère fondamental de ces animaux, Cuvier n'avait pas hésité à les réunir dans l'embranchement des Rayonnés, à côté des Méduses et des Polypes ; mais le fait que, chez les Echinodermes, la symétrie rayonnée se transforme souvent en symétrie bilatérale ne permet plus d'admettre cette manière de voir. Cette opinion est encore fondée sur l'organisation intérieure de ces animaux, qui les éloigne encore des Cœlentérés par la présence d'un tube digestif et d'un système vasculaire sanguin distincts, par un squelette dermique incrusté de calcaire, souvent muni de piquants, par un système nerveux et des canaux ambulacraires.

Tandis que chez les Cœlentérés les parties annulaires sont

groupées autour de la bouche au nombre de quatre, six ou un multiple, chez les Échinodermes c'est le nombre cinq.

On peut considérer le corps des Echinodermes comme représentant une sphère divisée en deux moitiés symétriques par cinq plans; mais cette forme régulière ne se trouve jamais réalisée. Il n'est pas rare que certaines parties se développent plus que les autres, et alors l'animal présente manifestement une irrégularité qui fait reconnaître une symétrie bilatérale. De la forme sphérique découlent toutes les formes des Echinodermes par un allongement ou un aplatissement de l'axe principal.

Les caractères importants des Echinodermes sont : 1° une incrustation calcaire des téguments composés de baguettes, spicules, plaques, etc.; 2° un système aquifère particulier, et un système *ambulacraire* qui lui est uni, formé d'un canal annulaire entourant l'œsophage et de cinq canaux radiaires ciliés et remplis d'eau; 3° un tube digestif distinct de la cavité viscérale divisé en trois parties, œsophage, estomac, intestin, suspendu par un mésentère; 4° un système nerveux formé de cinq troncs ou davantage, suivant le nombre de rayons.

La reproduction paraît être toujours sexuelle. L'embryon quitte l'œuf sous forme d'une larve bilatéralement symétrique, ciliée et ayant l'apparence d'un Ver.

La transformation en Echinoderme a lieu par le développement du système ambulacraire, du système vasculaire et des nerfs. La complète conformité des larves des Echinodermes et des larves des Vers a fait reconnaître les relations de parenté qui existent entre ces deux groupes d'animaux, surtout avec les Annélides, et a, en dernier lieu, donné naissance à cette hypothèse de Hœckel, suivant laquelle les Echinodermes seraient des colonies de Vers qui prennent naissance par bourgeonnement dans l'intérieur de véritables Vers et qui restent unis pour former un seul organisme.

Le groupe des Echinodermes se subdivise en quatre classes : les ASTÉRIDES, les CRINOÏDES, les ECHINIDES et les HOLOTHURIDES.

527 Astérides. — Ce groupe, caractérisé par la forme discoïde et régulière, d'ordinaire étoilée du corps, représente les plus anciens Échinodermes, ce qui est non seulement démontré par la géologie, mais encore par leur organisation qui est la moins éloignée de la souche primitive.

Chaque Astérie ou Étoile de mer est composée d'un petit

disque médian qui porte la bouche, d'où partent des bras articulés au nombre de cinq. Chaque bras correspond par son organisation à un Ver articulé de la classe des Annélides, ce qui fait considérer l'Astérie comme un assemblage de cinq ou d'un

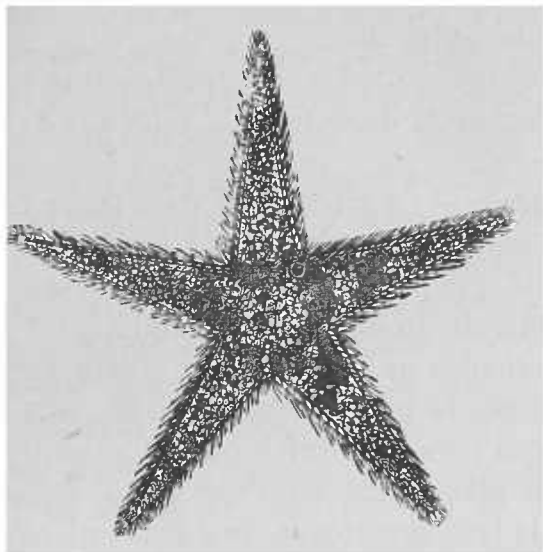


Fig. 370. — Astérie.

plus grand nombre de vers articulés qui se sont développés autour d'un Ver central.

Toutes les Astérides possèdent un squelette calcaire composé

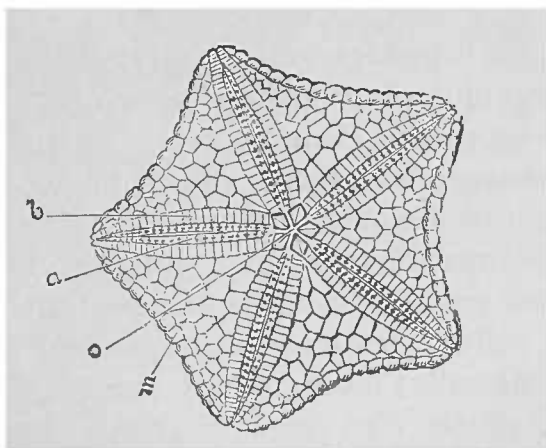


Fig. 371. — Diagramme de l'Étoile de mer.

o, bouche avec plaques buccales; *a*, appendices tuberculeux de l'intestin.

de plaques ou d'épaisses baguettes; le canal alimentaire est très court et quelquefois dépourvu d'anus.

Les *Ophiures* qui font partie de cette classe sont aussi des

Échinodermes étoilés à cinq rayons; leurs bras cylindriques et flexibles, semblables à des serpents, se distinguent nettement du disque aplati. Ils sont recouverts de plaques calcaires et servent à l'animal à ramper entre les plantes marines. Un petit nombre d'Ophiures subissent une métamorphose directe; d'autres passent par l'état de larve ciliée.

Les *Euryales* sont caractérisés par des bras souples ou ramifiés pouvant s'enrouler du côté de la bouche; ils sont dépourvus de plaques.

528. Crinoïdes. — Ce groupe qui, dans les époques anciennes, offrait un développement de formes très variées, n'est actuellement représenté que par un petit nombre d'espèces.

La forme générale du corps est une coupe ou calice supporté par une tige articulée qui se fixe aux objets environnants. Les articles de la tige, le plus souvent pentagonaux, sont traversés par un canal qui sert à la nutrition. Antérieurement, le corps est recouvert de plaques calcaires sur le côté dorsal et d'une peau résistante sur la face supérieure. Des bords du calice partent des bras souples, bifurqués ou ramifiés; autour de la bouche sont des appendices ambulacraires, tentaculiformes. Quelques Crinoïdes peuvent se détacher de la tige et devenir libres; tels sont les *Comatules*, Crinoïdes vivants qui, bien qu'essentiellement sédentaires, nagent au moyen de leurs bras lorsqu'ils veulent changer de place.

La plupart de Crinoïdes sont fossiles; ils ont vécu dans les périodes paléozoïque et secondaire; parmi les formes vivantes, nous citerons les genres *Pentacrinus* et *Comatula*.

529. Echinides ou Oursins. — Ces Échinodermes ont un corps globuleux, ovale ou discoïde, formé par une enveloppe composée de plaques calcaires non mobiles, disposées en séries régulières, chez les espèces vivantes, ces plaques constituent vingt rangées disposées par paires: les unes correspondent aux rayons, les autres à leur intervalle; les premières, appelées plaques ambulacraires ou *ambulacres*, sont percées de trous par lesquels sortent les tubes ambulacraires et portent, de même que les plaques ambulacraires, des tubercules sur lesquels s'insèrent des piquants mobiles. La plupart des Echinides sont pourvus d'une armature buccale complexe, composée de cinq paires de pièces calcaires ou davantage, comme chez les vrais Oursins, et que l'on nomme lanterne de Diogène.

Les Oursins vivent principalement sur les côtes, ils rampent lentement, se nourrissent de petits animaux marins et de fucoïdes. On rencontre des Oursins fossiles dans l'étage silurien.

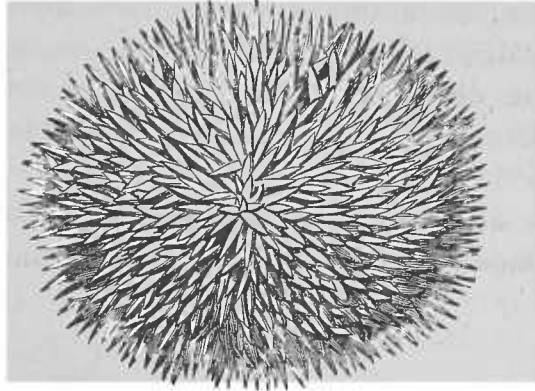


Fig. 372. — Oursin commun.

Ceux de l'époque secondaire ont la configuration des Oursins actuels.

Dans le groupe des Échinides se trouve : 1° le genre *Echinus*

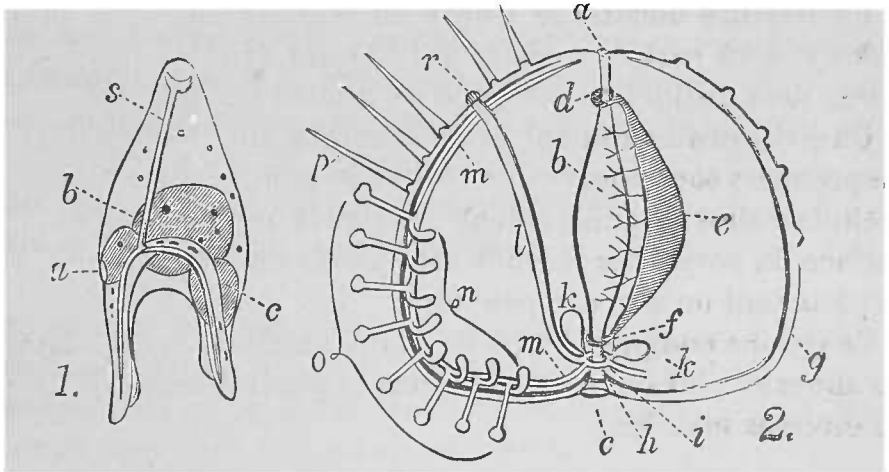


Fig. 373.

1. Larve d'Échinide montrant la bouche *a*, l'estomac *b*, l'intestin *c*.

2. Schéma d'Échinide : *a*, bouche ; *b*, estomac ; *e*, intestin ; *mn*, canal rayonnant ; *d* et *f*, anneaux vasculaires entourant le canal alimentaire ; *e*, cœur (Huxley).

dont les espèces vivent dans l'Océan et la Méditerranée et sont comestibles ; 2° le genre *Cidaris* à test globuleux, aplati du côté de l'ouverture buccale ; 3° le genre *Spatange* (*Spatangus*), Oursin irrégulier à test cordiforme, avec ambulacres pétaoloïdes très étalés.

550. Holothurides. — Les Holothuries se rapprochent des Vers par la forme de leur corps cylindrique et allongé et par la symétrie bilatérale de beaucoup d'organes. L'enveloppe du corps n'est jamais formée par un test calcaire solide, comme dans les autres classes : ces animaux restent toujours mous et coriaces. Les dépôts calcaires des autres Échinodermes sont représentés par des parties disséminées dans la substance de la peau, les uns qui ressemblent à des anneaux, à des roues, les autres à des baguettes ramifiées.

Les tubes ambulacraires sont irrégulièrement répartis sur toute la surface du corps ; ils sont terminés par deux ventouses.

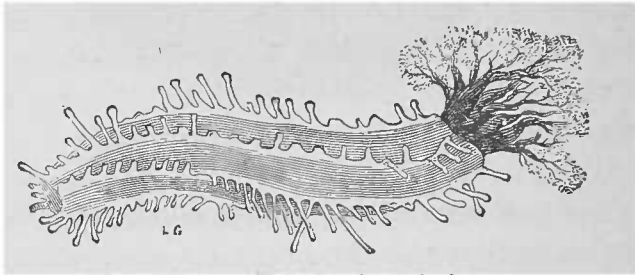


Fig. 374. — Holothurie tubuleuse.

L'ouverture buccale se trouve au centre d'un cercle de tentacules et d'où part l'œsophage qui se rend dans un canal alimentaire, sans distinction marquée d'estomac et d'intestin.

On divise ordinairement les Holothurides en *Pédicules* et *Apodes* ; les premiers sont pourvus de véritables poumons et ont des tubes ambulacraires régulièrement distribués ou disséminés sur la surface du corps ; les seconds sont privés de tubes ambulacraires et possèdent ou non des poumons.

Ce groupe comprend tous les animaux dont le corps est divisé en anneaux plus ou moins distincts et généralement différenciés de diverses manières.

5^e TYPE

ARTHROPODES

551. Le caractère important qui les distingue des Vers supérieurs (Annélides) et qui indique une organisation plus élevée est la présence sur les anneaux d'appendices articulés pairs qui ser-

vent d'organes pour la locomotion, tandis que chez les Annélides, le déplacement du corps se fait par déplacement des anneaux et par ondulations du corps tout entier. Chez les Arthropodes, cette fonction se trouve localisée dans des appendices déterminés, ce qui assure une exécution plus parfaite; aussi tandis que les Vers ne peuvent que ramper ou nager, les Arthropodes, grâce à leurs membres, exécutent les mouvements les plus variés, dans l'eau, sur le sol et dans l'air, c'est-à-dire qu'ils sont essentiellement terrestres et aériens. Le développement des membres est aussi nécessairement lié à une différenciation des anneaux du corps et à la transformation du tégument externe en une sorte de squelette rigide. Un nombre d'anneaux plus ou moins semblables se réunissent pour constituer des régions plus grandes du corps, et même peuvent se souder entre eux.

En général, le corps présente trois parties distinctes, la *tête*, le *thorax* et l'*abdomen*, dont les appendices possèdent une structure et des fonctions différentes. A la tête, ces appendices se modifient pour former les organes des sens (yeux), les organes du toucher (antennes), les organes qui servent à la préhension, à la mastication, et les diverses pièces buccales. Le thorax se fait remarquer par la fusion d'un groupe d'anneaux, par la rigidité des téguments; il est ordinairement distinct de la tête et, par eux, réuni à elle pour former une seule région, le *céphalothorax*. C'est sur cette partie que sont fixés les organes locomoteurs. Au contraire, l'abdomen est presque toujours dépourvu de membres et très nettement annelé.

Dans tous les Arthropodes, la peau présente une dureté très grande: tantôt elle est recouverte seulement d'une cuticule très résistante; tantôt la cuticule s'incruste de carbonate de chaux (*Écrevisse, Homard*) ou bien de chitine (*Insectes*), et l'animal se trouve pourvu d'un véritable squelette externe.

L'organisation intérieure rappelle toujours plus ou moins celle des Annélides, sans jamais présenter une segmentation bien distincte. Comme chez les Annelés, le système nerveux est constitué par un anneau œsophagien qui se rattache à une chaîne ganglionnaire *ventrale*. L'organe central de la respiration a une situation dorsale, à la place même où chez les Annélides il y a un tronc vasculaire qui fonctionne comme un cœur; il en résulte que la dérivation de la souche des Arthropodes de celle des Vers se révèle non seulement par les appendices du corps qui

ont subi une adaptation nécessaire, mais encore par le rapport des divers systèmes d'organes qui sont les mêmes partout. Le tube digestif est nettement distinct, mais sa forme et son degré d'organisation sont très variables; la respiration est tantôt trachéenne, tantôt branchiale; la circulation toujours imparfaite; il existe habituellement un cœur situé au-dessus du tube digestif. La reproduction est généralement sexuelle; elle n'a jamais lieu par scissiparité ou gemmiparité; parfois cependant des œufs non fécondés peuvent se développer par *parthénogénèse* ainsi que par germes. V. REPRODUCTION.

Les Arthropodes peuvent se diviser en deux grands groupes: l'un se compose d'un grand nombre d'animaux destinés à la vie aquatique qui, lorsqu'ils sont pourvus d'organes respiratoires, possèdent des branchies; l'autre comprend les formes à respiration aérienne, qui ont pour organes respiratoires soit des sacs pulmonaires, soit des trachées. Au premier groupe correspondent les CRUSTACÉS; le second comprend les ARACHNIDES, les MYRIAPODES et les INSECTES.

CRUSTACÉS.

552. La classe des Crustacés comprend un grand nombre d'animaux qui ont comme caractère commun d'avoir une respiration aquatique qui peut être branchiale ou cutanée. L'enveloppe tégumentaire est très souvent rendue solide et pierreuse par un dépôt calcaire. Les crustacés se distinguent par un grand nombre de paires de pattes qui toutes, même celles de la région céphalique, servent à la locomotion. En général la tête se soude au thorax (*céphalothorax*); elle porte des antennes qui peuvent servir à la locomotion et à la préhension. La bouche surmontée d'une lèvre supérieure est munie sur les côtés d'une paire d'appendices solides (*mandibules*); les deux paires de membres suivants sont les *mâchoires* proprement dites, et même il existe encore une ou plusieurs paires de *pieds-mâchoires* qui ressemblent plus ou moins aux pattes. Les membres thoraciques qui, dans la règle, sont au nombre de cinq paires, ont une structure très diverse, suivant le genre de vie et les usages auxquels ils sont destinés. Enfin les membres de l'abdomen sont tantôt des organes locomoteurs, des organes de saut, de natation et même de respiration.

On divise les Crustacés en six ordres : *Cirripèdes*, *Copépodes*, *Ostracodes*, *Branchiopodes* ou *Phyllopes*, *Arthrostracés* (Amphipodes et Isopodes) et *Thoracostracés* ou *Podophalmes* (Décapodes, Stomapodes).

Les formes les plus intéressantes pour nous sont : les *Décapodes*, les *Stomapodes* et les *Isopodes*.

1° Crustacés décapodes. — Caractérisés par des branchies extérieures et cinq paires de pattes. La tête et le thorax de ces animaux sont entièrement soudés et forment un céphalothorax recouvert par un grand bouclier nommé *carapace*. L'abdomen,

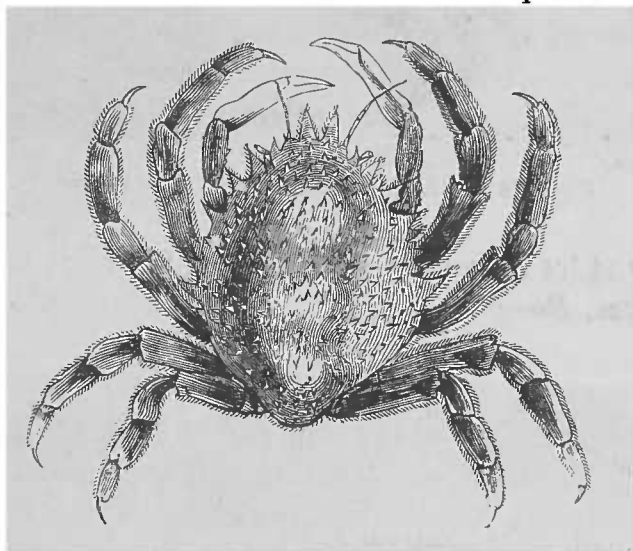


Fig. 375. — *Lithode maia*.

au contraire, est distinct, et sa disposition plus ou moins allongée les a fait diviser en Décapodes *brachyures* et Décapodes *macroures*. La bouche porte six paires d'appendices dont la forme varie : la première paire forme les *mandibules*, la seconde paire représente les *mâchoires*, et les trois paires qui viennent après sont appelées *pieds-mâchoires* et servent à saisir et à retenir la proie.

Décapodes brachyures. — Caractérisés par la petitesse extrême de leur abdomen qui est replié sous le corps ; ils sont connus généralement sous le nom de *Crabes*. Les principales espèces sont : le *Crabe maia* très-commun dans l'Océan et dans la Méditerranée ; le *Crabe tourteau* que l'on trouve dans la Manche ; le *Crabe terrestre* et le *Pagure*.

Décapodes macroures. — Caractérisés par le grand développement de l'abdomen dont chaque anneau porte des appen-

dices très-petits appelés pour cette raison *faussés pattes*. Les espèces comestibles sont : les *Langoustes*, les *Homards*, les

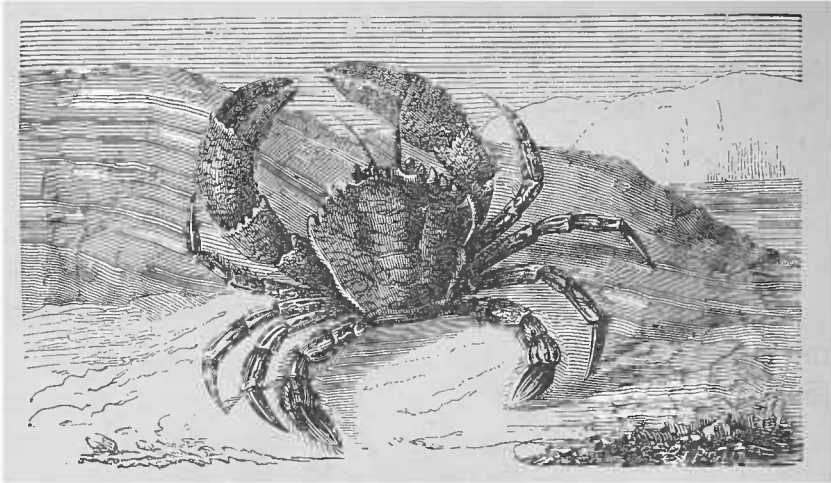


Fig. 376. — Étrille commune (*Portunus puber*).

Écrevisses et les *Palœmons*, vulgairement connus sous les noms de *Crevettes*, *Bouque's*.

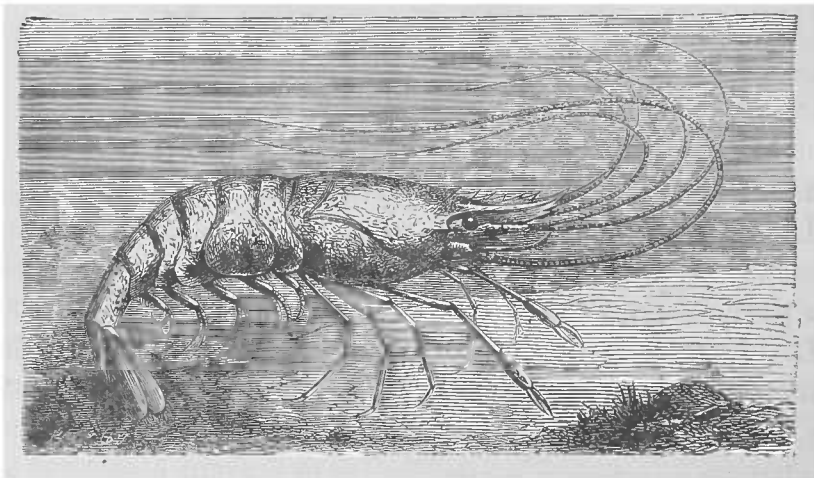


Fig. 377. — Palœmon porte-scie (*Palæmon servatus*)

2° Stomapodes. — Caractérisés par des branchies libres, flottantes, suspendues aux fausses pattes de l'abdomen, quelquefois aux pattes thoraciques. Les *Squilles*, dont on connaît deux espèces habitant la Méditerranée, appartiennent à cet ordre.

3° Crustacés isopodes. — Caractérisés par la similitude de leurs anneaux qui portent chacun une paire de pattes égale-

ment semblables. Le *Cloporte* que l'on trouve dans les lieux

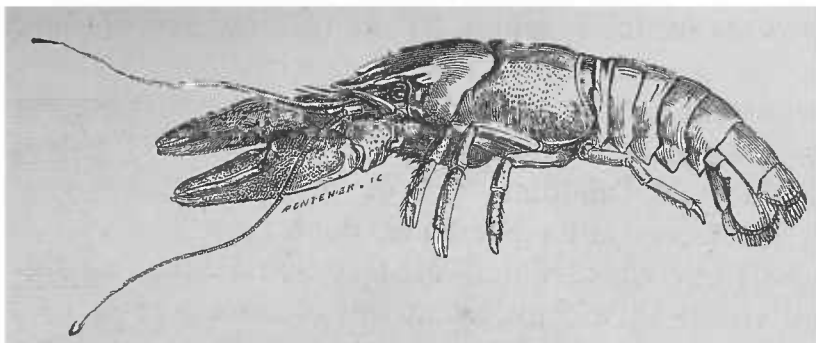


Fig. 378. — Écrevisse fluviatile (*Astacus fluviatilis*.)

humides, dans les caves, les fentes des murs est le plus commun de cet ordre.

ARACHNIDES.

533. Cette classe comprend les animaux articulés, à membres articulés, au nombre de quatre ; le corps est partagé en deux parties : l'antérieure désignée sous le nom de *céphalothorax* réunit la tête et le thorax et porte exclusivement les organes de la locomotion ; en avant, se trouvent les yeux toujours simples, au nombre de deux à huit et la bouche. Les appendices buccaux sont toujours au nombre de deux paires : en avant les *mandibules* terminées ou non par un ongle aigu, et derrière, les mâchoires munies d'un palpe.

L'abdomen est ordinairement mou, sans trace de segmentations ; il contient le cœur, les organes respiratoires et les organes producteurs de la soie chez les espèces fileuses.

Certaines Arachnides respirent au moyen de trachées, d'autres au moyen de poumons ; de là l'ancienne division de ces animaux en Arachnides pulmonaires et en Arachnides trachéennes ; mais cette division est trop absolue, car nous trouvons des Arachnides qui possèdent ces deux modes de respiration, et d'autres qui n'ont que la respiration cutanée.

On peut les diviser en trois groupes : 1° les *Acaréens* qui sont les plus simples en organisation ; 2° les *Aranéïdes* qui renferment les Araignées caractérisées par un grand développement de l'abdomen ; 3° les *Scorpionides* dont l'organisation est la plus parfaite.

1° Acariens. — Ce groupe qui tire son nom du genre *Acare*,

comprend des animaux très-petits qui, pour la plupart, vivent en parasites sur les végétaux ou sur le corps des animaux dont ils percent la peau et sucent les humeurs.

Les uns ont la forme de sphères, d'autres ont été comparés à des tortues ; il en est un certain nombre dont le céphalothorax est distinct de l'abdomen ; à ce groupe appartiennent les *Mites*, les *Acares* et les *Sarcoptes*, dont l'un d'eux, le *Sarcopte de la gale* (*Sarcoptes scabiei*), est très-bien connu : c'est un petit animal visible à l'œil nu, ayant 0^{mm},33 de long ; son corps déprimé a été comparé à celui d'une tortue ; il a quatre paires de pattes. Le *Sarcopte de la gale* est un animal nocturne, fouisseur, admirablement organisé pour entamer les tissus.

Nous citerons encore les *Ixodes* ou *Tiques* qui vivent dans les champs de genets, s'accrochent aux hommes et aux animaux ; enfin les *Trombidions* connus sous le nom de *Rougets* se fixent à la peau et déterminent des démangeaisons.

2° **Aranéides.** — Ce groupe renferme les *Araignées* proprement dites. Leur céphalothorax peu développé est séparé de l'abdomen par un sillon profond ; les unes respirent par des poumons, d'autres au moyen des trachées ; il en est même qui possèdent ces deux modes de respiration.

La bouche des *Araignées* est munie d'antennes-pinces ou chélicères terminées par un petit crochet présentant à son sommet un petit trou pour la sortie du venin qui est formé par une

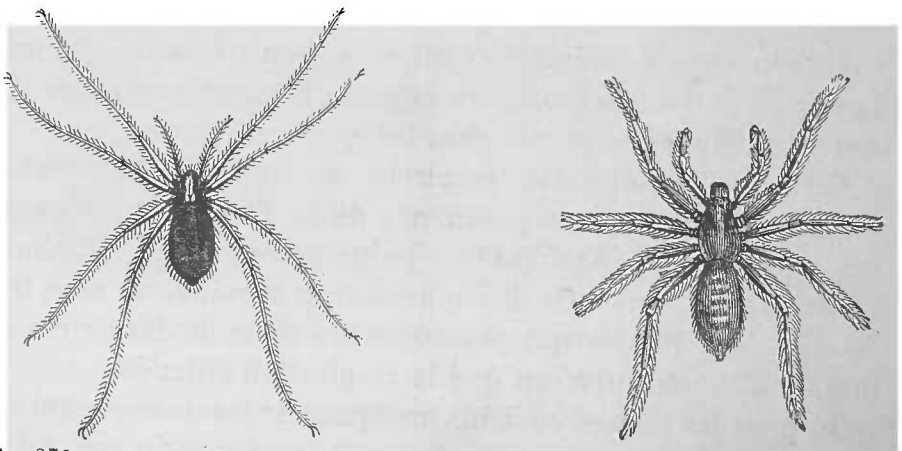


Fig. 379. — Araignée commune.

Fig. 380. — Mygale maçonne.

glande située à la base des antennes. Quelques *Araignées* dites *fileuses* possèdent d'autres glandes contenues dans l'abdomen qui sécrètent la matière des fils ; ces glandes aboutissent à des

petits mamelons appelés *filières* a cause de leurs usages ; ils sont percés d'une infinité de petits trous d'où sort une matière visqueuse qui s'étire en fils fins avec lesquels ces animaux construisent leur toile. Les principales Araignées fileuses sont les *Epéïres* que nous voyons dans nos jardins au centre d'une toile à fils rayonnés et qui produisent ce que l'on nomme les *filz de la Vierge* ; la *Tégénérinaire* domestique qui fait sa toile dans les vieux troncs d'arbres ; le *Pholque* ou Araignée à longues pattes qui file sa toile dans les angles des appartements ; les *Ségestrès* qui vivent dans les caves et les vieux murs ; les *Lycoses* auxquelles appartiennent la *Tarentule* qui produit le tarentisme, dont les effets sont analogues à un empoisonnement léger par les Solanées ; enfin les *Mygales*, les plus grosses des Araignées connues, qu'on rencontre dans tous les pays chauds et même dans le midi de la France.

3° **Scorpionides.** — Arachnides à corps très-allongé qui se ter-

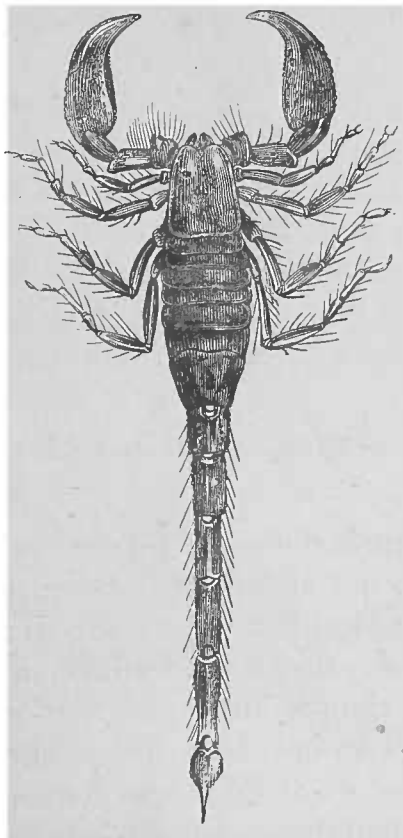


Fig. 381. — Scorpion tunisien.

mine par un prolongement de l'abdomen qu'on nomme *queue*. Le dard aigu qui le termine est une arme offensive redoutable ;

il reçoit le venin d'une glande particulière et les blessures qu'il fait peuvent produire même chez l'Homme les accidents les plus graves. Les pays chauds en possèdent de grandes et de redoutables espèces; on en trouve dans le midi de l'Europe.

Les principales espèces sont : le Scorpion d'Europe qui est brun ; le Scorpion roussâtre du midi de la France ; le Scorpion tunisien d'Afrique qui est brun noirâtre.

MYRIAPODES.

554. La forme générale des Myriapodes est celle d'un Annélide. La tête est parfaitement distincte, mais le thorax et l'abdomen

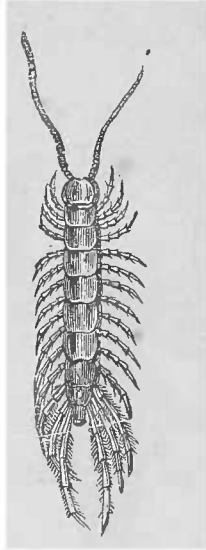


Fig. 382. — Myriapode (*Lithabius fortificatus*).

sont confondus et formés d'une série d'anneaux identiques présentant sur les côtés des appendices également identiques.

Les Myriapodes respirent par des trachées; on les divise en *Chilopodes* et en *Diplopodes*. Les premiers ont une seule paire de pattes insérées à chaque anneau sur les côtés de la ligne médiane; les seconds en ont deux paires sur chaque anneau.

Dans les Chilopodes, on distingue les Scolopendres qui peuvent causer des accidents résultant de leur morsure; ils habitent les pays chauds. La *Scolopendra cingulata* habite le midi de la France.

Parmi les Diplopodes, on trouve dans nos pays les *Iules*, qui

vivent dans les lieux sablonneux; quelques-uns se tiennent tapis dans les écorces des arbres.

INSECTES.

535. La classe des Insectes renferme un nombre considérable d'animaux qui sont des Articulés proprement dits, c'est-à-dire qu'ils sont décomposables en segments distincts qui, chez quelques-uns, sont mobiles les uns sur les autres. Ces segments sont au nombre de trois : la tête, le thorax et l'abdomen, et ces parties sont elles-mêmes composées d'anneaux secondaires que l'on peut rendre bien visible en les traitant par un acide faible.

1° La tête n'est composée que d'un seul anneau; en avant elle porte toujours une paire d'*antennes*, souvent des yeux simples et toujours des yeux composés; en dessous sont les appendices buccaux qui, considérés chez les insectes broyeurs, se composent d'une *lèvre antérieure* mobile et d'une *lèvre postérieure* munie d'un palpe; latéralement se trouvent quatre autres pièces, les supérieures ou *mandibules* et les inférieures ou *mâchoires* qui portent aussi un palpe. Ces pièces sont rigides, tranchantes et fonctionnent à la manière de faucilles; elles sont

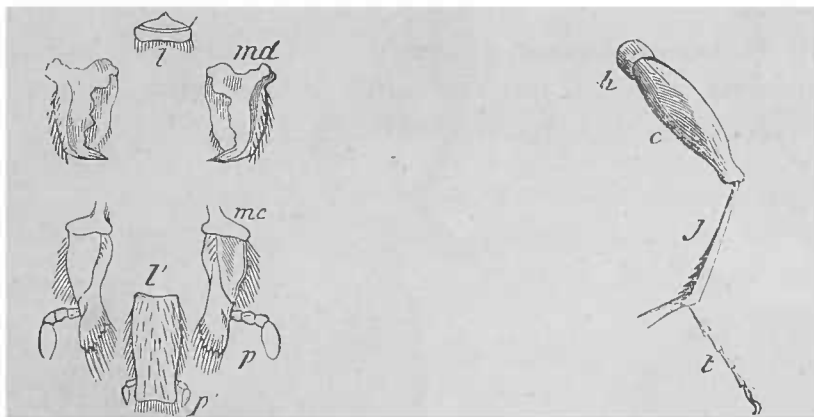


Fig. 383. — Organes buccaux d'un insecteur broyeur.

Fig. 384. — Patte de coléoptère pentamère.

l, lèvre supérieure. — *l'*, lèvre inférieure. — *md*, mandibules. — *mc*, mâchoires. — *p*, palpes maxillaires. — *p'*, palpes labiaux (fig. 303).

h, hanche. — *c*, cuisse. — *j*, jambe, *t*, tarse (fig. 304).

en général distinctes, mais néanmoins elles peuvent s'unir bord à bord et se modifier, comme cela a lieu chez les Insectes suceurs.

2° Le *thorax* est formé de trois anneaux qui ont reçu chacun

un nom : l'antérieur ou *prothorax* porte une paire de pattes ; on l'appelle le *corselet*. Le second, *mésothorax*, et le troisième *métathorax* sont toujours soudés ; ils portent chacun une paire de pattes en dessous et une paire d'ailes en dessus.

Les pattes qui occupent l'arceau ventral sont composées de plusieurs articles qui sont : la *hanche*, la *cuisse*, la *jambe* et le *tarse* qui se termine par une *griffe*. La conformation du tarse joue un rôle important dans la classification ; il est ordinairement formé d'une série de petits articles et, suivant le nombre, on dit que l'insecte est trimère si le tarse en a trois à chaque patte, *tétramère* s'il y en a quatre, *pentamère* s'il y en a cinq, etc.

Les ailes représentent une membrane très-mince, supportée par un squelette solide composé de *nervures* ramifiées. Ces organes ont une plus grande importance que les pattes dans la classification : si l'insecte a quatre ailes, on dit qu'il est *tétrapète* ; si le mésothorax seul porte des ailes, l'insecte est dit *diptère* ; il est dit *aptère* s'il y a absence d'ailes.

3° L'*abdomen*, composé de neuf anneaux au plus, ne porte généralement pas d'appendices locomoteurs. Beaucoup de femelles ont à leur extrémité postérieure des tarières et des glandes accessoires qui sécrètent des liquides plus ou moins vénimeux.

536. Métamorphose des insectes. — Les Insectes, comme les Amphibiens, passent, dans le cours de leur vie, par plusieurs états successifs ; ils éprouvent des métamorphoses qui sont loin

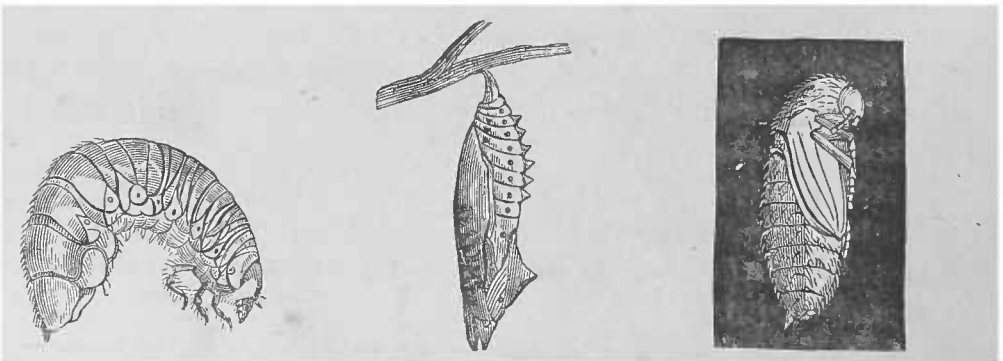


Fig. 385. — Larve du Hanneton commun ou ver blanc.

Fig. 386. — Chrysalide du Grand Paon de jour.

Fig. 387. — Nymphe du Dermeste du lard.

d'être les mêmes pour tous les Insectes, malgré les nombreuses affinités naturelles qui lient entre eux ces animaux.

On distingue deux sortes de métamorphoses : 1° Les insectes

à *demi-métamorphoses* sortent de l'œuf avec la forme générale du corps mais ayant quelques organes de moins, ou encore avec des organes modifiés pour un genre de vie différent de celui qu'ils auraient à l'état parfait ; ainsi les ailes n'existent pas et les pattes peuvent subir des transformations.

2° Les insectes à *métamorphoses complètes* passent par trois états successifs : dans le premier, l'animal est cylindrique, la tête est solide ainsi que les pattes lorsqu'elles existent ; mais souvent ces Vers sont apodes et la tête n'a rien qui la distingue du reste du corps ; dans quelques cas, il existe un nombre plus considérable de pattes qu'à l'état adulte. Enfin la bouche, souvent énorme, est, dans le plus grand nombre de cas, pourvue d'appendices propres aux Insectes broyeur : ce premier état est désigné sous le nom de *larve*, ou de *chenille* pour le Papillon.

Le second état est celui de *nymphe* ou de *chrysalide* pour le Papillon ; c'est un état de repos complet et de transformation également complète ; après plusieurs mues successives, la nymphe est comme emmaillottée dans sa peau nouvelle, dépouillée ou encore revêtue de sa peau ancienne, enfermée ou non dans un tissu filé par elle. Là elle éprouve la transformation la plus considérable ; les ailes se développent ; les appendices buccaux et locomoteurs prennent leur forme définitive ; une dernière mue brise l'enveloppe de la nymphe et l'animal en sort d'abord humide avec des ailes et des pattes qui se solidifient à l'air ; c'est l'*état parfait*.

557 Division des Insectes. — La classification des Insectes repose surtout sur la présence ou l'absence des ailes, sur le nombre et les modifications de ces appendices, aussi bien que sur les appendices buccaux.

Certains Insectes ont quatre ailes diversement modifiées, ce sont les *Tétraptères* ; d'autres n'ont qu'une paire d'ailes, on les nomme *Diptères* ; d'autres enfin en manquent, ce sont les *Áptères*.

Les Tétraptères ont été divisés en un certain nombre d'ordres : les *Hyménoptères*, les *Coléoptères*, les *Orthoptères*, les *Névroptères*, les *Hémiptères*, les *Lépidoptères*.

TABLEAU

8

DES INSECTES DIVISÉS EN SEPT ORDRES.

| | | |
|-------------------|---|---|
| HYMÉNOPTÈRES..... | { | Ailes membraneuses, non réticulées; bouche composée de deux mandibules cornées, de mâchoires et de lèvres plus ou moins allongées propres à la succion. |
| COLÉOPTÈRES..... | { | Ailes antérieures transformées en <i>élytres</i> ; deux paires d'ailes membraneuses avec nervures rameuses, pliées transversalement. Bouche composée de deux mandibules cornées, de mâchoires et de lèvres propres à broyer. — Métamorphoses complètes. |
| ORTHOPTÈRES..... | { | Ailes antérieures en forme d'élytres semi-membraneuses; les postérieures, membraneuses très-veinées, pliées longitudinalement en éventail; bouche pourvue de mandibules et de mâchoires comme dans les coléoptères. — Demi-métamorphoses. |
| NÉVROPTÈRES..... | { | Quatre ailes membraneuses réticulées, bouche pourvue de mandibules et de mâchoires. |
| LÉPIDOPTÈRES..... | { | Ailes membraneuses couvertes de petites écailles; bouche composée de mâchoires et de lèvres soudées ensemble de manière à former une trompe. |
| HÉMIPTÈRES..... | { | Ailes membraneuses à nervures, les antérieures souvent transformées en demi-élytres; bouche composée de pièces soudées entre elles de manière à former un suçoir. |
| DIPTÈRES..... | { | Deux ailes veinées; bouche composée de pièces soudées en forme de bec. |
| APTÈRES..... | { | Ailes nulles; abdomen pourvu ou non d'appendices locomoteurs. |

HYMÉNOPTÈRES

558. Les Hyménoptères se reconnaissent facilement à leurs quatre ailes membraneuses non réticulées. La tête et l'abdomen se distinguent facilement du thorax. Outre les yeux composés, ces Insectes ont trois yeux simples disposés en triangle entre les yeux composés. La lèvre supérieure et les mandibules sont conformées pour broyer, tandis que leurs mâchoires et leur lèvre inférieure s'allongent et portent les palpes qui, réunis en faisceau, forment une sorte de trompe propre à la succion.

Ces Insectes subissent des métamorphoses complètes.
On les a divisés en *Hyménoptères térébrants* et *Hyménoptères*

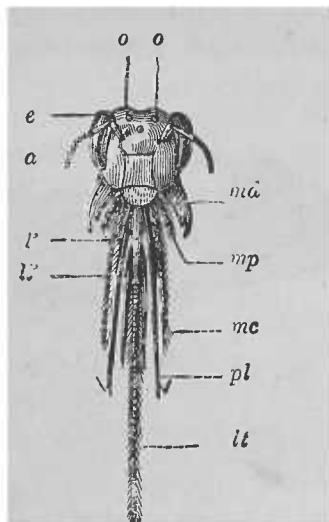


Fig. 388. — Tête d'un Hyménoptère.

Tête d'Antrophore. — *oo*, ocelles ou yeux simples. — *e*, œil composé. — *a*, antenne. — *md*, mandibule. — *mc*, mâchoire. — *pm*, palpe maxillaire. — *l'*, lèvre inférieure ou languette. — *ll'*, lobe de la languette. — *pl*, pâlpe labial. — *it*, trompe formée par la languette.

porte-aiguillons, suivant que la femelle porte à l'extrémité postérieure une tarière ou un aiguillon.

539. Hyménoptères térébrants ou à tarière. — Dans cette section, on distingue la famille des *Porte-scies* chez lesquels la

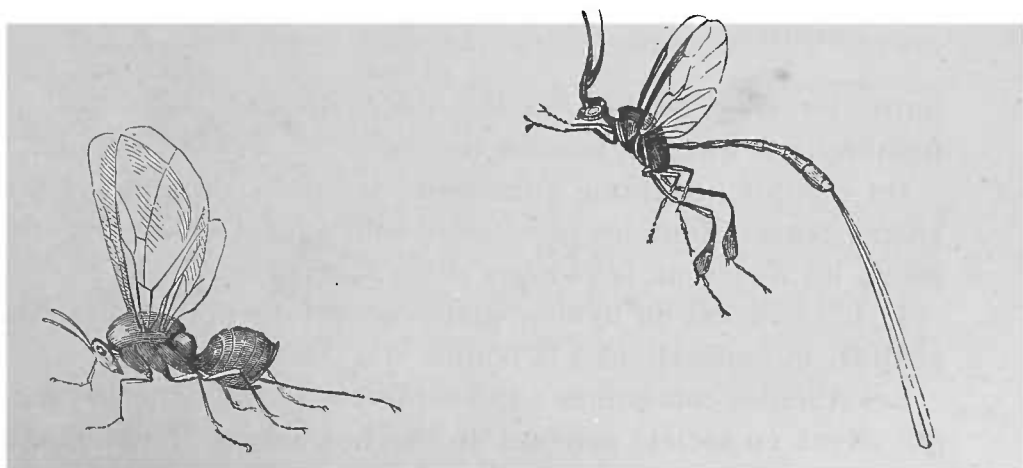


Fig. 389. — Cynips du chêne.

Fig. 390. — Ichneumon.

tarière a la forme d'une scie dentée; tels sont les *Tenthrides*, qui attaquent les branches des végétaux. La famille des *Pupi-*

vores attaque, en général, les Insectes vivants pour y déposer ses œufs: les *Ichneumons* en sont le principal genre. La tribu que l'on désigne sous le nom de *Cynipidés* dépose ses œufs dans les végétaux; le genre le plus intéressant est le *Cynips*, qui dépose ses œufs dans les branches des chênes, ce qui détermine

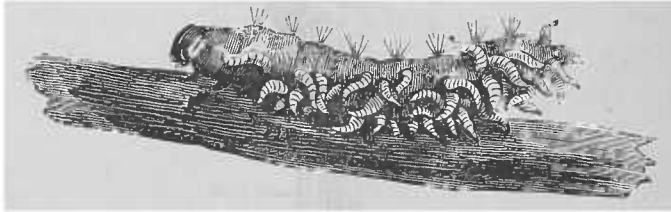


Fig. 391. — Larve d'Ichneumon.

la production de ces excroissances que l'on connaît sous le nom de *noix de galle*.

340. Hyménoptères porte-aiguillons. — Dans cette section, l'insecte porte un aiguillon caché et rétractile dans l'abdomen. Un certain nombre d'espèces qui vivent en société possèdent,

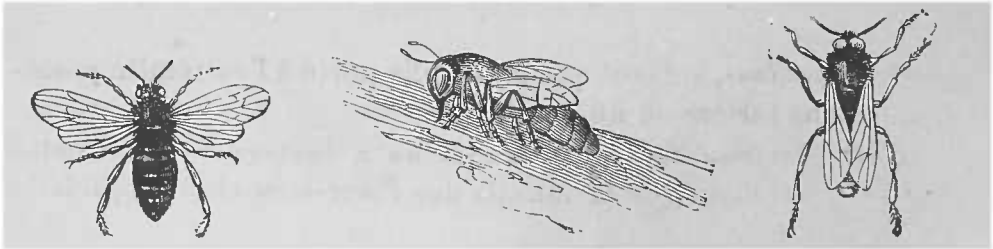


Fig. 392. — Abeille ouvrière.

Fig. 393. — Abeille reine.

Fig. 394. — Abeille mâle.

outre les *mâles* et les *femelles*, des individus beaucoup plus nombreux et que l'on nomme *neutres*.

On compte un grand nombre de familles comprenant plusieurs genres, dont les principaux sont : les *Abeilles*, les *Méligères*, les *Bourçons*, les *Guêpes* et les *Fourmis*.

1° L'*Abeille* est un hyménoptère couvert de poils noirs, rougâtres, qui appartient à la famille des *Apides*.

Les Abeilles communes (*Apis mellifica*) forment des essaims qui vivent en société pendant de longues années. Dans chaque colonie il existe trois classes d'individus : une femelle ou reine unique, un petit nombre de mâles nommés faux Bourçons et un grand nombre de neutres ou ouvrières; ces dernières ont l'abdomen armé d'un aiguillon dont la piqûre est très-douloureuse.

Leurs pattes postérieures sont conformées pour exécuter les travaux de récolte et de construction. Le premier article des tarsi, élargi et garni de poils, forme une *brosse* qui sert à ramasser le pollen des fleurs, et une cavité, la *corbeille*, dans laquelle elles l'emportent.

C'est avec le pollen que les Abeilles forment la *cire*, le *miel* et le *propolis*.

2° Les *Mélipones* sont des Insectes que l'on rencontre surtout en Amérique; comme nos Abeilles, elles vivent en associations;

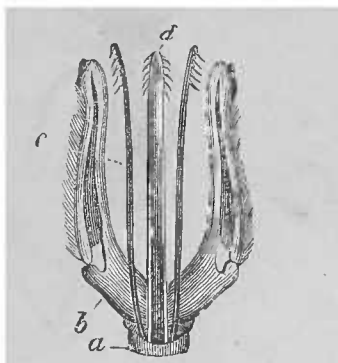


Fig. 395. — Aiguillon de la Guêpe très-grossi.

a, base de l'aiguillon. — b, fourreau. — c, d, stylets.

mais chez eux la femelle et les neutres n'ont pas d'aiguillons.

3° Les *Bourdons*, comme les Abeilles, forment des associations, mais bien moins nombreuses et qui ne durent qu'un an; ils produisent du miel en petite quantité; la femelle et les neutres portent un aiguillon.

4° Les *Guêpes* forment la famille des *Vespidés*; elles vivent en société et renferment trois sortes d'individus. Nous citerons la *Vespa crabo*, grosse Guêpe qui se trouve dans nos campagnes et dont la piqûre est très-redoutée.

5° Les *Fourmis* constituent la famille des *Formicidées*; elles vivent en sociétés, dans lesquelles on rencontre des femelles, des mâles et des neutres; ces derniers n'ont pas d'ailes. Leurs piqûres n'ont pas de gravité.

COLÉOPTÈRES

541. Les Coléoptères constituent l'ordre le plus nombreux et le groupe le plus naturel peut-être de toute la classe des Insectes.

Ils sont caractérisés par les deux ailes antérieures transfor-

mées en écailles solides auxquelles on applique la dénomination d'*élytres* à raison de leur conformation. Ces ailes sont inutiles au vol et propres seulement à protéger l'abdomen.

Les ailes postérieures qui sont membraneuses se logent au-dessous des élytres en se repliant transversalement.

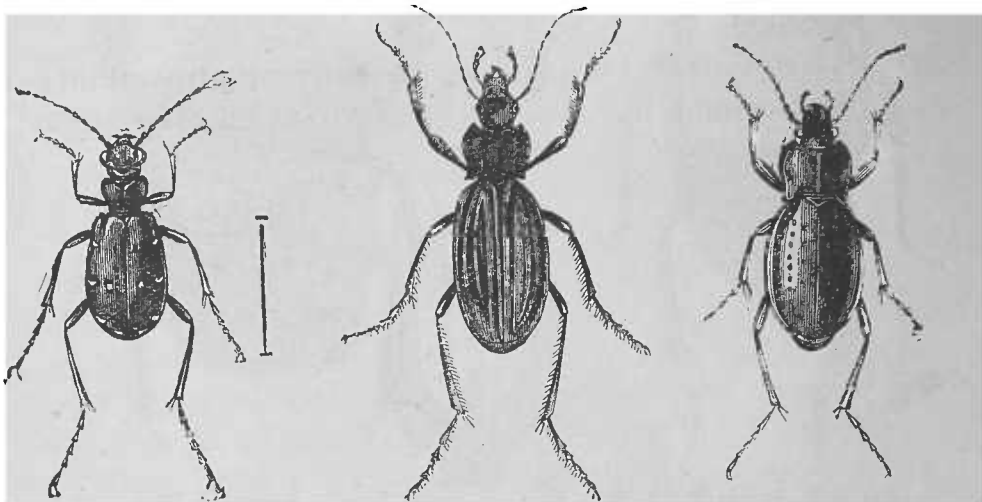


Fig. 396. — Cicindelle champêtre.

Fig. 397. — Carabe doré.

Fig. 398. — Carabe des Jardins.

Les antennes, quelquefois très-longues, ont presque toujours onze articles; le prothorax est toujours libre et très-développé et l'abdomen fait suite au métathorax, sans ligne de démarcation bien marquée.

Les Coléoptères subissent des métamorphoses complètes. La

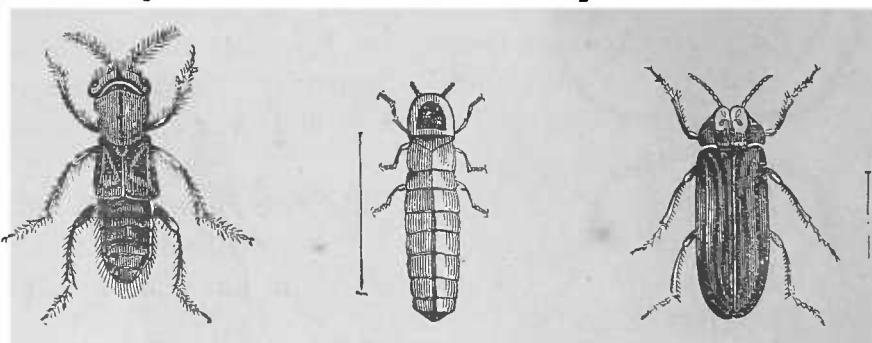


Fig. 399. — Staphylin.

Fig. 400. — Lampyre femelle.

Fig. 401. — Lampyre mâle.

larve offre une tête écailleuse et une bouche analogue à celle de l'Insecte parfait.

Chaque anneau correspondant au thorax porte une paire de pattes; l'abdomen en est dépourvu.

A l'état parfait, la bouche porte des mandibules, des mâ-

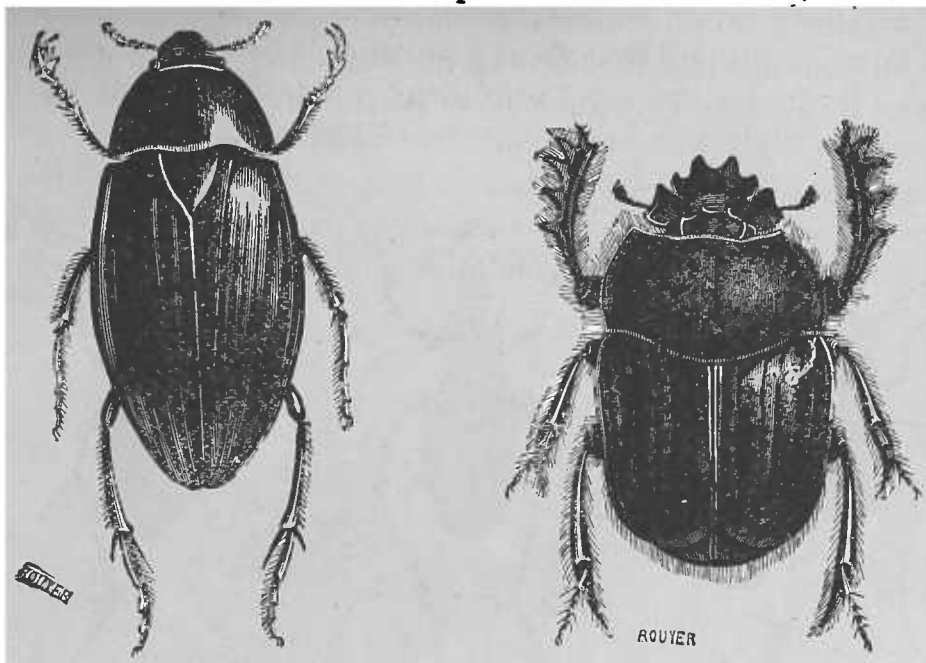


Fig. 402. — Hydrophile.

Fig. 403. — Ateuchus sacré.

choires et deux lèvres bien distinctes propres à la mastication. L'abdomen se compose de six à sept anneaux.

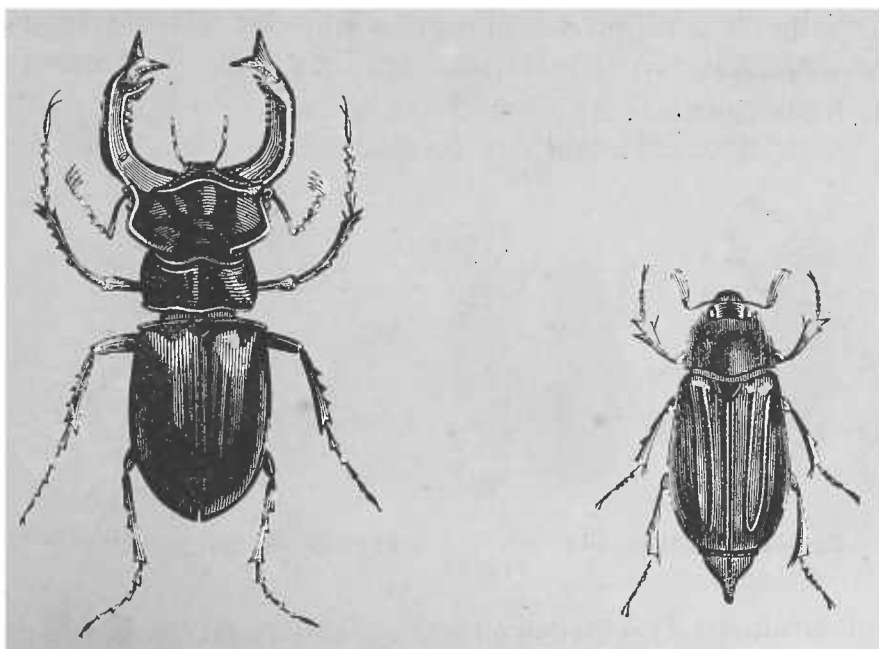


Fig. 404. — Lucane ou cerf-volant.

Fig. 405. — Hanneton.

L'ordre des Coléoptères ne fournit pas des produits qui soient utilisés par l'Homme comme il en est parmi les Hyménoptères,

les Hémiptères et les Lépidoptères. Néanmoins, quelques espèces sont très-utiles en médecine (*Cantharides*); un grand nombre sont nuisibles aux produits de l'agriculture, ou utiles en ce sens qu'elles sont carnassières et détruisent les espèces nuisibles.

542. Division des Coléoptères. — Le grand nombre de ces Insectes et leur grande ressemblance en ont rendu la classification très-difficile. On les partage d'abord en quatre sections, d'après le

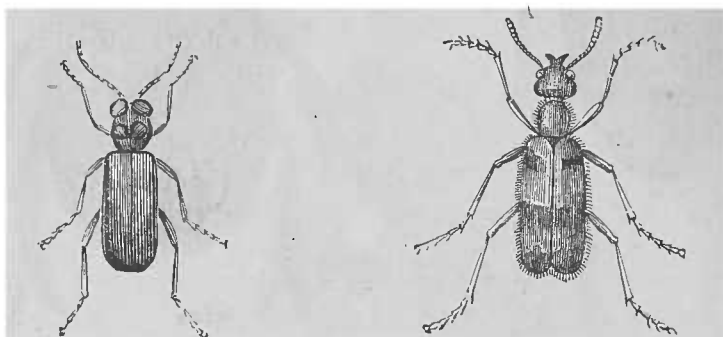


Fig. 406. — Cantharide vésicante. Fig. 407. — Mylabre de la chicorée.

nombre d'articles des tarse; chaque section est elle même partagée en familles, d'après différentes considérations, parmi lesquelles celle de la forme des antennes joue un rôle important.

1° Pentamères. — Caractérisés par cinq articles à tous les tarse. Nous citerons: les *Carabés* des jardins; les *Gyrins*, nom-

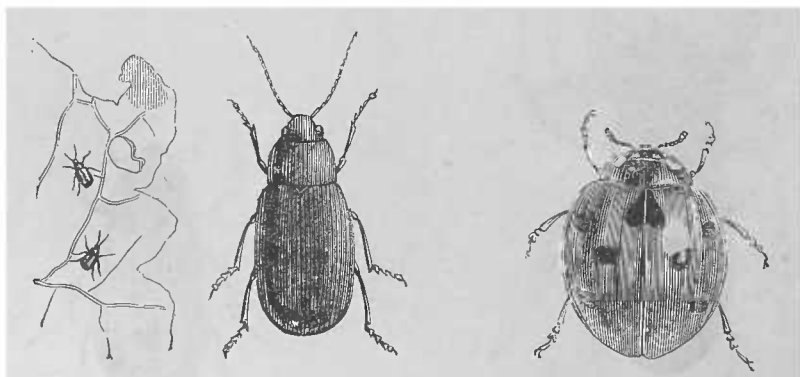


Fig. 408. — Altise du chou.

Fig. 409. — Coccinelle.

més vulgairement *Tourniquets*; les *Staphylins*; les *Taupins* dont les espèces vulgaires sont connues sous le nom de *Toque-maille's*; les *Lampyres* dont une espèce se nomme *Ver luisant*; les *Vrillettes*, qui attaquent les livres et les meubles; les *Nécro-*

phores; les *Hydrophyles*, grands Coléoptères aquatiques; les *Ateuchus*, les *Bousiers*, les *Hannetons*, les *Cétomes*, les *Lucanes*, dont une espèce est connue de tout le monde sous le nom de *Lucane cerf-volant*.

2° **Hétéromères.** — Caractérisés par quatre articles aux tarses des deux pattes postérieures et cinq articles aux deux

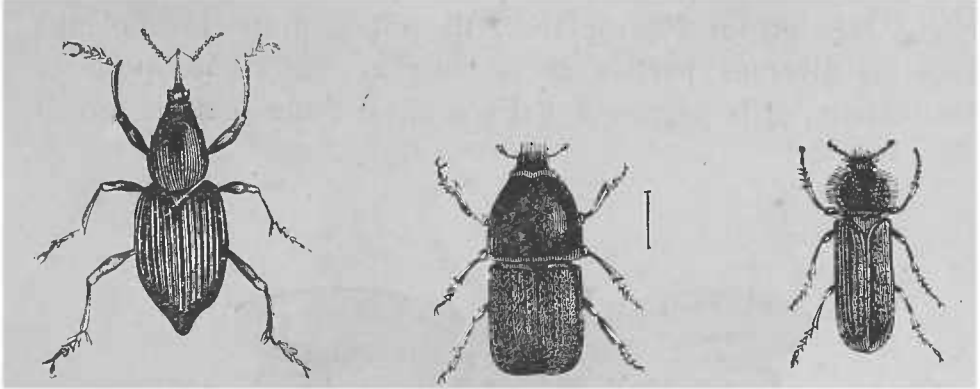


Fig. 410. — Charançon du blé (très-grossi).

Fig. 411. — Scolyte.

Fig. 412. — Bostriche.

autres paires. Dans cette section se trouvent les *Cantharides*, connues par le principe actif qu'elles contiennent; les *Ténébrions*, dont une espèce vit à l'état de larve dans la farine du blé.

3° **Tétramères.** — Comprend les Coléoptères qui ont quatre

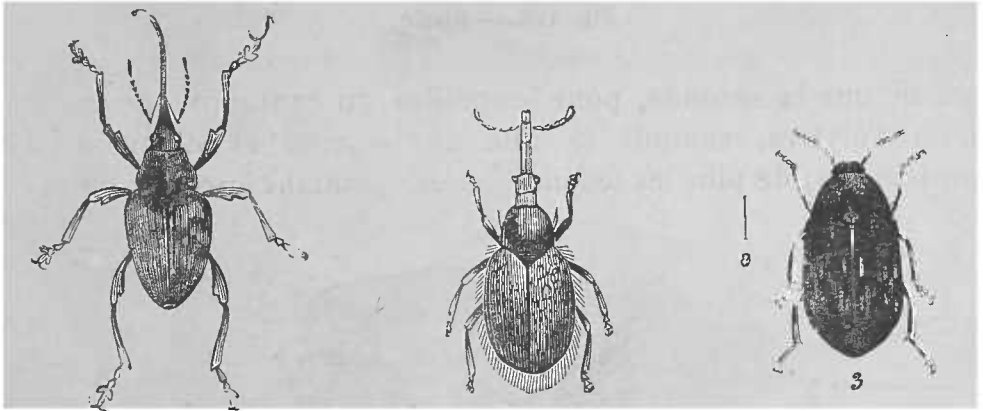


Fig. 413. — Balanin des noisettes.

Fig. 414. — Rhyngchite Bac-cus ou lisette.

Fig. 415. — Bruche des pois.

articles seulement à tous les tarses; ce sont des Insectes vivant de substances végétales.

Genres principaux : les *Charançons*, dont une espèce, le Charançon de blé, cause de grands dégâts; les *Capricornes*, *Bostriches*, *Bruches*, etc.

4° **Trimères.** — Comprend les Insectes qui n'ont que trois articles plus ou moins distincts. Genre *Coccinelle*, ou *Bêtes à bon Dieu* (fig. 329).

ORTHOPTÈRES.

543. Les Orthoptères établissent la transition entre les Coléoptères et les Névroptères. Ils ont comme les Coléoptères les diverses parties de la bouche conformées pour la mastication; et la première paire d'ailes d'une texture moins

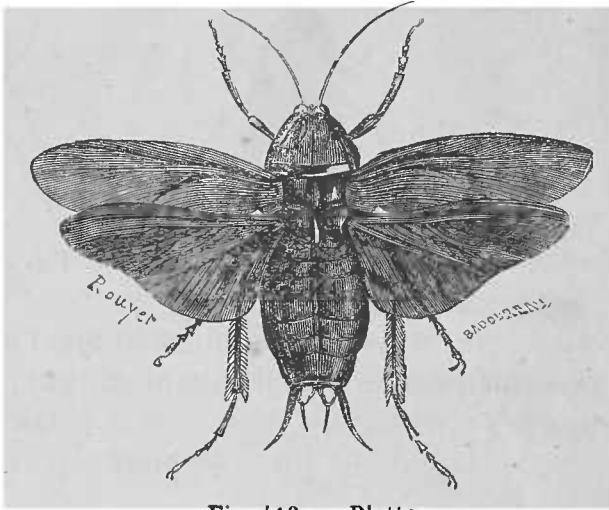


Fig. 416. — Blatte.

solide que la seconde, pour lesquelles on conserve encore le nom d'élytres, remplit le rôle de bouclier et d'enveloppe protectrice; de plus les secondes ailes, pendant le repos, se re-

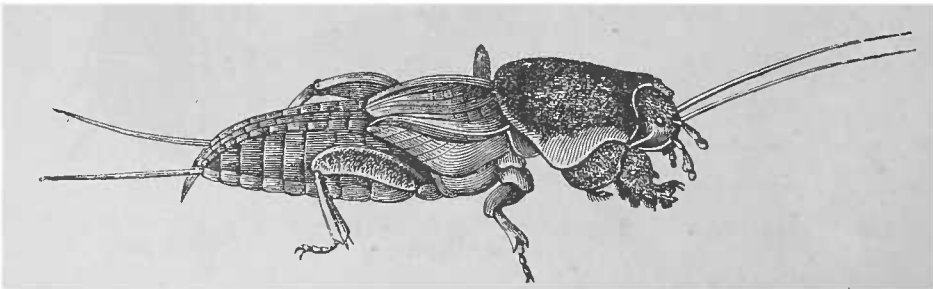


Fig. 417. — Courtilière.

plient dans le sens longitudinal à la manière d'un éventail. Tous ces caractères ne se retrouvent pas dans les autres ordres. D'ailleurs ces Insectes ne subissent que des demi-métamor-

phoses : à peine sorti de l'œuf, l'Orthoptère ressemble à celui qui lui a donné naissance ; sa taille seule et l'absence d'ailes établissent la différence.

On divise cet ordre en deux familles.

La première est celle des *Orthoptères coureurs* : à cette

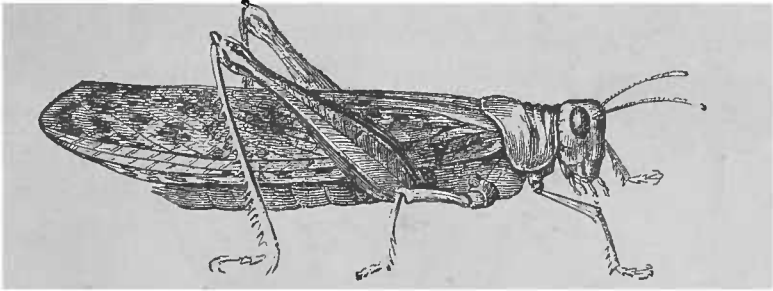


Fig. 418. — Cricquet commun.

famille appartiennent les *Forficules* (*Perce-oreille*) ; les *Blattes* et les *Mantes* qui habitent le midi de la France.

Les *Orthoptères sauteurs* ont les pattes postérieures beaucoup plus longues ; les principaux genres sont les *Courtilières*, les *Grillons*, les *Sauterelles* et les *Criquets*. Le Cricquet voyageur (*Acridium migratorium*) est un véritable fléau, dévastant les champs sur lesquels il s'abat.

NÉVROPTÈRES.

344. Les Névroptères se rapprochent beaucoup des Orthop-

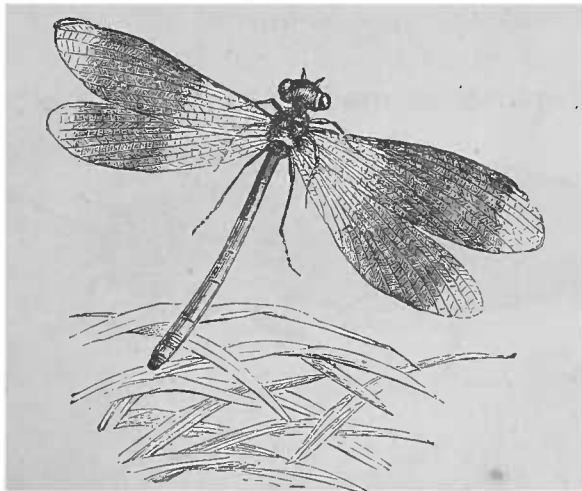


Fig. 419. — Agrion.

tères ; ils ont les quatre ailes membraneuses avec des nervures à petites mailles et la bouche disposée exclusivement pour la

mastication la plupart de ces Insectes vivent dans l'eau à l'état de larve ; ils éprouvent des métamorphoses, tantôt complètes et tantôt incomplètes.

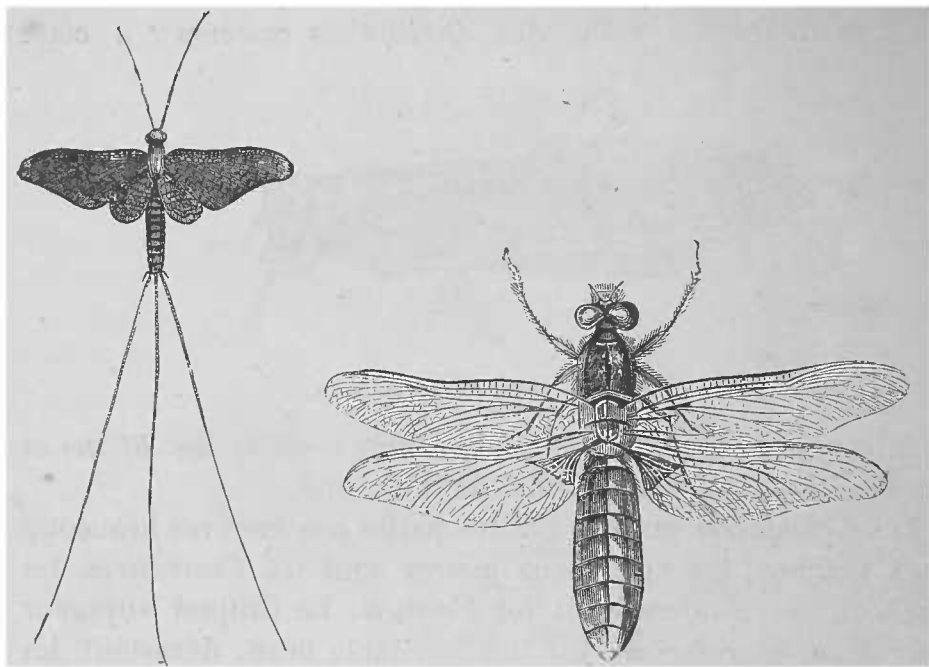


Fig. 420. — Ephémère.

Fig. 421. — Libellule.

Les principaux genres sont : les *Libellules*, vulgairement *De-moiselles* ; les *Fourmillions*, les *Termites* et les *Friganes*.

HÉMIPTÈRES.

545. Chez les Insectes qui composent cet ordre, la bouche

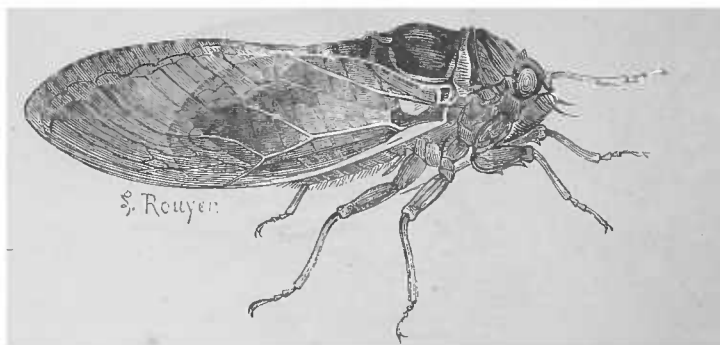


Fig. 422. — Cigale.

présente une sorte de bec articulé qui, pendant le repos, est replié sous le corps. La lèvre inférieure est creusée d'une sorte

de gouttière dans laquelle sont placées les mandibules et les mâchoires qui sont transformées en soies rigides. Les Hémiptères ne subissent que des demi-métamorphoses. On les ré-

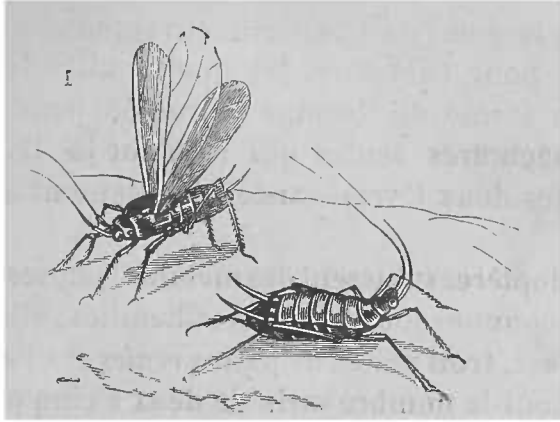


Fig. 423. — Puceron du rosier, mâle et femelle, grossis.

partit en deux sections : ceux de la première portent le nom d'*Hétéroptères* parce que la première paire d'ailes est durcie et comme cornée dans une partie de son étendue, ce qui forme presque des demi-élytres ; la *Punaise des bois* et la *Punaise des lits*,

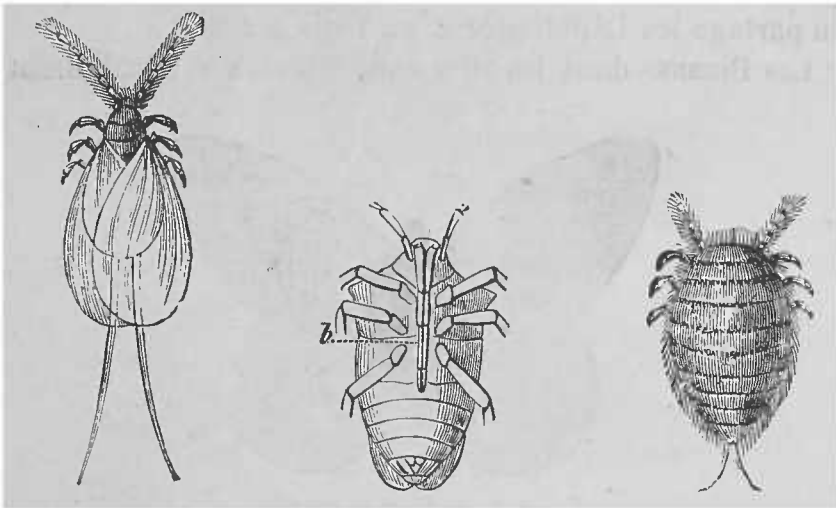


Fig. 424. — Cochenille du nopal, mâle.

Fig. 425. — Hémiptère vu en-dessous.

Fig. 426. — Cochenille du nopal, femelle.

b, suçoir.

les *Nèpes* et les *Poux* appartiennent à ce groupe. Ceux de la seconde section ont, au contraire, les quatre ailes membraneuses : tels sont les *Cigales*, les *Pucerons*, la *Cochenille*.

Phylloxera varietalis

LÉPIDOPTÈRES.

346. Ces insectes désignés collectivement sous le nom de Papillons ont pour caractère, les quatre ailes écailleuses et leur bouche en forme de trompe enroulée pendant le repos; ce sont les mâchoires seules qui forment la trompe : les mandibules et les deux lèvres existent seulement à l'état rudimentaire.

Les Lépidoptères subissent des métamorphoses complètes, leurs larves sont connues sous le nom de Chenilles; elles ont toutes une tête écailleuse, trois paires de pattes vraies et à l'abdomen de fausses pattes dont le nombre varie de deux à cinq paires. La bouche est organisée pour la mastication; à l'extrémité de la lèvre inférieure est un petit mamelon en forme de tube qui sert de filière et où viennent aboutir les conduits excréteurs de deux glandes qui sécrètent la matière de la soie; au moment de se transformer en chrysalide, la larve emploie cette soie à former une enveloppe connue sous le nom de cocon, ou simplement à se suspendre.

On partage les Lépidoptères en trois groupes :

1° Les DIURNES dont les ailes sont relevées verticalement pen-

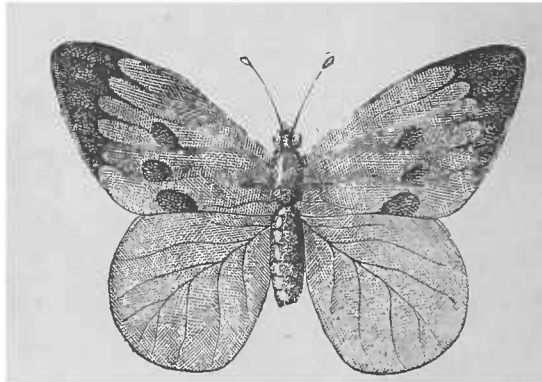


Fig. 427. — Piéride du chou.

dant le repos et les antennes renflées à leur extrémité en forme de massue. Ils renferment les espèces les plus riches en couleurs. Leurs Chenilles ont toujours seize pattes et leurs chrysalides ne se filent le plus souvent pas de cocon. C'est une famille très-riche en genres : les PAPILLONS PROPREMENT DITS (*Machaon*, *Papillon flambé*); les PIÉRIDES dont plusieurs espèces sont très-

communes dans nos pays (*Brassicaire*, ou *Pitide* du chou, le *Papillon souci*); les VANESSES (*Morio*, *Vulcain*, *Paon du jour*,

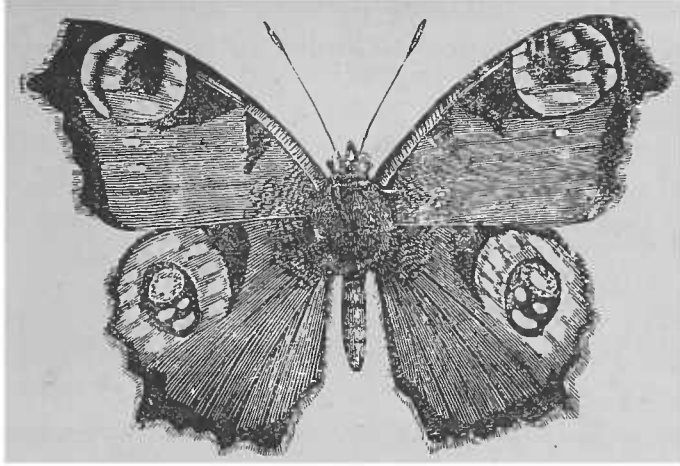


Fig. 428. — Grand Paon de jour.

Belle-dame, la *Carte géographique*, etc.); les Danaïdes; les NYMPHALES (*Nymphe*) et une foule d'autres genres.

2° Les CRÉPUSCULAIRES appelés aussi *Sphinx* dont les ailes sont



Fig. 429. — Noctuelle de la pomme de terre et sa larve ou Ver gris.

horizontales pendant le repos, et les inférieures retiennent les supérieures par un appendice fixé sur les inférieures. Leurs antennes sont fusiformes.

Les *Sphinx* en sont le genre le plus connu (*Sphinx tête de mort*, *Sphinx de la vigne*, du *troène*).

3° Les NOCTURNES ont les antennes atténuées vers leurs extrémités et leurs ailes un peu inclinées horizontalement. Toutes les



Fig. 430. — Larve de l'Alucite.

Fig. 431. — Chrysalide.

Fig. 432. — Insecte parfait.

Chenilles dites géomètres ou arpeuteuses appartiennent à cette division.

Ce groupe renferme des espèces nuisibles ou utiles.

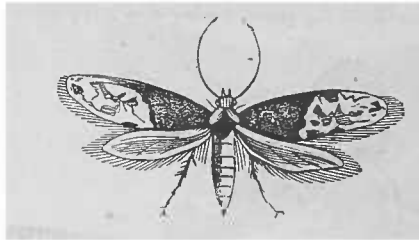


Fig. 433. — Teigne des tapisiers.

Les TEIGNES ont quelques espèces à l'état de Chenille détrui-

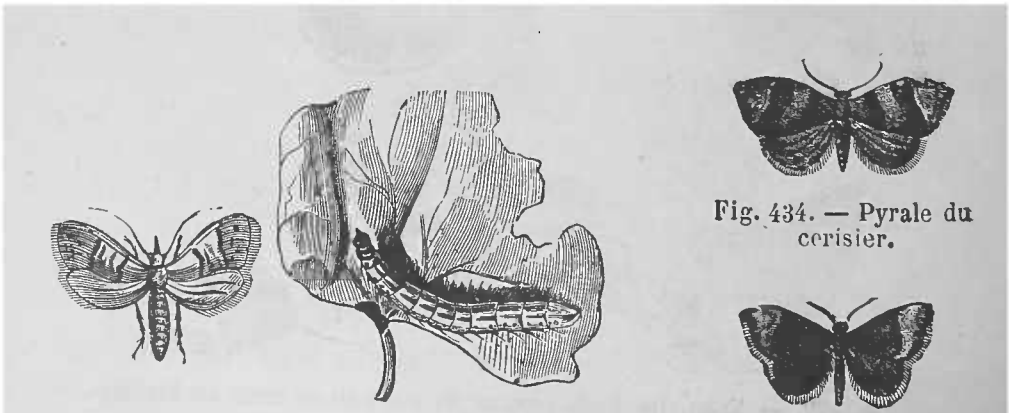


Fig. 435. — Pyrale de la vigne avec sa chenille.

Fig. 434. — Pyrale du cerisier.

Fig. 436. — Pyrale du prunier.

sent les étoffes de laine et les pelleteries sont des Lépidoptères nocturnes.

La Teigne des graines ou *Alucite* vit à l'état de larve dans le grain qu'elle dévore.

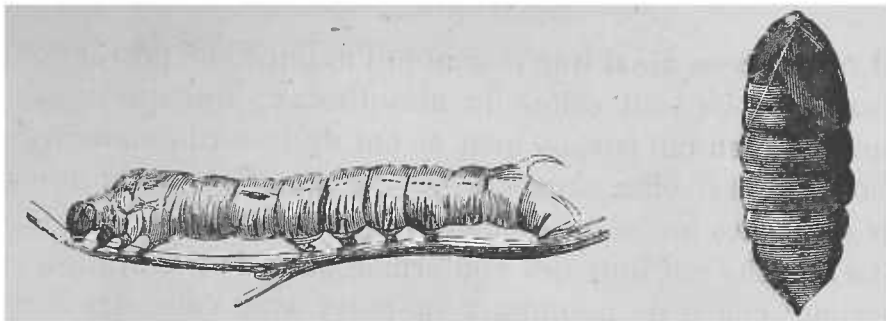


Fig. 437 et 438. — Chenille et chrysalide du Bombyx du mûrier.

Les PYRALES célèbres par les ravages que l'une de leurs espèces cause dans les vignobles.

Les BOMBYCES (*Paon de nuit*, *Bombyces du Mûrier* ou *Papillon*

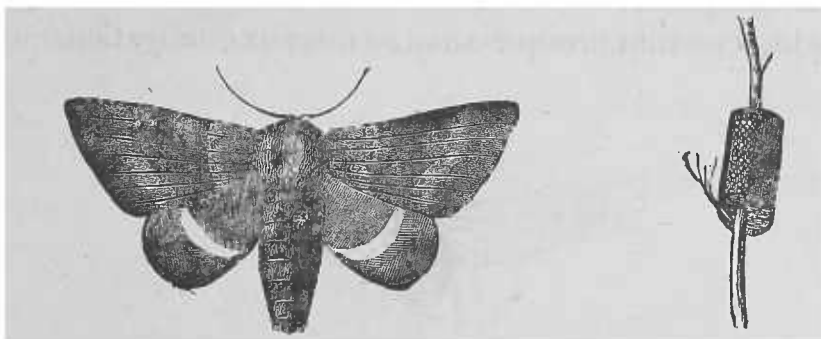


Fig. 439. — Bombyx livrée et ses œufs.

du Ver à soie). Le type bien connu de tout le monde est le Bombyx du mûrier (*Seriaria mori*) qui se nourrit des feuilles du

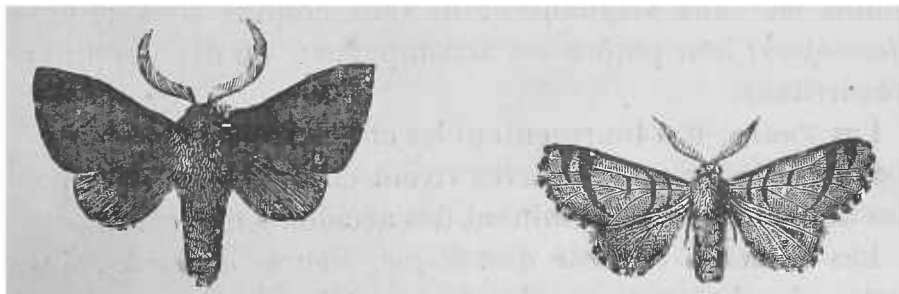


Fig. 440. — Processionnaire du pin. Fig. 441. — Processionnaire du chêne.

mûrier. Cet insecte précieux est originaire de la Chine; on l'élève en captivité dans le midi de la France.

DIPTÈRES.

Les Diptères, ainsi que leur nom l'indique, ne possèdent que deux ailes ; ce sont celles du mésothorax ; quelques-uns, cependant, n'en ont pas, ou bien en ont de très-rudimentaires ; la seconde paire, chez ceux qui ont la première, est remplacée par de petites masses pédiculées nommées les *balanciers*.

La bouche est toujours conformée pour la perforation et la succion ; elle a de nombreux rapports avec celle des Hémiptères. La lèvre inférieure représente une gaine dans laquelle se trouvent deux, quatre ou six soies aiguës qui paraissent des modifications des mandibules, des mâchoires et de cette portion terminale de la lèvre inférieure que l'on désigne chez les autres insectes sous le nom de *lanquette*. Ils éprouvent des métamorphoses complètes.

Ces Insectes sont presque aussi nombreux que les Coléoptères ;

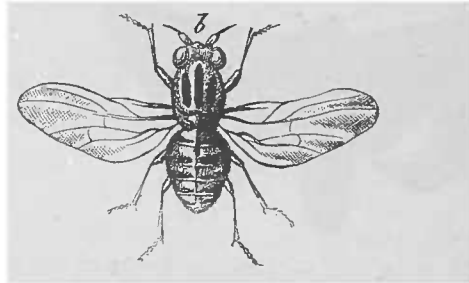


Fig 442. — Oseine du seigle.

nous citerons : les Cousins dont les larves fourmillent dans toutes les eaux stagnantes ; ils sont connus sous le nom de *Moustiques* ; leur piqûre est accompagnée du dépôt d'un venin très-irritant.

Les **Taons**, qui tourmentent les chevaux et les bœufs.

Les *Œstres*, dont les larves vivent en parasites dans le corps des animaux et y déterminent des accidents graves.

Les **Mouches** (*Mouche domestique*, *Mouche à viande*), les **Luciliés** (*Lucilie Cæsar* ou *Mouche dorée*, *Lucilie hominivore*). Cette dernière existe dans la Guyane, sur le bord des fleuves, dans les bois épais ; souvent elle pénètre dans les fosses nasales de l'homme pour y déposer des œufs, et les larves développées peuvent déterminer la mort.

Les *Pulicidés*, groupe qui tire son nom du genre *Pulex* ou Puce et qui renferme plusieurs espèces (*Puce* de l'Homme, *Puce* du Chien, *Puce pénétrante* ou *Puce chique*).

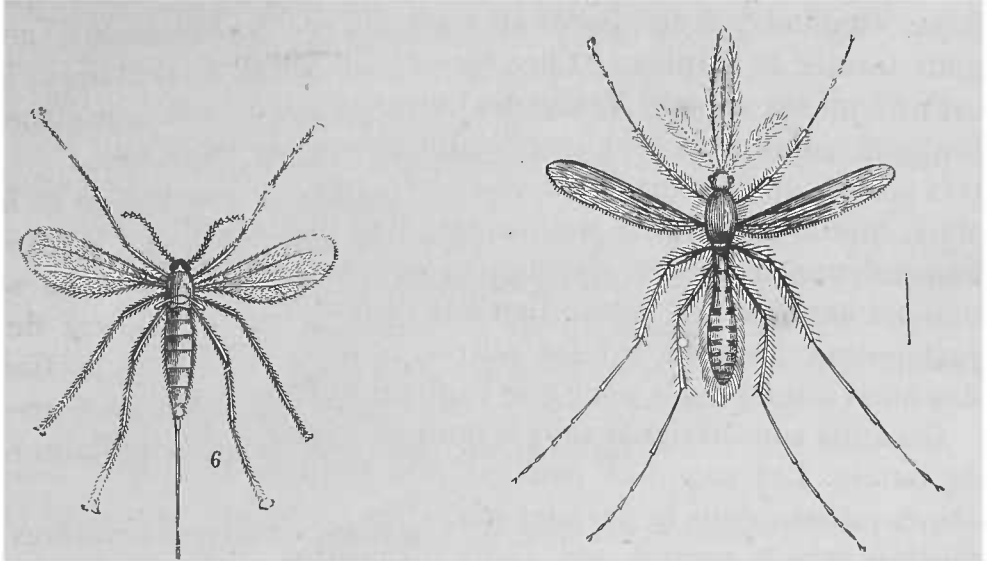


Fig. 443. — Cécidomye.

Fig. 444. — Cousin commun.

L'ordre des Aptères ne renferme qu'un très-petit nombre de genres sans intérêt ; nous n'en parlerons pas.

6^e TYPE

MOLLUSQUES

547. Le type des Mollusques présente comme celui des Arthropodes et des Cœlentérés une circonscription assez tranchée. Il comprend des formes d'une organisation des plus variées mais qui présentent pourtant beaucoup de traits qui indiquent des relations évidentes de parenté.

Les Mollusques se distinguent des Annelés parmi les vers et des Arthropodes par l'absence de toute segmentation extérieure. Cependant quelques circonstances font supposer que les formes primordiales des Mollusques devaient présenter à un faible degré un caractère annelé qui fait présumer quelques rapports de parenté avec la souche du ver.

◦ La formation de coquilles extérieures dépendant des téguments caractérise ce groupe, car il n'y a qu'un petit nombre chez lesquels cet organe fait défaut, même dans la période embryonnaire.

Les Mollusques proprement dits, dont on retranche aujourd'hui les Bryozoaires et les Tuniciers, ont la peau molle, visqueuse, très riche en glandes ; elle se prolonge dans une certaine étendue par ses bords en repli libre, de nature séreuse, pour former le manteau. Chez un certain nombre, le manteau est nu ; on les appelle *Mollusques nus* ; mais on y trouve presque toujours, comme on peut le constater chez les Limaces, un point très limité du tégument où se trouve une sécrétion calcaire. Mais, chez la plupart des Mollusques, il se produit sur le bord du manteau une abondante sécrétion composée de sels calcaires et de matière animale qui donne lieu à la formation de lames qui se juxtaposent les unes sur les autres, et finalement constituent des abris assez grands pour que l'animal puisse s'y retirer.

Ces abris sont désignés sous le nom de coquilles et l'animal est dit *testacé*. Les coquilles peuvent être formées de une ou plusieurs pièces : dans le premier cas, elles sont dites *univalves*, et *bivalves* dans le second, etc. Cette disposition de la coquille est en rapport harmonique avec l'ensemble de l'organisation.

La structure interne du corps des Mollusques ainsi que leur forme extérieure présentent une succession très variée de développements, depuis le plus inférieur jusqu'au plus élevé, et qui amènent fréquemment des altérations très prononcées de la symétrie bilatérale.

Le canal digestif est toujours distinct de la cavité du corps ; on y distingue un œsophage, un estomac et un intestin ; à l'estomac est annexé un foie volumineux. Le cœur des Mollusques est toujours artériel, puisque le sang y arrive après avoir traversé les organes respiratoires qui sont des *branchies*, quelquefois des poumons. Les branchies sont des prolongements ciliés des téguments placés soit entre le pied et le manteau, soit des lamelles ramifiées (*Lamellibranches*). Les poumons sont des cavités vasculaires remplies d'air et qui communiquent par une ouverture avec le milieu ambiant.

Le système nerveux se rapproche de celui des Annélides : il se compose de ganglions cérébraux ou sus-œsophagiens d'où partent les nerfs des sens et des ganglions viscéraux.

La reproduction est toujours sexuelle.

Les Mollusques sont essentiellement aquatiques ; très peu sont terrestres ; beaucoup sont comestibles. Les principales classes sont : les *Brachiopodes*, les *Lamellibranches*, les *Ptéro-podes*, les *Gastéropodes* et les *Céphalopodes*.

BRACHIOPODES.

548. Les Brachiopodes sont tous des animaux marins à coquille bivalve, sans branchies à feuillets et sans pied charnu, pourvus de deux longs bras ou tentacules repliés en spirale, d'où le nom de *Brachiopodes* appliqué à ce groupe. Une particularité distinctive de la coquille, c'est que l'une des valves est opposée au dos et l'autre à la bouche.

Les principaux genres sont les *Lingules*, les *Térébratules*, *Orbicules*, *Spirifères*, etc. Des espèces de ces différents genres vivent actuellement ; mais elles sont aussi représentées dans les terrains les plus anciens.

LAMELLIBRANCHES.

549. Les Lamellibranches ou *Conchyfères* sont représentés par des formes bien connues, telles que les Huîtres, les Moules, les Bucardes, etc. Leurs coquilles sont bivalves, c'est-à-dire formées

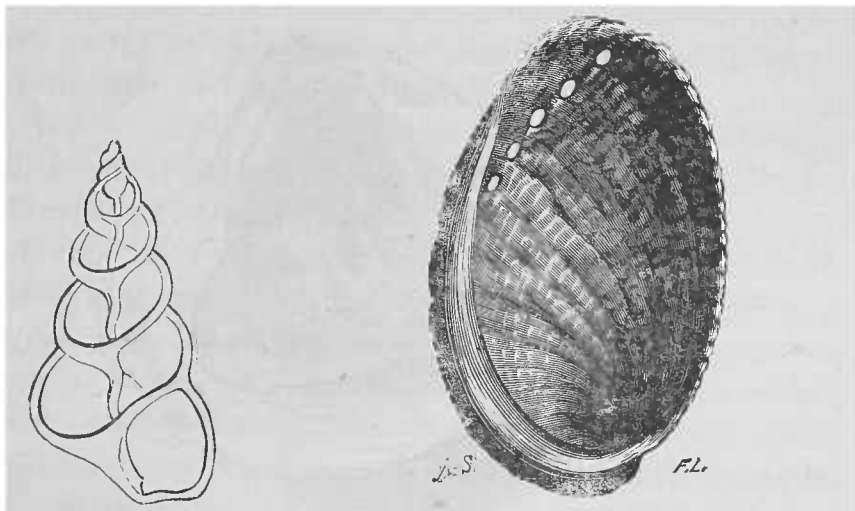


Fig. 445. — Section de coquille univalve, montrant à l'intérieur la columelle et les tours de spire.

Fig. 446. — Coquille d'Haliotide.

de deux valves ou battants réunies par une charnière ; les valves sont quelquefois symétriques comme dans la Moule ; souvent, au contraire, comme dans l'Huître, l'une des valves est plane, et l'autre seule est concave. La charnière est formée par un li-

gament élastique d'apparence cornée ; celle-ci ne se ferme et ne demeure fermée que par l'action d'un ou plusieurs muscles qui vont de l'une à l'autre valve.

Ces animaux n'ont que des mouvements peu étendus ; beau-

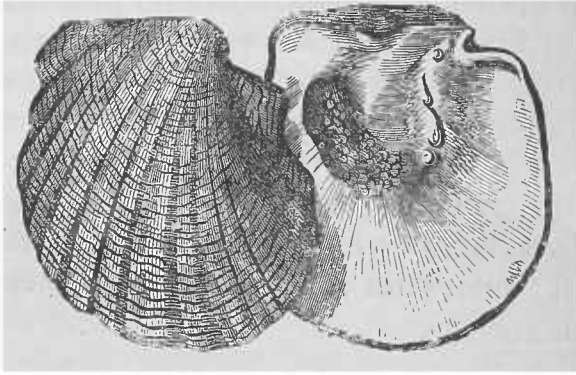


Fig. 447. — Huitre perlière.

coup sont même fixés ; d'autres ont un pied musculeux à l'aide duquel ils exécutent des mouvements lents ; ils se cachent dans la vase ou dans le sable, se déplacent en y traçant un léger sillon, s'y enfoncent plus profondément en creusant des cavités dans

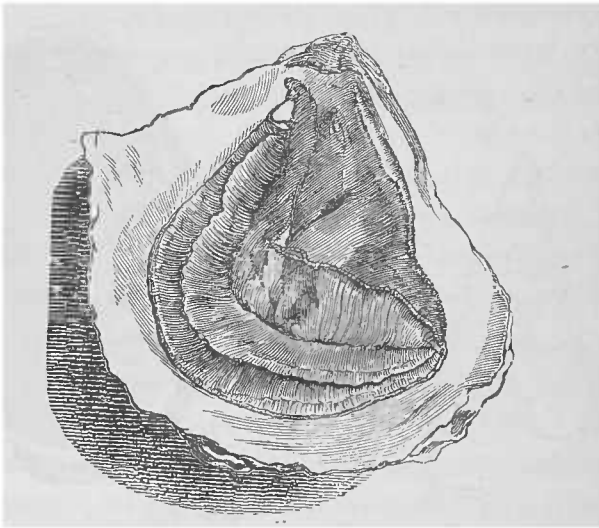


Fig. 448. — Huitre comestible.

les rochers. A la base de ce pied est un faisceau de fils délié désigné sous le nom de *byssus* qui leur sert à se fixer aux corps solides.

Les Lamellibranches constituent plusieurs familles :

1° Les **Ostracés** ont le manteau ouvert très-légèrement adhé-

rent au bord de la coquille, le pied petit, pourvu d'un byssus. Principaux genres : Huîtres, Peignes, Arondes, Jambonneaux.

L'*Aronde aux perles* appelée *P. ntidine*, *Huître perlère*, est remarquable par la nacre brillante que fournit sa coquille et surtout par les productions de globules de même substance qui

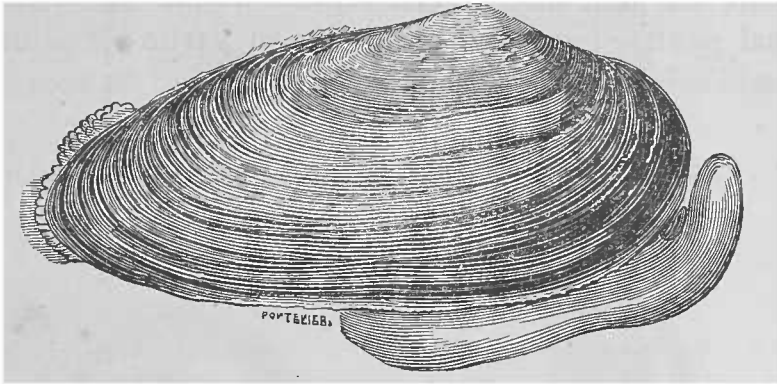


Fig. 449. — Moulette.

sont connus sous le nom de *perles*. L'*Aronde* se trouve sur les côtes de Ceylan, dans le golfe Persique, etc.

Les Jambonneaux fournissent un byssus abondant, soyeux et brillant avec lequel on fabrique des étoffes.

2° Les **Mytilacés** ont une coquille équivalve, ovale ou allongée fixée par un byssus ; à cette famille appartiennent la *Moule*, l'*Arche*, les *Anodontes* ou grandes Moules d'étang.

3° Les CAMACÉES renferment la *Tridacne* dont une espèce, la *Tridacne géant*, est connue sous le nom vulgaire de *Bénitier*.

GASTÉROPODES.

550. La classe des Gastéropodes à laquelle appartiennent le *Limaçon terrestre*, les *Buccins*, les *Patelles*, etc., est ainsi nommée par Cuvier parce que les animaux qu'elles renferment, rampent sur une portion charnue placée sous le ventre et à laquelle par analogie on a donné le nom de pied ; quelquefois ce pied prend la forme d'une nageoire comme dans les espèces marines.

La tête est moins distincte que celle des Céphalopodes ; mais elle est toujours apparente au dehors du manteau ; elle est pourvue de tentacules insérés au-dessus de la bouche.

Beaucoup de ces Mollusques sont nus ; mais la plupart ont

une coquille univalve dans laquelle ils peuvent se loger ; cette coquille se distingue de celle des Céphalopodes par l'absence de cloisons et constitue une chambre unique ; quelquefois un *opercule* de même matière est porté sur le dos et s'applique sur l'ouverture lorsque l'animal est rentré.

La forme de la coquille varie à l'infini ; mais, d'une manière générale, on peut dire qu'elle représente un cône dans lequel l'animal peut se loger tout entier ou en partie ; le sommet du cône est l'origine de formation de la coquille et en même temps

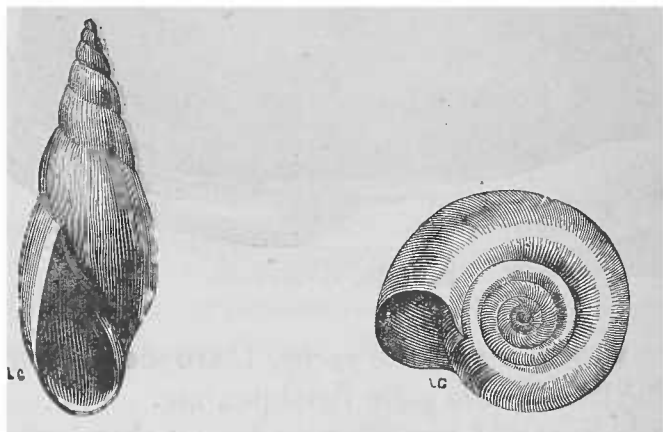


Fig. 450. — Coquille de Lymnée. Fig. 451. — Coquille de Planorbe.

le point d'attache de l'animal ; quelquefois le cône est droit, mais presque toujours il se courbe et s'enroule de manière que son axe décrit une spirale ; si cette spirale est contenue dans un plan, l'enroulement est symétrique et la coquille est dite discoïde : tel est le cas des *Ammonites* et des *Nautilus*, des *Patelles*, etc. Mais beaucoup plus souvent l'axe décrit une hélice autour d'un cône : ces coquilles sont dites *turbinées*.

La classe des Gastéropodes a été partagée par Cuvier en neuf ordres fondés sur la considération des organes respiratoires : nous n'en citerons que quelques-uns :

1° **Pectinibranches.** — C'est l'ordre le plus nombreux ; il comprend presque tous les Mollusques à coquilles turbinées qui ne rentrent pas dans l'ordre des *Pulmonés*. Ces Mollusques ont une cavité respiratoire qui sert à loger les branchies, lesquelles ont la forme de feuillets, de lanières ou de peignes ; la plupart ont un opercule.

Les principaux genres sont : les *Paludines*, les *Cônes*, les *Porcelaines* qui ont la coquille émaillée ; les *Volutes*, les *Buccins*,

les *Hurpes*, les *Casques* et les *Rochers* sont remarquables par la beauté et les couleurs de leurs coquilles.

2° **Pulmonés.** — Respirent l'air en nature au moyen d'un sac pulmonaire unique ; les uns sont terrestres et se reconnaissent à leurs quatre tentacules ; tels sont les *Limaces* qui sont

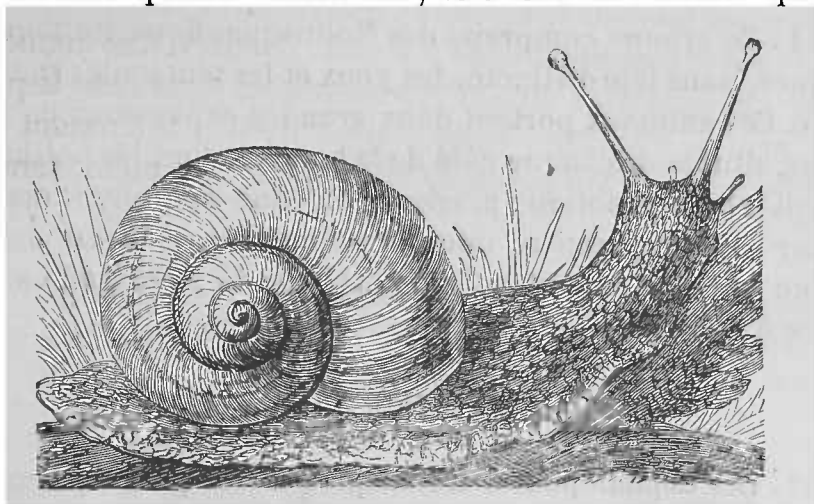


Fig. 452. — Escargot

dépourvues de coquilles. Les *Escargots*, les *Agatines* ont une grande coquille. — Les Pulmonés aquatiques n'ont jamais que deux tentacules ; plusieurs ont un opercule ; ils viennent à la

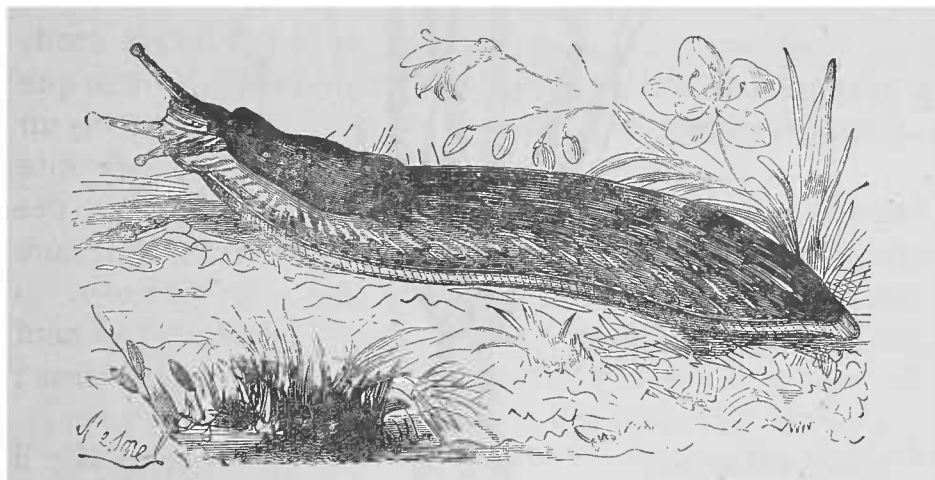


Fig. 453. — Limace rouge.

surface de l'eau respirer l'air en nature : tels sont les *Planorbis*, les *Lymnées* qui habitent les eaux douces.

3° **Nudibranches.** — Respirent par des branchies portées à nu sur quelque partie du corps : Ce sont des Mollusques marins (*Doris*, *Thétis*, etc.).

4° **Cyclobranches.** — A cet ordre appartiennent les *Patelles*, caractérisées par la disposition circulaire des branchies.

PTÉROPODES.

531. Ce groupe comprend des Mollusques de petite taille, pélagiques, sans tête distincte, les yeux et les tentacules rudimentaires. Ces animaux portent deux grandes expansions en forme d'ailes, situées de chaque côté de la bouche, dont les battements servent à la locomotion ; plusieurs ont une coquille remarquable par la transparence ; une espèce nommée *Clio* est devenue célèbre par son abondance dans la mer du Nord ; elle sert de pâture à la Baleine.

CÉPHALOPODES.

532 Les Céphalopodes, Mollusques à tête parfaitement distincte, sont caractérisés par la présence de grands tentacules ou

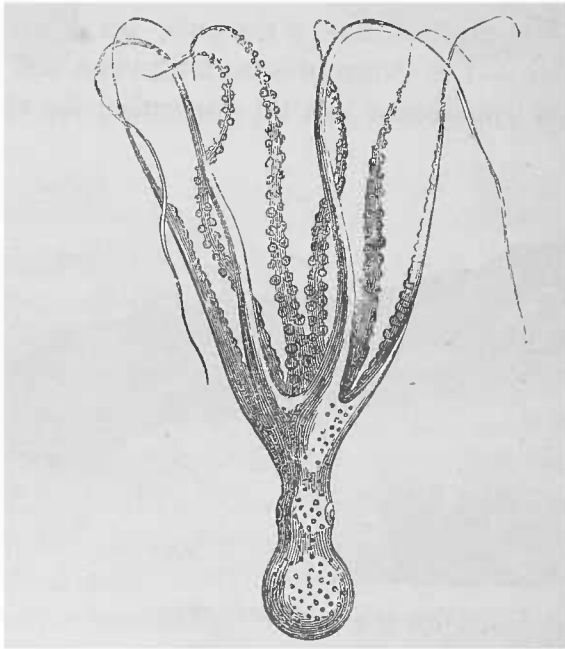


Fig 454. — Poulpe commun.

bras charnus, au nombre de huit, de dix, ou d'un plus grand nombre qui sont disposés autour de la bouche. Leur corps a la forme d'un sac ouvert en avant et d'où semble sortir une grosse tête

avec deux grands yeux analogues par leur constitution à ceux des Vertébrés.

La bouche est armée de deux mâchoires cornées, tranchantes et aiguës à leurs extrémités, analogues au bec d'un Perroquet.

A la face postérieure du sac, le manteau forme une grande cavité dans laquelle sont logées les branchies; l'eau entre librement par l'ouverture antérieure du sac, baigne les organes respiratoires et sort par un conduit qui se prolonge au delà en forme d'entonnoir.

Les Céphalopodes se subdivisent en deux familles auxquelles Milne-Ewards a donné le nom *Dibranchiaux* et *Tétrabran-*
chiaux.

1° **Céphalopodes dibranchiaux.** — Ce sont les Mollusques les plus parfaits; ils ont des tentacules rétractiles en forme de

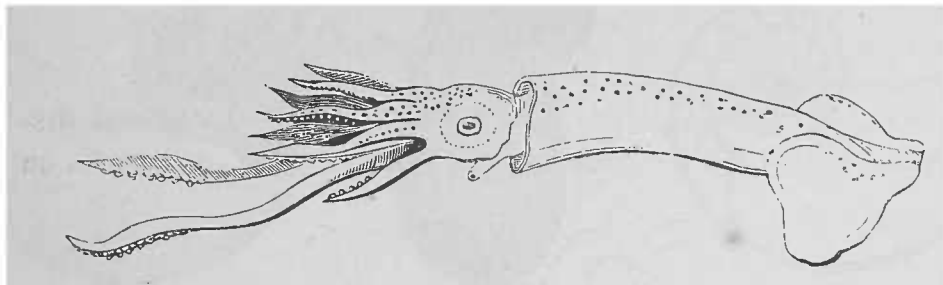


Fig. 455. — Exemple d'un mollusque; le Calmar sublimé (longueur : 0^m,11).

suçoirs; aucun ne possède une coquille extérieure à laquelle il adhère, mais presque tous en ont une plus ou moins grande, intérieure, située à la portion dorsale du corps.

Les uns ont huit grands bras: tels sont les *Poulpes* qui n'ont ni coquille dorsale, ni tentacules élargies. Les *Argonautes* qui ont des bras élargis à l'extrémité se rencontrent toujours logés dans une coquille, mais avec cette particularité qu'ils n'y tiennent par aucune partie du corps et qu'ils peuvent la quitter, ce qui a fait penser que cette coquille est celle d'un Mollusque inconnu. A cette famille appartiennent les *Seiches*, les *Calmars* qui ont dix bras dont deux beaucoup plus longs et les *Bélemnites* genre éteint de la période secondaire.

2° **Céphalopodes tétrabran-**
chiaux. — Tête entourée de tentacules rétractiles sans ventouses; pied charnu comparable à celui des Gastéropodes. Ceux que l'on connaît possèdent tous une coquille cloisonnée. L'animal n'occupe que la chambre

située en avant de la dernière cloison ; mais un ligament en forme de tube, le *siphon*, traverse les cloisons et l'attache au sommet de la coquille : les plus remarquables sont les *Nautilus*.

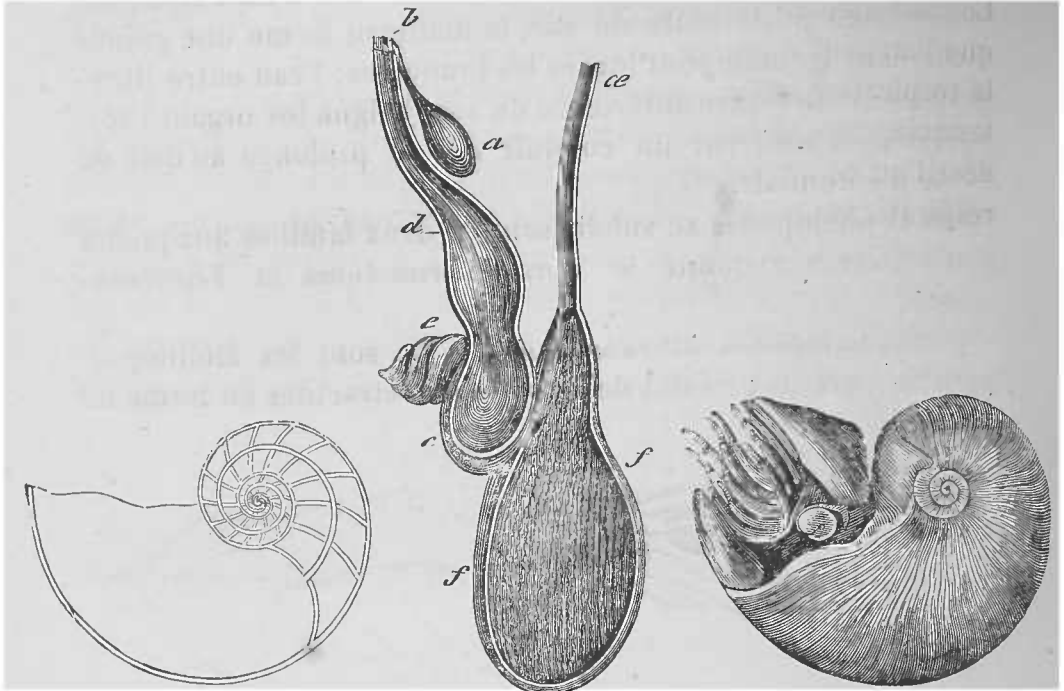


Fig. 456. — Section d'une coquille de Nautilus.

Fig. 457.

Fig. 458. — Nautilus.

tce, œsophage. — *b*, estomac ouvert. — *c*, cœcum. — *e*, portion spirale du cœcum. — *d*, rectum. — *a*, poche à encre.

A ce groupe se rattachent plusieurs genres détruits, tels que les *Ammonites* de la période paléozoïque.

7^e TYPE

TUNICIERS

535. Les Tuniciers doivent leur nom à l'existence d'un manteau ou tunique ample, en forme de sac, dont la consistance varie depuis celle d'une masse gélatineuse molle jusqu'à une fermeté cartilagineuse. La substance de cette enveloppe se compose essentiellement d'une masse de cellulose identique à la cellulose des végétaux. Chez les Tuniciers réunis en colonies, le manteau semble se confondre en une masse commune dans

laquelle les individus sont complètement enfouis; au-dessous se trouve la cavité viscérale percée de deux orifices pour l'entrée et la sortie de l'eau nécessaire à la respiration et à la nutrition. Le tube digestif se compose, indépendamment du sac branchial que l'on peut regarder comme un pharynx dilaté et approprié à la respiration, d'un œsophage relié d'ordinaire en forme d'entonnoir, d'un estomac pourvu d'un foie et d'un intestin qui décrit un ou plusieurs contours et qui débouche dans la cavité respiratoire ou dans une partie de cette cavité. Chez tous les

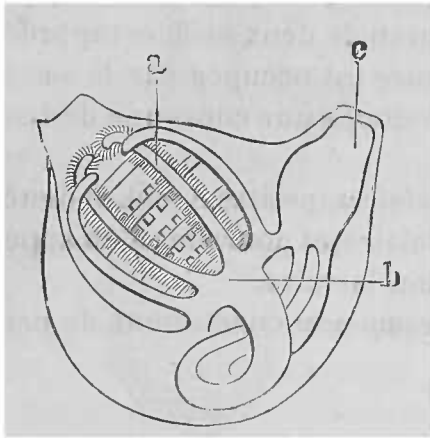


Fig. 459. — Schéma de l'Ascidie (Tunicier).

a, chambre branchiale avec ses baguettes longitudinales et transversales en forme de treillis et leurs cils vibratiles. — *b*, entrée du tube digestif. — *c*, orifice de sortie.

Tuniciers, il existe un cœur placé à côté de l'intestin animé de contractions rapides et régulières, et qui présente le singulier phénomène de changer alternativement la direction du courant sanguin en changeant la direction des contractions de cet organe.

Le système nerveux se réduit à un simple ganglion situé dans la partie dorsale du corps, d'où partent tous les nerfs.

Les Tuniciers sont hermaphrodites, mais les éléments mâles et les éléments femelles qui sont réunis chez le même individu n'arrivent souvent à un développement complet que les uns après les autres, de sorte que chaque individu ne peut pas féconder ses propres œufs.

A côté de la reproduction sexuelle, la multiplication asexuelle par voie de bourgeonnement est très générale et amène la formation par bourgeonnement de colonies, dans lesquelles les individus sont groupés d'une manière caractéristique.

Le développement de l'embryon offre chez les *Ascidies* une grande ressemblance avec celui des Vertébrés et en particulier avec celui de l'Amphioxus, ce qui, joint à la présence d'une notocorde axiale et aux rapports de position du système nerveux central et du tube digestif, autorise à placer les Ascidiens à la base du type des Vertébrés.

Les Ascidiens peuvent se diviser en deux classes : les **Ascidies** et les **Salpes** ou **Thaliacés**.

554. Ascidies. — Ce sont des Tuniciers ordinairement fixés, dont le corps, à l'état adulte, est privé de queue et présente la forme d'un sac pourvu de deux orifices rapprochés l'un de l'autre. La cavité respiratoire est occupée par le sac branchial à l'extrémité duquel se développe une couronne de tentacules. Ce groupe comprend :

1° Les *Appendiculaires*, petites Ascidies douées de la faculté de nager, de forme ovalaire, et pourvues d'un appendice caudal. Elles ont une organisation larvaire.

2° Les *Ascidies composées* constituent de petites colonies dont

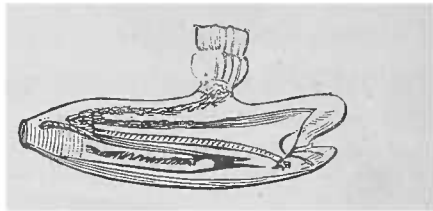


Fig. 460. — Salpe.

les nombreux individus sont enfouis dans une enveloppe commune.

3° Les *Ascidies simples ou agrégées* restent solitaires ou forment par polifération des colonies ramifiées. Ces colonies sont constituées par des individus portés sur des stolons ramifiés.

4° Les *Ascidies salpiformes*, colonies flottantes à la surface de la mer, ayant la forme d'une pomme de pin ou de sapin.

555. Salpes ou Thaliacés. — Ce sont des Tuniciers nageurs isolés ou agrégés en forme de tonneau, d'un aspect de cristal et de consistance gélatineuse. Leur reproduction est sexuelle ou asexuelle : le premier mode donne naissance à des individus solitaires, le second à des individus disposés en chaîne. Les Salpes qui forment les chaînes sont seuls sexués ; les Salpes soli-

taires se reproduisent par voie agame. C'est sur le fait de cette alternance de formes que, longtemps avant Steenstrup, le poète Chamisso fonda la doctrine des générations alternantes.

8° TYPE

VERTÉBRÉS

556. Le type des animaux Vertébrés présente des caractères mieux définis que les précédents. Nos connaissances plus précises en embryologie et en paléontologie fournissent des données plus solides pour suivre le développement progressif des divers groupes de cette grande division.

Les traits fondamentaux de l'organisation des Vertébrés sont, une symétrie bilatérale mieux exprimée que dans les autres groupes, un squelette intérieur ayant des rapports définis avec les autres systèmes d'organes ; d'abord un squelette *axial*, *corde dorsale*, qui se segmente ensuite en parties distinctes parcourant toute la longueur du corps et le partageant en deux parties, l'une dorsale, l'autre ventrale, circonscrivant chacune une cavité. Le système nerveux central occupe la cavité dorsale, les organes de digestion, de respiration, de circulation sont au contraire logés dans la partie ventrale.

Ces rapports de position des principaux systèmes d'organes excluent tout lien de parenté des Vertébrés avec les larves types, comme les Mollusques et les Arthropodes ; mais ils laissent entrevoir déjà des formes (*Vers*) auxquelles on peut rattacher les Vertébrés : c'est ainsi que, chez les Tuniciers, on observe une certaine relation entre la position du système nerveux par rapport à l'intestin et le premier vestige des centres nerveux des Vertébrés, et même chez les Ascidies, à l'état de larve, on trouve des vestiges d'un squelette axial sous la même forme que celle qu'il affecte chez les Vertébrés à l'état embryonnaire et qu'on appelle *corde dorsale*. Une seule forme vivante, l'*Amphioxus*, montre très nettement la parenté des Vertébrés et des Ascidies dans les premières phases de son développement.

Chez l'*Amphioxus*, le squelette axial est uniquement représenté par la corde dorsale qui s'étend uniformément dans toute

la longueur du corps et sur laquelle repose le système nerveux central.

Dès que le squelette interne devient plus solide, il se segmente comme le squelette dermique des Animaux articulés. De cette segmentation résulte une série d'anneaux cartilagineux ou osseux qui constituent l'ébauche du corps des Vertébrés qui vont en se différenciant de plus en plus, et finissent par constituer chez les Vertébrés supérieurs autant de régions distinctes dont l'ensemble forme la colonne vertébrale.

Du reste, la forme des Vertébrés et l'agencement de leurs parties se modifient à l'infini, non seulement dans chaque groupe de Vertébrés, mais encore dans les différentes régions de la colonne vertébrale chez le même individu, ce qui établit encore le parallélisme complet entre les Articulés et les Vertébrés.

Chez les Vertébrés supérieurs, comme chez les Arthropodes, la locomotion s'effectue au moyen d'appendices de l'axe principal ou rachis. Mais tandis que chez les Arthropodes les membres sont en nombre variable, mais néanmoins constants et caractéristiques pour chaque groupe, les Vertébrés n'en possèdent que deux paires, l'une antérieure, l'autre postérieure, et ils sont formés d'une série d'os articulés entourés de parties molles.

Les membres variables dans leur conformation et dans leur mode d'action forment chez les Animaux terrestres les *pattes*, qui supportent le poids du corps et sont les organes de locomotion ; chez les Animaux aériens, les *ailes*, instruments du vol, et chez les Animaux aquatiques, les *nageoires*, instruments de la natation. Le revêtement tégumentaire des Vertébrés est formé de deux couches distinctes : l'une superficielle, l'*épiderme*, l'autre profonde, le *derme*, avec des appendices (pores, plumes, cornes) qui ne sont que des productions épidermiques.

Les parties centrales du système nerveux peuvent être ramenées à un cordon (moelle épinière) dont la partie antérieure différenciée est désignée sous le nom de cerveau. Les organes des sens les plus élevés, l'odorat, la vue, l'ouïe, sont disposés par paires de chaque côté du crâne.

Les organes respiratoires sont soit des poumons, soit des branchies, et chez quelques Vertébrés inférieurs ils peuvent exister concurremment.

Un système circulatoire qui se distribue dans les dernières parties du corps montre la plus grande analogie avec celui des

vers et rappelle celui de l'embryon des Vertébrés, la tête n'étant pas encore distincte du corps ; Hœckel a donné à ces Vertébrés le nom d'Acrâniens par opposition aux autres qu'il nomme *Craniotes*, comprenant cinq classes : **Poissons**, **Amphibiens** ou **Batraciens**, **Reptiles**, **Oiseaux**, **Mammifères**.

POISSONS.

557. La classe des Poissons comprend des Vertébrés ovipares qui respirent exclusivement par des branchies. Le cœur est composé d'une oreillette et d'un ventricule ; il correspond au cœur droit ou veineux de l'Homme ; la circulation est simple et complète. Les Poissons étant destinés à la vie aquatique ont le corps en forme de cône, des *nageoires* disposées par paires et placées sur les côtés du corps (*nageoires pectorales* et *abdominales*) remplacent les membres des Vertébrés supérieurs.

Cuvier divise les poissons en deux sous-classes d'après l'état de leur squelette : les *Poissons osseux* et les *Poissons cartilagineux*.

Les premiers se subdivisent en *Acanthoptérigiens* et en *Malacoptérigiens* ; et ces derniers comprennent les *Malacoptérigiens abdominaux*, *subbrachiens* et *apodes*.

Les seconds se partagent aussi en trois ordres : les *Sturioniens*, les *Sélaciens* et les *Cyclostomes*.

POISSONS OSSEUX.

558. Acanthoptérigiens. — Caractérisé par une nageoire dorsale épineuse, cet ordre renferme un grand nombre de famil-

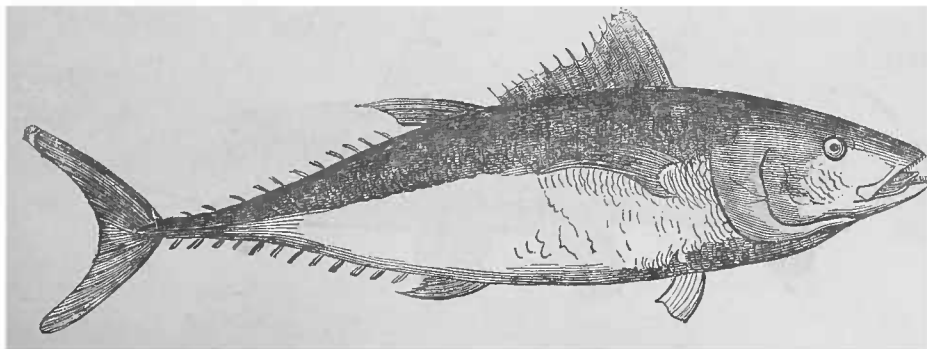


Fig 461. — Thon.

les, et un grand nombre de genres. Nous citerons : les *Perches*, les *Bars*, les *Vives*, les *Mulles*, le *Rouget* de la Méditerranée qui

appartiennent à la famille des Percoides; à cet ordre se rattachent encore le *Maquereau*, le *Thon*, l'*Anabas*, etc.

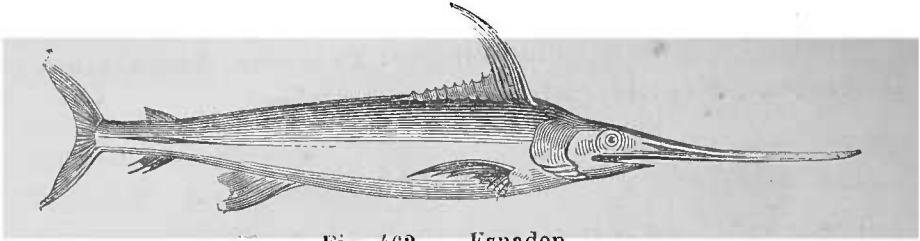


Fig. 462. — Espadon.

Malacoptériens abdominaux. — Ont les nageoires ventra-

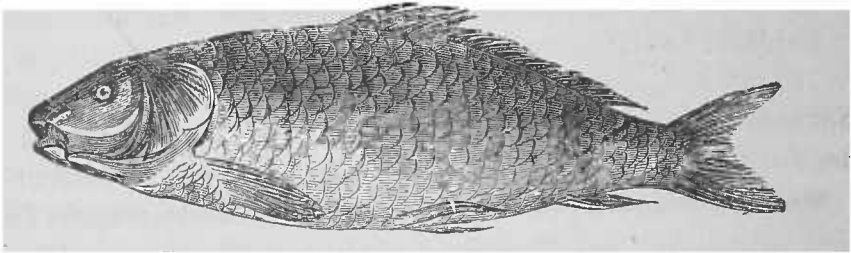


Fig. 463. — Carpe.

les suspendues sous l'abdomen et en arrière des pectorales sans

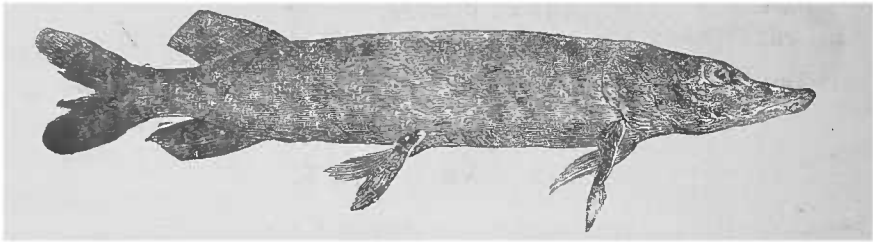


Fig. 464. — Brochet.

être attachées aux os de l'épaule. Cet ordre renferme des genres

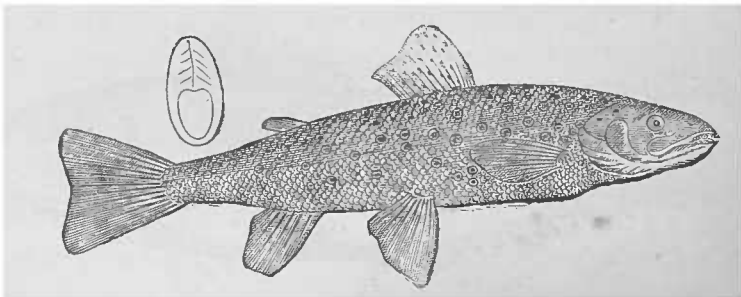


Fig. 465. — Truite.

trèsintéressants : les *Carpes*, *Barbeaux*, *Goujons*, *Tanches*, *Brêmes*,

Loches, Ables, qui forment la famille des *Cyprinoides*; le *Brochet*, connu par sa férocité; le *Salmon*, la *Truite*, qui font partie du

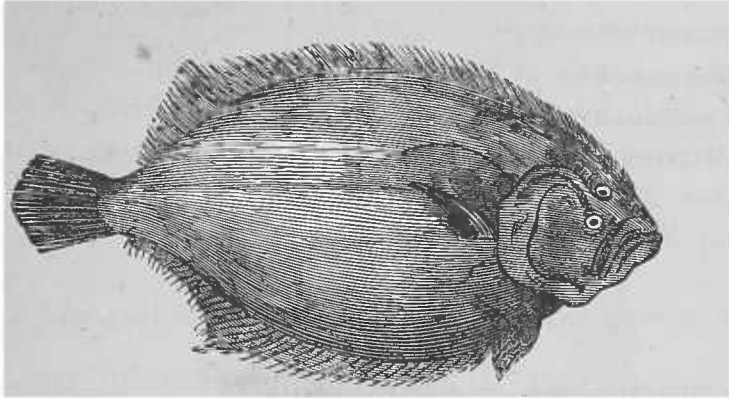


Fig. 466. — Turbot.

Salmones; les *Harengs*, les *Aloses*, qui appartiennent à la famille des *Clupes*.

Malacoptériens subrachiens. — Nageoires ventrales att-

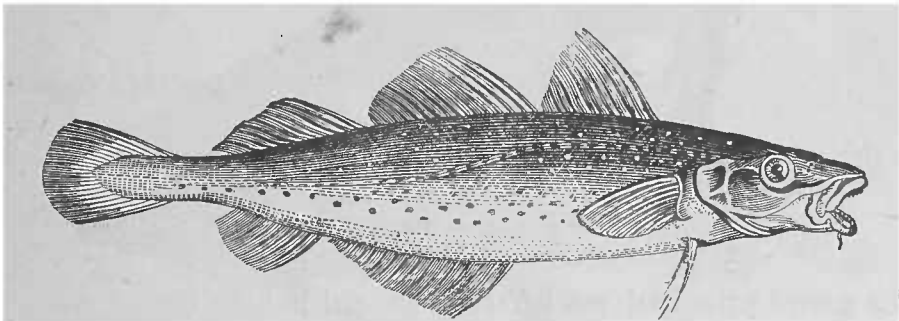


Fig. 467. — Morue.

chées sous les pectorales et le bassin immédiatement suspendu

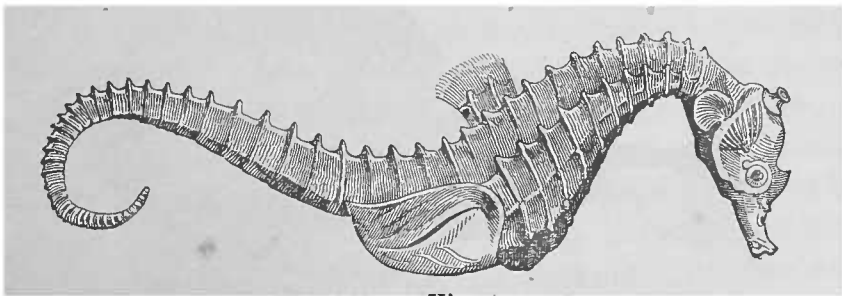


Fig. 468. — Hippocampe.

aux os de l'épaule; genres principaux : les *Morues*, les *Merlans*, *Turbots*, *Plies*, *Soles*, etc.

Malacoptériens apodes. — Absence de nageoires ventrales

toutes les espèces qui composent cet ordre ont le corps allongé, la peau épaisse et les écailles minces. Genres : *Anguilles* ; *Murènes*, *Gymnote électrique*.

Lophobranches et **Plectognathes**. — Peau ossifiée qui souvent se soude avec le squelette intérieur ; parmi les premiers, nous citerons l'*Hippocampe* ou cheval marin et parmi les seconds, les *Moles* ou *Poissons lunes*, les *Coffres*, les *Diodons* ou *Hérissons de mer*

POISSONS CARTILAGINEUX.

559. Sturioniens. — Branchies libres flottantes, écailles à la fois osseuses et recouvertes d'émail, ce qui les fait ranger parmi un groupe de Poissons appelés *Ganoïdes*

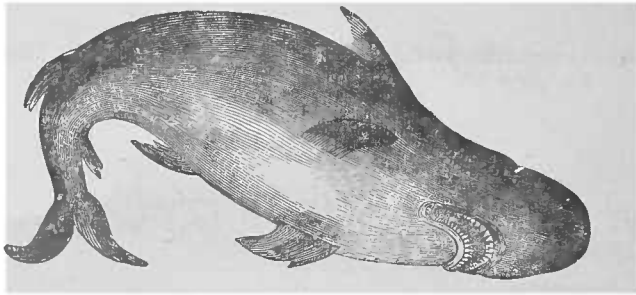


Fig. 469. — Requin.

Le genre principal est l'*Esturgeon* qui habite les fleuves qui se rendent dans la mer Noire.

Sélaciens. — Branchies fixes ; on les nomme aussi *Plagiosto-*

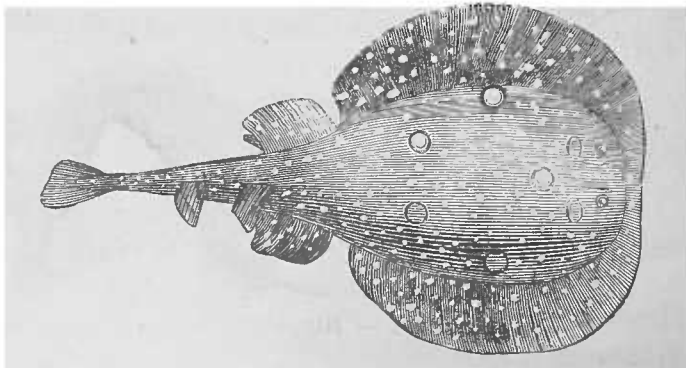


Fig. 470. — Torpille.

mes à cause de la portion de la bouche élargie qui est placée à la partie inférieure de la tête au lieu d'être terminale. Les prin-

cipales familles sont : les *Squales* qui renferment l'espèce *Requin* et les *Rares* dont fait partie la *Torpille électrique*.

Cyclostomes. — Caractérisés par une ventouse circulaire qui entoure la bouche ; ce sont à l'égard du squelette les plus imparfaits de tous les poissons ; les vertèbres se trouvent réduites à

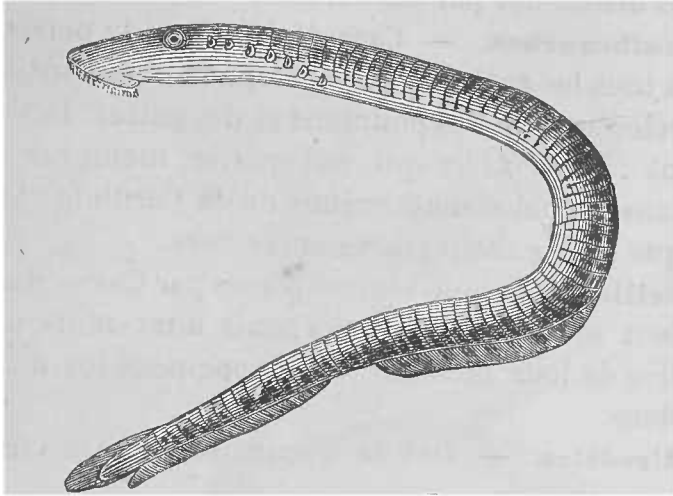


Fig. 471. — Lamproie

n'être que des anneaux cartilagineux à peine distincts les uns des autres et traversés dans leur longueur par la *notocorde*.

C'est à cet ordre qu'appartiennent les *Lamproies* et les *Ammocètes*.

BATRACIENS

560. Les Batraciens ou Amphibiens, par leur organisation, se rapprochent plus des Poissons que des Reptiles. La peau de la plupart de ces animaux est molle, humide et recouverte de nombreuses glandes qui sécrètent une humeur âcre et irritante comme on l'observe chez le Crapaud et la Salamandre, tandis que la peau des Reptiles est épaisse et d'apparence écailleuse. Mais ce qui distingue les Batraciens des Reptiles, c'est la présence des branchies ; la respiration dans le jeune âge étant essentiellement aquatique, la circulation à cette époque de la vie est aussi semblable à celle des Poissons. Mais cet état n'est que transitoire ; bientôt aux branchies succèdent des poumons et il s'en développe même dans le cas où les branchies doivent persister pendant toute la vie ; de plus, quand les poumons sont

développés, la circulation devient semblable à celle des Reptiles et le cœur se compose alors de deux oreillettes et d'un ventricule.

Tous les Batraciens sont loin d'éprouver les mêmes métamorphoses ; en tenant compte de ces différences, on peut les diviser en groupes distingués par les caractères suivants :

1° **Pérennibranches.** — Caractérisés par la persistance de branchies à tous les âges, les métamorphoses ne consistant que dans le développement des poumons et des pattes. Les différents genres sont : les *Protées* qui ont quatre membres et qui se trouvent dans les eaux souterraines de la Carniole ; les *Sirènes* qui n'ont que les deux membres antérieurs.

2° Les **Cécilies.** — Primitivement placés par Cuvier dans l'ordre des Ophidiens sous le nom de Serpents nus ; mais une étude plus attentive de leur mode de développement les a fait réunir aux Batraciens.

3° Les **Urodèles.** — Ont la queue persistante ; ils perdent

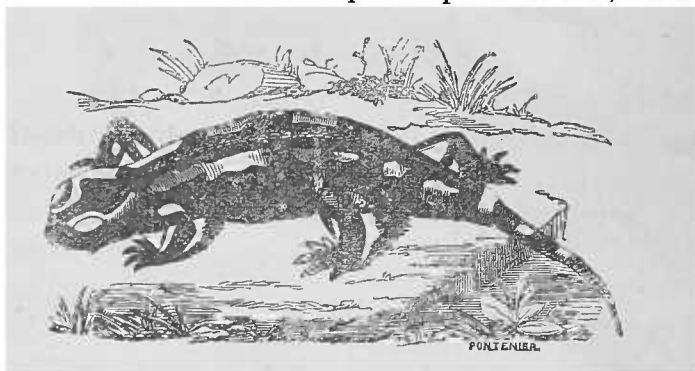


Fig. 472. — Salamandre terrestre.

leurs branchies et ne conservent même pas la trace des fentes branchiales ; tels sont les *Salamandres* et les *Tritons*.

4° Les **Anoures.** — Ont des branchies extérieures pendant le jeune âge ; leur corps est terminé par une longue queue, ce qui leur a fait donner le nom de *Têtard* ; bientôt la partie externe des branchies disparaît, la partie interne seule fonctionne ; c'est alors que les poumons commencent à se développer ainsi que les pattes antérieures d'abord, puis les pattes postérieures ; enfin les branchies internes disparaissent et l'animal passe à l'état de *Grenouille*.

Outre les Grenouilles on trouve encore dans ce groupe : les *Rainettes*, qui ont les extrémités en forme de ventouses ; les

Crapauds qui ont les membres postérieurs plus courts et la peau de la tête surmontée de tubercules glanduleux; les *Pipas*

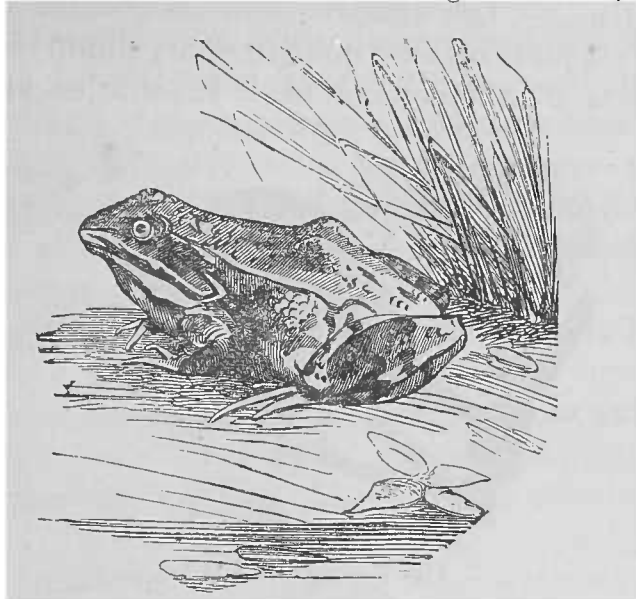


Fig. 473. — Grenouille verte.

caractérisés par l'absence de langue et de tympan visible; à l'époque de la ponte, la peau de leur dos a la propriété de se

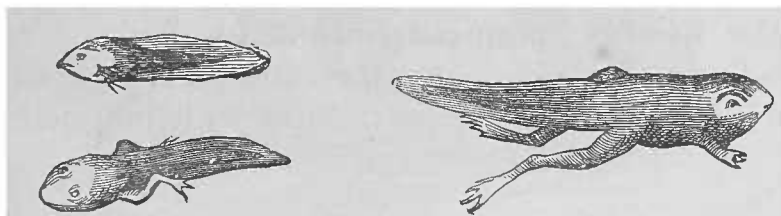


Fig. 474 et 475. — Têtard de grenouille.

gonfler et de former des cavités dans lesquelles les œufs déposés par le mâle se développent et éclosent.

REPTILES

561. La classe des Reptiles comprend des Vertébrés à respiration pulmonaire à tous les âges; le cœur de ces animaux se compose de deux oreillettes et d'un ventricule, ce qui rend la circulation incomplète. Tous les Reptiles ont le tégument externe composé de plaques cornées (écailles) ou de plaques osseuses et jamais de plumes.

Ils se divisent en quatre ordres : les *Sauriens*, les *Ophidiens*, les *Crocodyliens* et les *Chéloniens*.

1° **Sauriens.** — Les Sauriens ont, en général, le corps recouvert de plaques cornées : quelques-uns, comme le Caméléon, sont couverts d'un tégument mou. Ils ont les mâchoires ar-



Fig. 476. — Caméléon.

mées de dents, deux paires ou une paire de membres, quelquefois absence de membres.

Principaux genres : les *Lézards* dont plusieurs espèces habitent la France méridionale ; la plus grosse est le Lézard ocellé. Les *Geckos*, Reptiles à peau chagrinée et tuberculeuse comme celle des Crapauds ; le Gecko des murailles qui se trouve dans le midi de la France. Les *Caméléons* célèbres par la propriété qu'ils

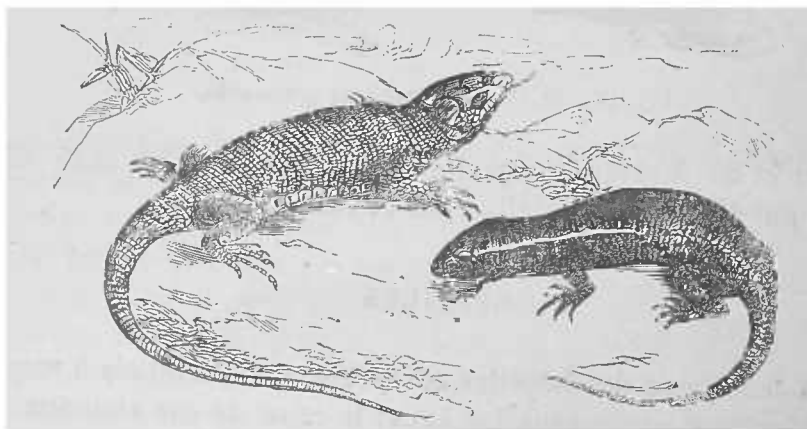


Fig. 477. — Lézard gris et lézard vert.

ont de changer de couleur ; ils ont cinq doigts à tous les membres et disposés en deux paquets opposables.

A l'ordre des Sauriens se rattachent plusieurs Reptiles fossi-

; les *Ptérodactyles* qui tiennent du Reptile et de la Chauve-
 uris ; les *Ichthyosaures*, animaux dont le museau a l'aspect
 in Marsouin, la tête d'un Lézard, les dents d'un Crocodile et
 ; nageoires d'une Baleine ; les *Plesiosaures* qui ont la tête d'un
 zard, les dents du Crocodile et le corps d'un Serpent ; le *Mé-*
losaure, l'*Iguanodon* étaient des Reptiles à proportion plus
 gantesque encore.

2° **Ophidiens.** — Les Ophidiens ou Serpents sont des Reptiles
 ailleux, à mâchoires très-dilatables armées de dents et sans
 embres.

On partage les Serpents proprement dits en venimeux et non
 nimeux.

Le type des Serpents venimeux est la *Vipère* ; ces animaux

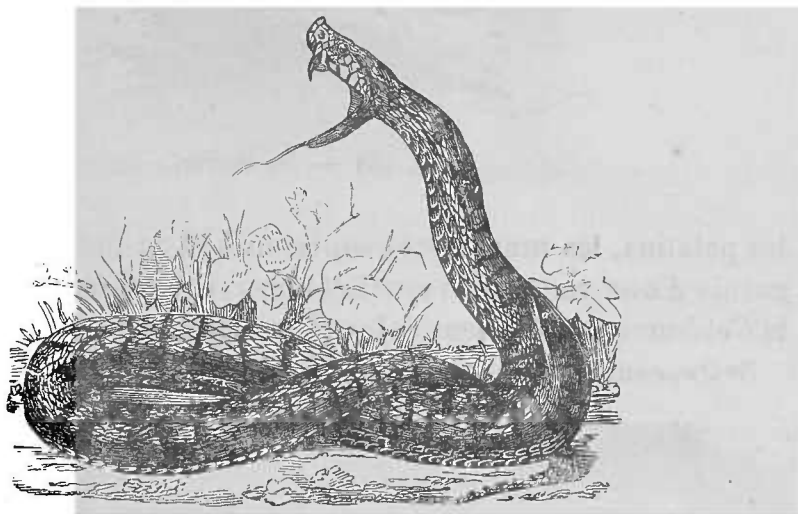


Fig. 478. — Vipère.

portent sur leurs os maxillaires supérieurs, de chaque côté, une
 dent en crochet ; cette dent percée d'un canal longitudinal verse

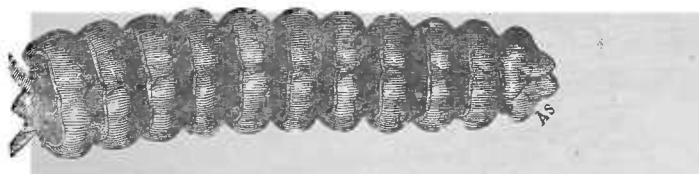


Fig. 479. — Sonnettes du Crotale.

ans la plaie qu'elle fait un venin actif sécrété par une glande
 si se trouve dans le voisinage de l'œil : les *Crotales* ou Serpents
 sonnettes sont les plus célèbres de ces Reptiles. Sous le nom

de Vipères on comprend tous les Serpents venimeux à crochets isolés qui ont les plaques de la queue doubles : tels sont la *Vipère commune*, le terrible *Naja* ou *Serpent à lunette de l'Inde*, la *Vipère Hays* d'Egypte, etc. Les Serpents non venimeux ont

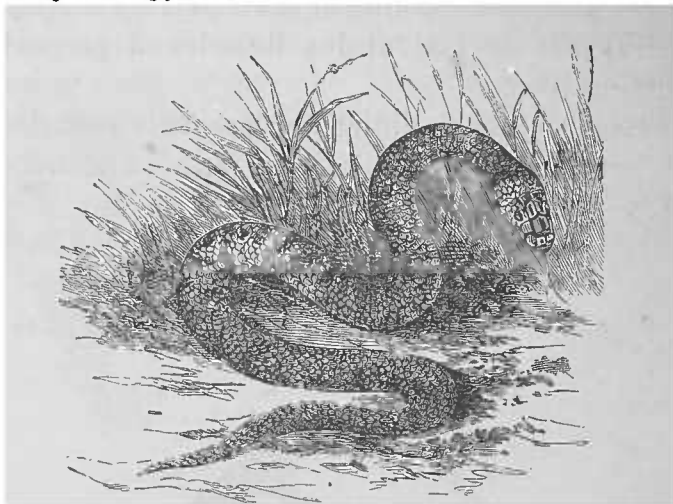


Fig. 480. — Couleuvre.

les palatins, les maxillaires supérieurs et la mâchoire inférieure garnis d'une rangée de crochets non venimeux : nous citerons la *Couleuvre*, les *Pythons* et les *Boas* remarquables par leur taille.

3^e Crocodiliens. — Corps allongé recouvert de plaques cornées,

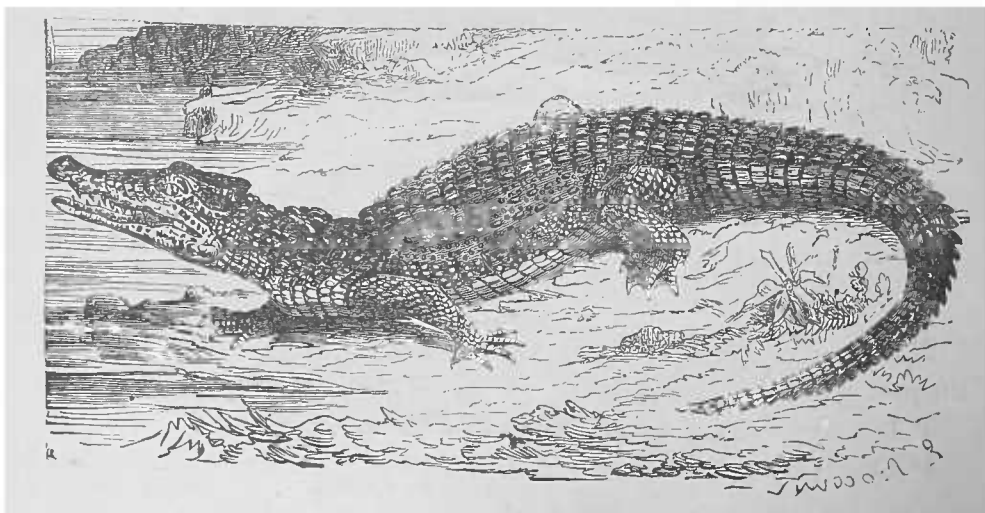


Fig. 481. — Crocodile.

pourvu de quatre pattes, mâchoires garnies de dents ; ce sont des animaux carnassiers qui atteignent une grande taille. On

en distingue plusieurs genres sous le nom de *Crocodiles proprement dits*, de *Gavials* et de *Caïmans*.

4° **Chéloniens.** — Caractérisés par un double bouclier composé de plaques cornées dans lequel le tronc est renfermé tout entier ; le bouclier supérieur appelé *carapace* est formé par la soudure réciproque des huit paires de côtes et des vertèbres correspondantes, le bouclier inférieur ou *plastron* par celle des neuf pièces qui représente le sternum. On partage les Chéloniens en quatre familles.

1° Les *Tortues de terre* portent des mâchoires cornées, unies

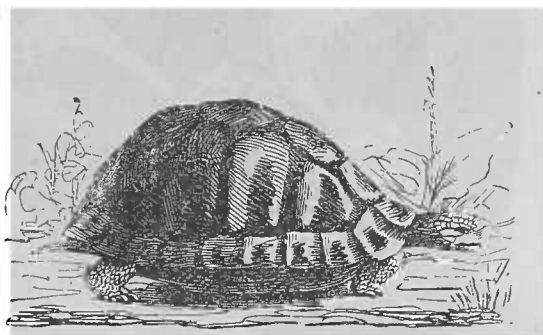


Fig. 482. — Tortue grecque.

ou coupantes ; membres courts pourvus d'ongles (Tortue grecque de la Méditerranée).

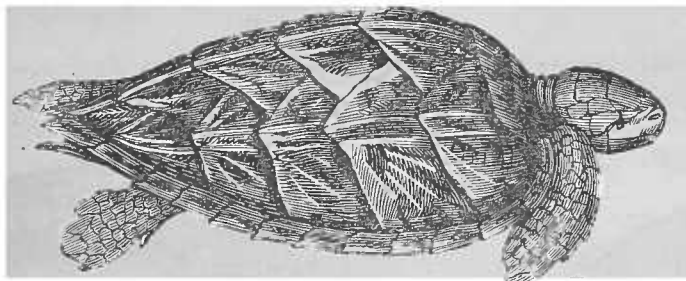


Fig. 483. — Caret.

2° Les *Emydes* ont aussi des mâchoires cornées ; membres un peu palmés ; habitent les rivières et les marais.

3° Les *Tryonix* ou Tortues fluviales.

4° Les *Tortues de mer* ; bec corné et crochu, membres palmés.

OISEAUX.

562. Les Oiseaux sont des Vertébrés ovipares à circulation double et complète, à respiration aérienne, et organisés pour le vol.

Quoique cette classe renferme un grand nombre de formes bien

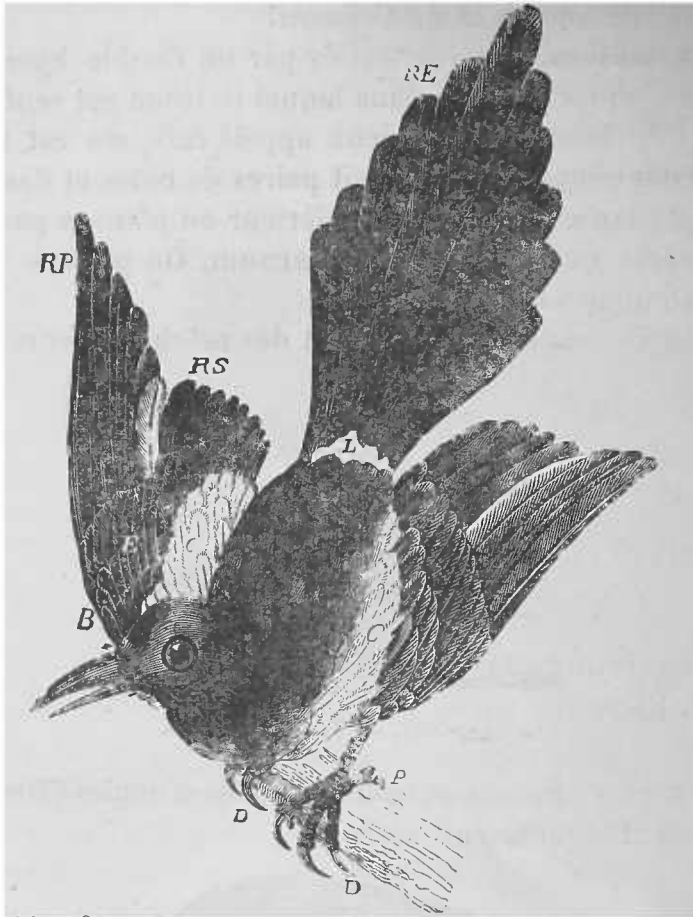


Fig. 484. — Pie montrant la disposition des plumes.

déterminées, les modifications de structure qu'elle présente



Fig. 485. — Faucon.

Fig. 486. — Milan.

sont comparativement de peu d'importance, de sorte que les

caractères qui ont servi à les séparer en groupes ne sont pas très-tranchés. La distribution des Oiseaux en ordres se fonde sur la conformation du bec et des membres. Ces ordres sont les suivants : les *Accipitres* ou *Rapaces*, les *Passereaux*, les *Grimpeurs*, les *Gallinacés*, les *Echassiers* et les *Palmipèdes*.

1° Accipitres. — Ces Oiseaux nommés Rapaces ou Oiseaux de

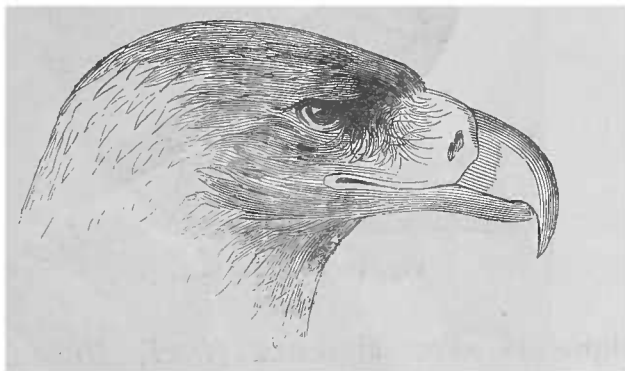


Fig. 437. — Tête de l'Aigle.

proie ont tous un bec fort et crochu et les ongles en forme de griffes. Ils se nourrissent de proie et attaquent les autres oi-

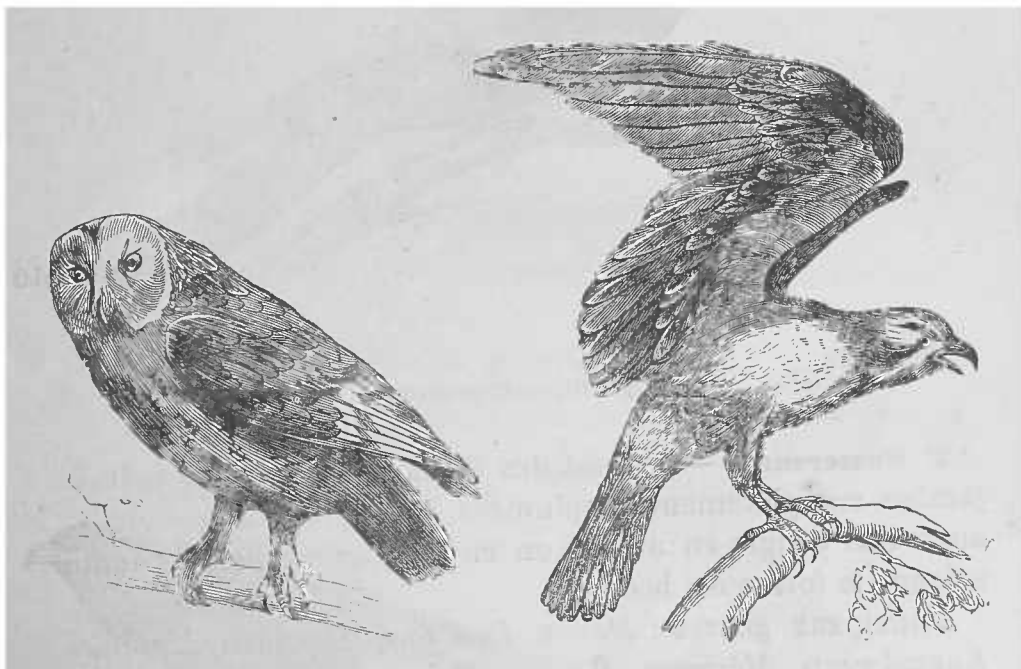


Fig. 488. — Chat-Huant.

Fig. 439. — Le Balbuzard.

seaux, et même les petits Mammifères et les Reptiles. Ajoutons que le bec porte à sa base une membrane mince appelée *cire*.

On les distingue en diurnes (*Vautours*, *Faucons*, *Gypaètes*, *Mi-*

lans, Buses, Aigles, Eperviers, etc)., et en nocturnes qui ont une grosse tête, de grands yeux entourés d'un disque effilé de plu-

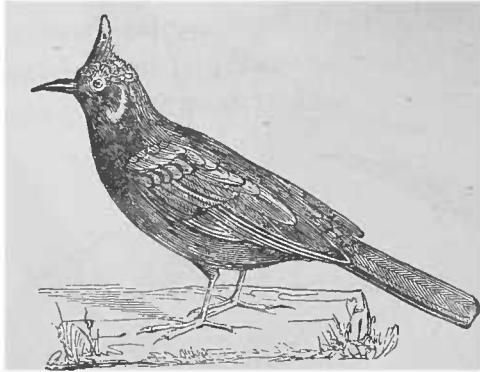


Fig. 490. — Alouette.

mes, quelquefois avec aigrettes (*Ducs, Hiloux, Chouettes, Chats-huant*).

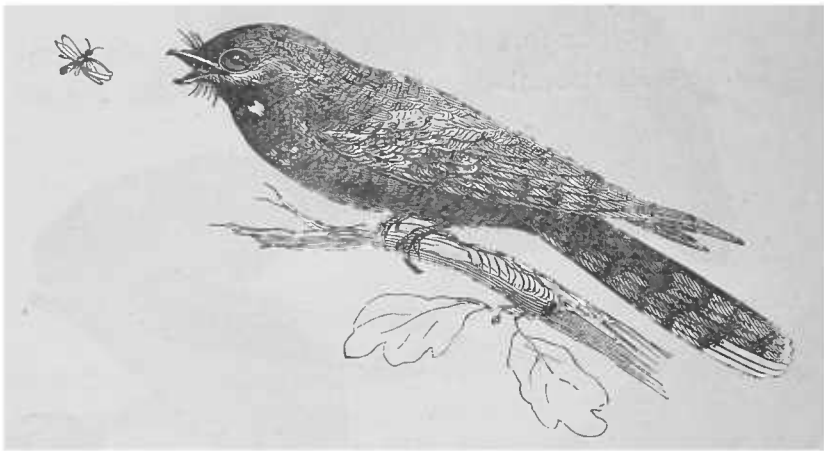


Fig. 491. — Engoulevent.

2° Passereaux. — Ce sont des Oiseaux à pieds non palmés, à jambes complètement emplumées, à quatre doigts dont trois au moins dirigés en avant ; on en distingue plusieurs familles suivant la forme du bec.

Principaux genres : *Merles, Becs-fins, Martinets, Hirondelles, Engoulevents, Mésanges, Pinçons, Moineaux, Bouvreuils, Oiseaux de Paradis, Colibris, Corbeaux*, etc.

3° Grimpeurs. — Cet ordre renferme les Oiseaux dont le doigt externe se dirige en arrière comme le pouce, disposition qui leur sert à grimper. Plusieurs qui grimpent aussi ne présen-

tent pas cette conformation. Les genres principaux sont : les *Perroquets*, les *Toucans*, les *Pics*, les *Coucous*.

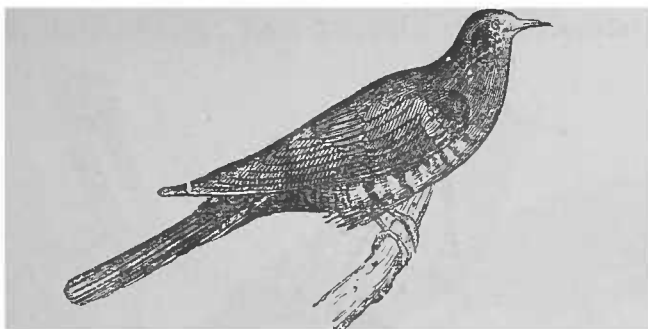


Fig. 492. — Coucou.

4° Gallinacés. — Bec voûté, jambes emplumées ; vol généralement lourd ; doigts réunis seulement à la base par une courte

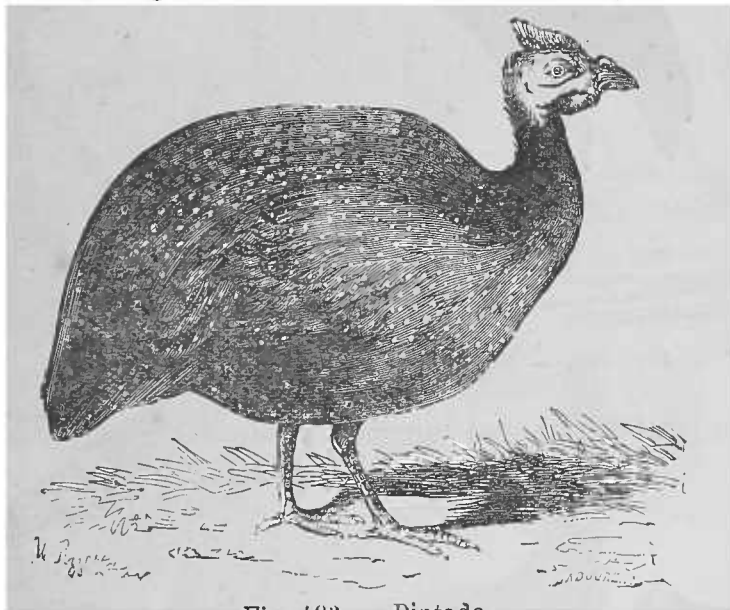


Fig. 493. — Pintade.

palmaire. Ces Oiseaux ont une grande ressemblance avec le

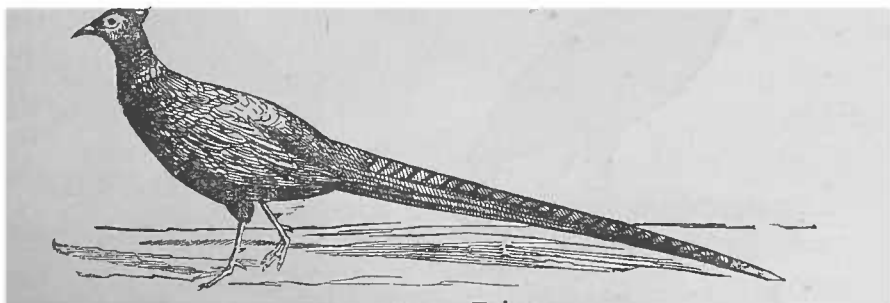


Fig. 494. — Faisan.

Coq domestique, la pintade, et forment les Gallinacés propre-

ment dits : tels sont les *Paons*, *Dindons*, *Faisans*, etc. ; les *Pigeons*, les *Colombes* appartiennent aussi à cet ordre.

5° **Echassiers.** — Ces oiseaux sont caractérisés par la nudité

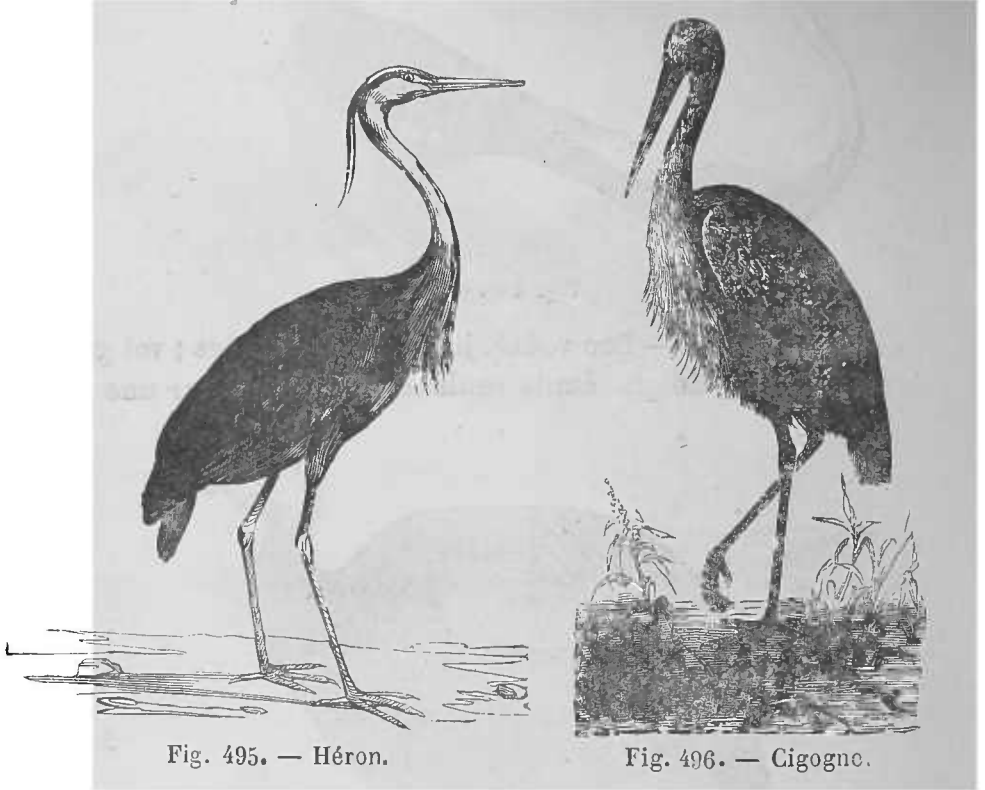


Fig. 495. — Héron.

Fig. 496. — Cigogne.

de leurs jambes qui sont longues, et dont les doigts sont quel-

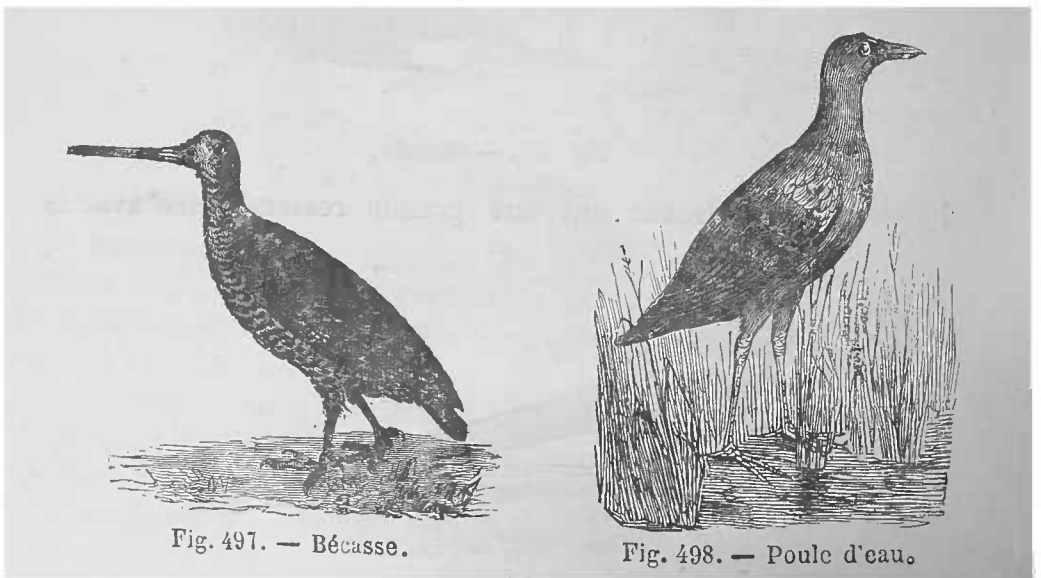


Fig. 497. — Bécasse.

Fig. 498. — Poule d'eau.

quefois palmés ; la plupart volent bien, mais ils n'ont jamais des

ailes très-étendues. Nous citerons : 1° les **Brévipennes** dont les

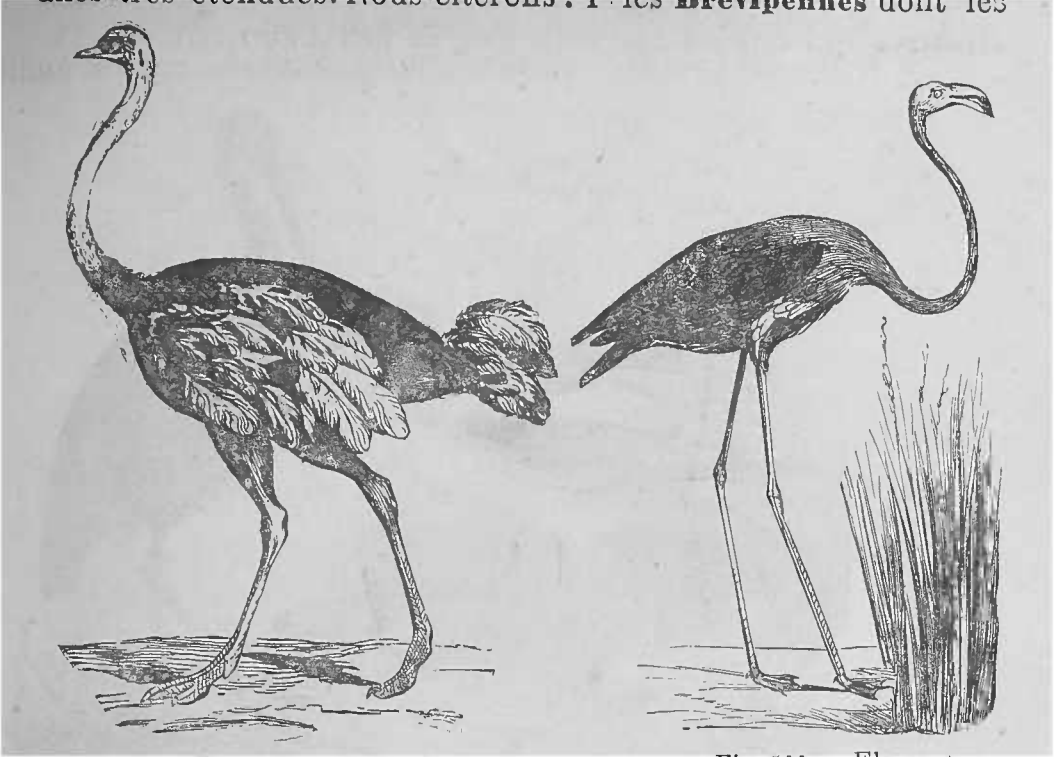


Fig. 499. — Autruche.

Fig. 500. — Flamant.

ailes sont rudimentaires, qui sont des Echassiers coureurs ;

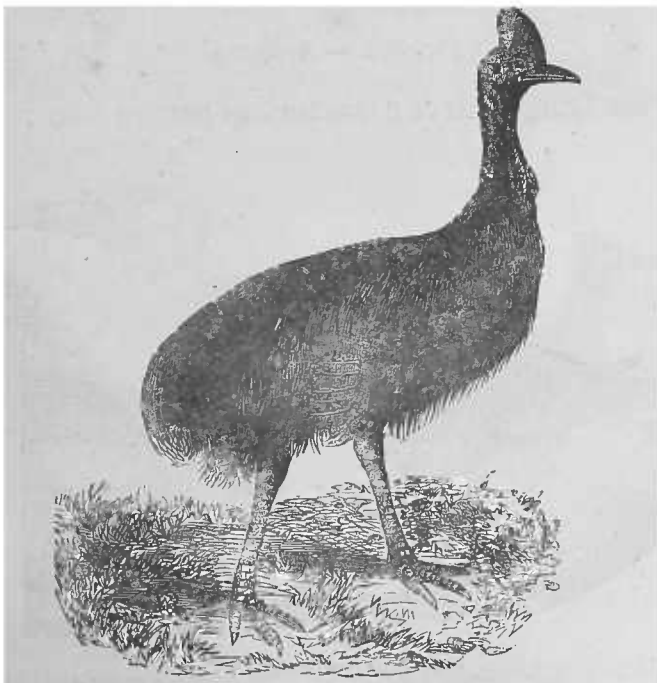


Fig. 501. — Casoar.

parmi eux se trouvent les plus grandes espèces d'Oiseaux con-

nues : l'*Autruche* d'Afrique, les *Casoars*, les *Aptérix* : 2° les **Culcirostrés** qui ont un bec gros, long et fort (*Grues*, *Hérons*, *Ci-*



Fig. 502. — Avocette

gogne) ; 3° les Longirostrés caractérisés par un bec grêle et long

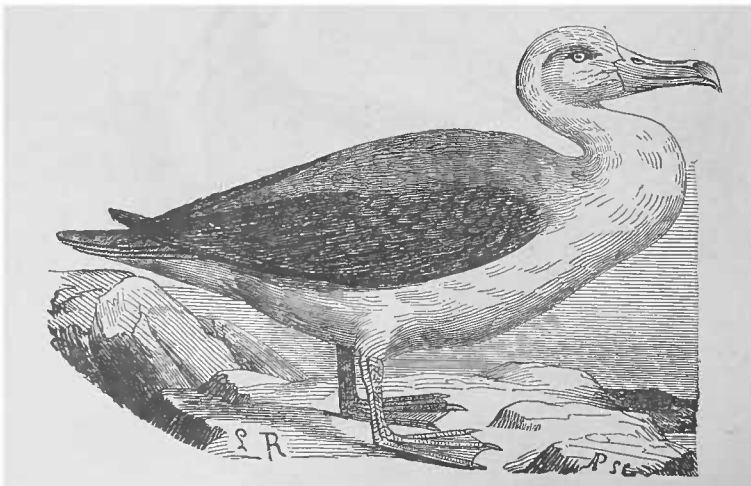


Fig. 503. — Albatro

(*Ibis*, *Courlis*, *Bécasses*, *Bécassines*, etc) ; 4° les **Brévirostrés**, dont le bec est médiocre et les doigts courts (*Outardes*, *Pluviers*,

Vanneaux) ; 5° les **Macroactyles** caractérisés par l'extrême allongement des doigts (*Rales, Poules d'eau, Flamants*).

563. Palmipèdes. — Oiseaux à pieds palmés ; fréquentent les



Fig. 504. — Hirondelle de mer.

eaux ; membres pelviens toujours très-courts, le plus souvent la jambe emplumée : ce sont des oiseaux construits pour nager et plonger.

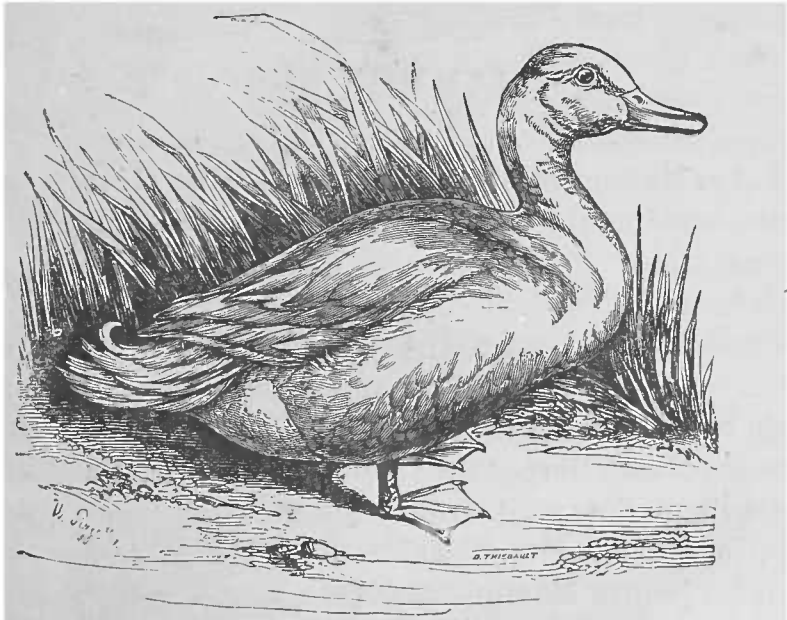


Fig. 505. — Canard.

Les principales familles sont : les **Plongeurs** (*Plongeurs, Pingouins, Manchots*) ; 2° les **Longipennes** à grandes ailes n'ayant que trois doigts palmés (*Hirondelle de mer, bec en*

ciseaux); 3° les **Totipalmes** à ailes longues et à vol soutenu (*Pélican, Cormoran, Frégate*); 4° les **Lamellirostres** sont des

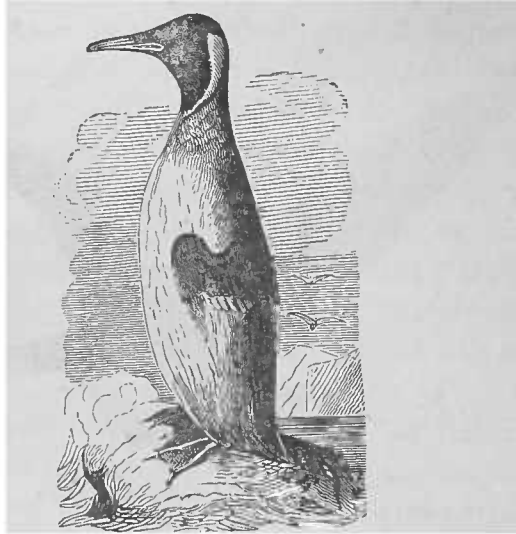


Fig. 596. — Manchot.

Palmipèdes à trois doigts palmés, à bec épais et lamelleux, à ailes médiocres (*Canards, Cygnes, Oies*).

MAMMIFÈRES

564. Les Mammifères doivent être placés en tête du règne animal, non-seulement parce que c'est la classe à laquelle appartient l'Homme, mais encore parce que c'est celle de toutes qui jouit des facultés les plus multipliées, des sensations les plus délicates, des mouvements les plus variés, et où l'ensemble de toutes les propriétés paraît combiné pour produire une intelligence plus parfaite, plus féconde en ressources et plus susceptible de perfectionnement.

Tous les Mammifères sont vivipares; tous sans exception portent des mamelles, c'est-à-dire des glandes tégumentaires de l'organisme maternel qui sécrètent un liquide, le *lait*, servant à nourrir les jeunes Mammifères. Un groupe, celui des *Ornithodélphes* ou *Monotrèmes*, offre encore plusieurs rapports de parenté avec les classes inférieures; il en est de même d'un autre, les *Didelphes* ou *Marsupiaux*; là, le jeune animal naît dans un état d'organisation moins avancée; il achève son développement en dehors de l'organisme maternel, enfermé dans une poche munie de glandes qui sécrètent le lait destiné à la nutrition.

Les autres Mammifères, les *Monodelphes*, se distinguent par un plus long séjour de l'embryon dans les corps de la mère par suite de connexions qui existent entre eux. La présence d'une *placenta* permet à l'embryon de puiser directement les éléments nutritifs propres à son développement complet. Les Mammifères monodelphes ou placentaires se subdivisent eux-mêmes en plusieurs branches distinctes par des caractères tirés de la conformation des membres et de la dentition ; l'une est représentée par les *Ongulés*, chez lesquels les doigts sont terminés par des sabots ; l'autre est représentée par les *Onguiculés* qui ont les doigts terminés par des ongles. Les Onguiculés comme les Ongulés forment des divisions secondaires fondées sur la disposition des doigts, sur le nombre et la conformation du système dentaire et sur la forme de l'estomac.

Aujourd'hui, on divise la classe des Mammifères en trois grands groupes ayant chacun la valeur d'une sous-classe, savoir : 1° les **Ornithodelphes** ou **Monotrèmes** ; 2° les **Didelphes** ou **Marsupiaux** ; 3° les **Monodelphes**.

ORNITHODELPHERS.

565. Les Mammifères désignés sous le nom d'Ornithodelphes sont ceux qui se rapprochent le plus des Reptiles et des Oiseaux quoiqu'ils en soient séparés par tous les caractères essentiels des Mammifères. Comme les ovipares, ils ont un os coracoïdien

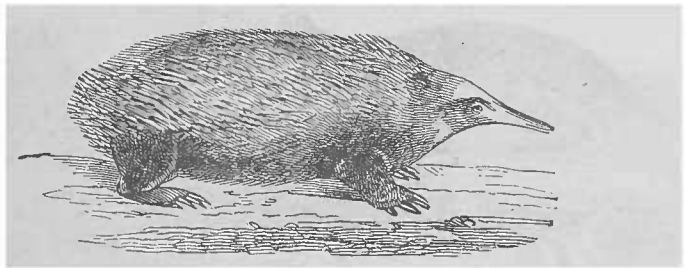


Fig. 507. — Échidné.

large qui s'articule avec le sternum et un vaste cloaque commun au rectum et aux organes urinaires, analogue à celui des Oiseaux ; ils possèdent des os marsupiaux comme les Didelphes et sont privés de dents.

Ce groupe comprend deux genres : l'*Échidné* et l'*Ornithorhynque*.

L'*Échidné* a le corps couvert d'épines comme le Porc-épic accompagnés de poils soyeux, et des pieds puissants. Sa bou-

che est petite, dépourvue de dents et munie d'une longue langue protractile, comme celle des Fourmiliers.

L'*Ornithorhynque* a le corps recouvert d'une fourrure molle

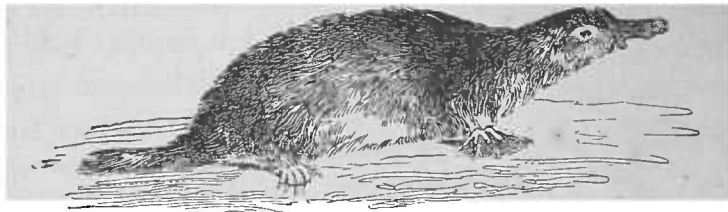


Fig. 508. — Ornithorhynque.

le museau est aplati en forme de bec de Canard et les pieds palmés; il fréquente les champs et les rivières.

Ces deux genres appartiennent exclusivement à la Nouvelle-Hollande.

DIDELPHES.

566. Chez ces animaux, l'os coracoïdien est réduit à une simple apophyse et ne s'articule pas avec le sternum; le tégument ex-

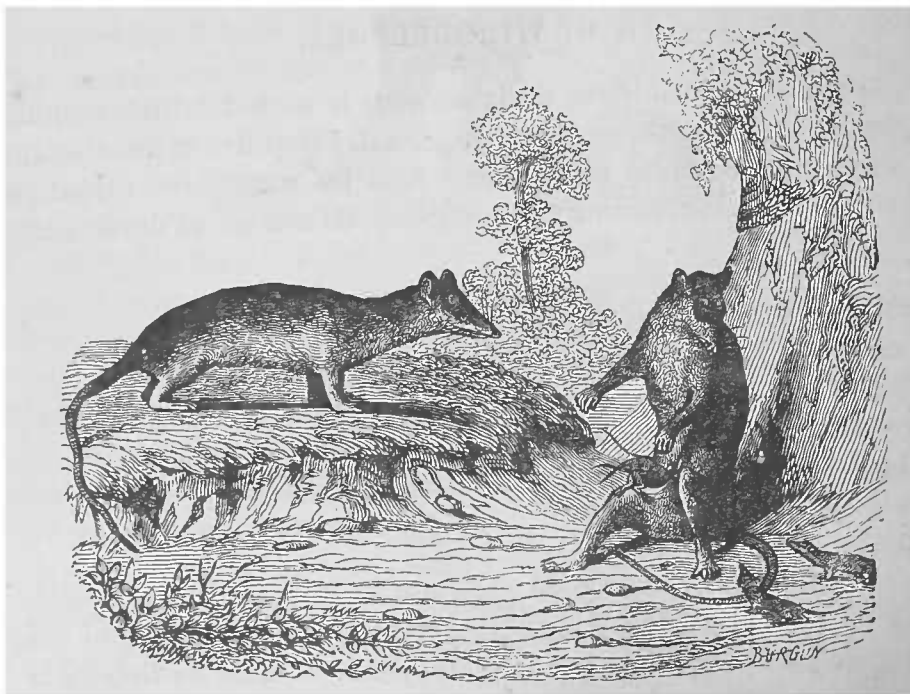


Fig. 509. — Sarigues.

terne est couvert d'une fourrure. Les mâchoires sont pourvues de dents. Leur caractère distinctif est d'avoir des os *marsupiaux*

et une poche *marsupiale* dans laquelle les jeunes achèvent de se développer en se fixant aux mamelles jusqu'à leur entier accroissement.

Les Didelphes sont tous des animaux terrestres ayant des modes très-divers de locomotion; ils sont, les uns carnivores, les autres insectivores, frugivores ou herbivores.

Les principales familles sont : 1° les *Sarigues* et les *Phalangers* qui ont un pouce très-développé aux membres postérieurs,

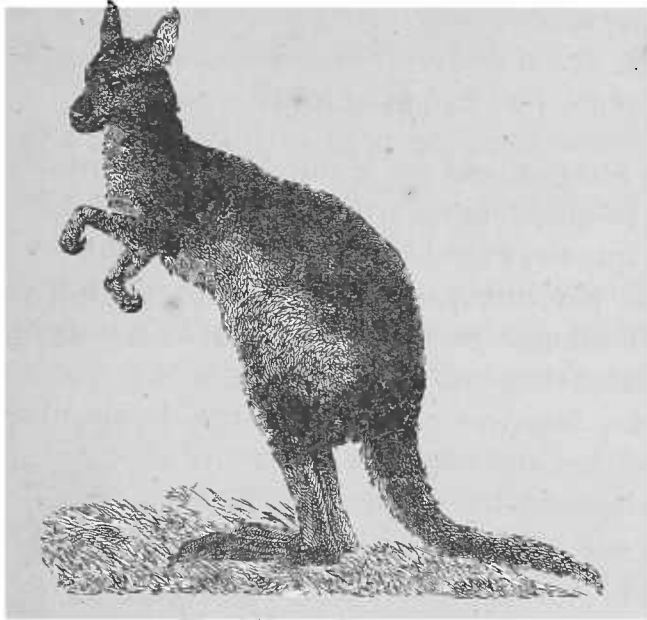


Fig. 510. — Kangourou.

beaucoup une queue prenante et un système dentaire analogue à celui des Insectivores; 2° les *Kangourous* qui sont herbivores et ont des molaires de Ruminants; 3° les *Phascolomes* qui sont de véritables rongeurs.

Les Didelphes sont actuellement confinés en Australie; quelques rares espèces se trouvent dans quelques parties de l'Amérique du Nord.

MONDELPHES.

567 La grande division des Monodelphes, comprend : 1° des Mammifères dont les membres sont essentiellement conformés pour la vie aquatique; ce sont les Sirènes et les Cétacés

proprement dits ; 2° des Mammifères qui ont les membres disposés pour la marche, qu'ils soient essentiellement terrestres ou demi-aquatiques comme la Loutre, le Castor. On peut distinguer dans cette seconde division quatre groupes principaux : 1° les *Édentés*, les plus inférieurs de tous ; 2° les ONGUICULÉS formés par les *Quadrumanes*, les *Cheiroptères*, les *Rongeurs*, les *Insectivores* et les *Carnivores* ; 3° les ONGULÉS, c'est-à-dire les *Proboscidiens*, les *Pachydermes* ordinaires ou *Jumentés*, les *Ruminants* et les non *Ruminants* ou *Porcins*.

Nous allons passer successivement en revue chacun de ces divers ordres.

SIRÈNES.

368. Les Sirènes sont des Mammifères qui ont des habitudes aquatiques, fréquentent les rivières et les embouchures. Ces animaux n'ont que des membres antérieurs ; les doigts sont réunis sous la peau par une palmure en forme de rame natatoire ; le corps est allongé et se termine en une nageoire caudale aplatie horizontalement. Les Sirènes n'ont que deux sortes de dents : des incisives et des molaires. Leurs mamelles sont pectorales et des soies éparses couvrent la surface du corps. Il existe actuellement trois genres de Sirènes : les Dugongs qui se trouvent sur le bord de l'océan Indien et de l'Australie, les *Lamantins* et les *Rhytines* qui ont disparu.

CÉTACÉS.

369. Dans cet ordre de Mammifères, la forme du corps se rap-

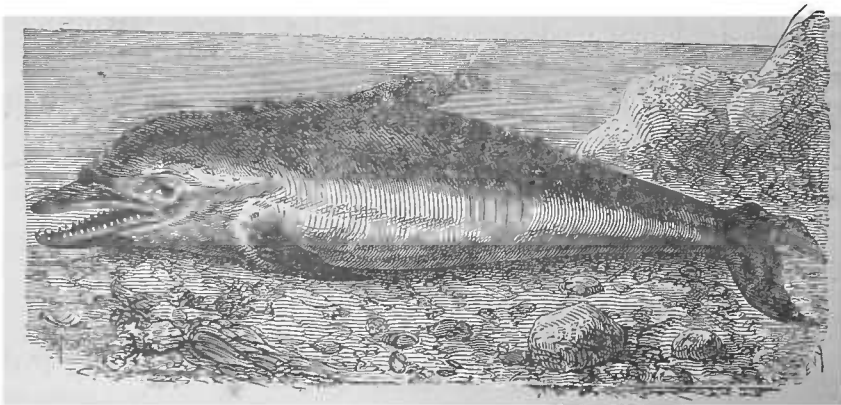


Fig. 511. — Dauphin.

proche encore plus de celle des Poissons que dans les Sirènes.

Ces animaux n'ont qu'une seule paire de membres antérieurs qui se terminent par une large palette aplatie en forme de rame, et très-souvent il existe sur le dos une nageoire dorsale médiane comprimée latéralement. Leurs dents sont toujours d'une seule

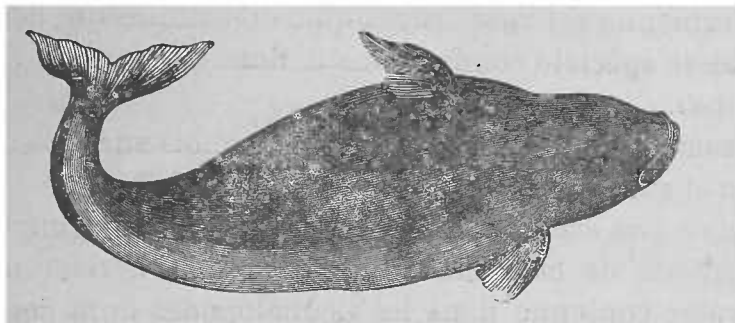


Fig. 512. — Marsouin.

sorte, à une seule racine et les mamelles sont placées à la région postérieure de l'abdomen.

Chez ces animaux, le voile du palais sépare complètement la cavité buccale de la cavité pharyngienne; ils peuvent donc chasser l'eau de leur bouche, à travers les fosses nasales, sans

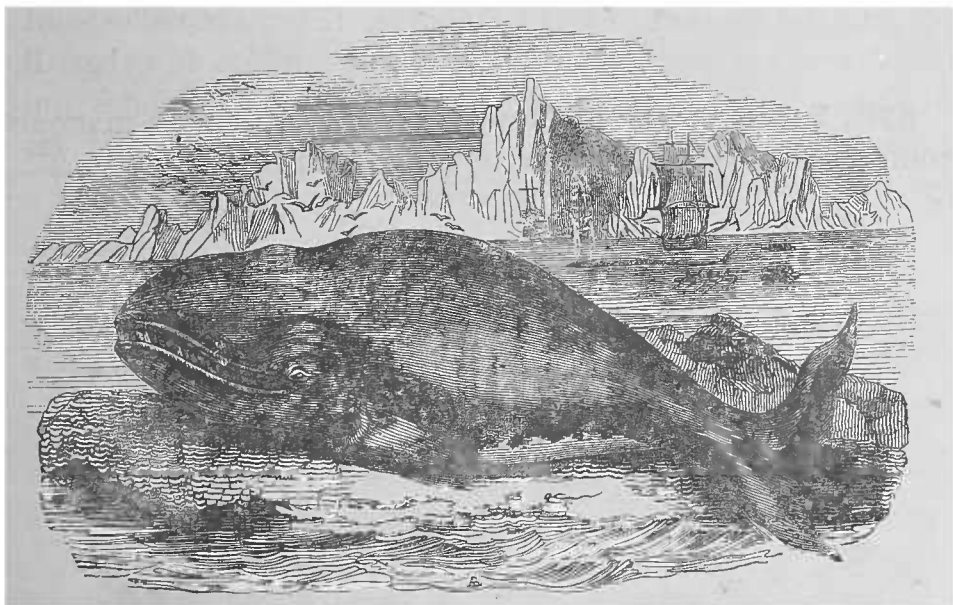


Fig. 513. — Baleine franche.

qu'elle puisse pénétrer dans les voies respiratoires; ce voile ne se relève que quand la bouche est tout à fait vide de l'eau qui s'y est introduite avec les aliments.

A cet ordre appartiennent les *Dauphins*, les *Cachalots* et les *Baleines*.

Les *Dauphins* ont les mâchoires garnies de nombreuses dents simples et coniques; l'espèce la plus commune est le Dauphin vulgaire qui se rencontre dans l'Océan et la Méditerranée.

Les *Cachalots* n'ont des dents qu'à la mâchoire inférieure; la boîte crânienne est vaste et remplie de cellules qui contiennent une graisse spéciale connue sous le nom de *blanc de Baleine* ou *Spermaceti*.

On trouve le Cachalot échoué quelquefois sur les côtes de la Manche et surtout dans la mer du Nord.

L'ambre gris est un produit spécial que l'on trouve dans le canal digestif de ces Cétacés et qui semble dériver de la matière grasse contenue dans les Céphalopodes dont ces animaux se nourrissent.

Un autre groupe de même ordre comprend les *Baleines*, chez lesquelles les dents sont remplacées par de grandes lames cornées nommées *fanons*. La Baleine franche est celle qui fournit le plus d'huile; l'espèce particulière aux parages du Nord est rare de nos jours, mais on la trouve dans le Pacifique.

ÉDENTÉS.

570. Dans ces Mammifères, les dents sont loin de manquer, comme le nom semble l'indiquer; mais quand les dents existent

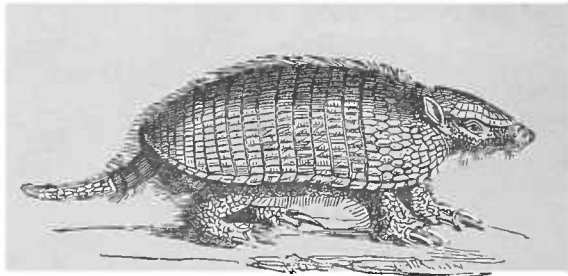


Fig. 514. — Tatou.

elles sont toutes semblables, à une seule racine, et dépourvues d'émail. On trouve dans cet ordre les *Paresseux* ou *Tardigrades*, dont deux espèces l'*Aï* et l'*Unau* sont confinées dans les grandes forêts de l'Amérique.

Les *Tatous* sont reconnaissables à l'espèce de carapace qui recouvre leur corps.

Le *Fourmilier* manque complètement de dents ; il a une langue

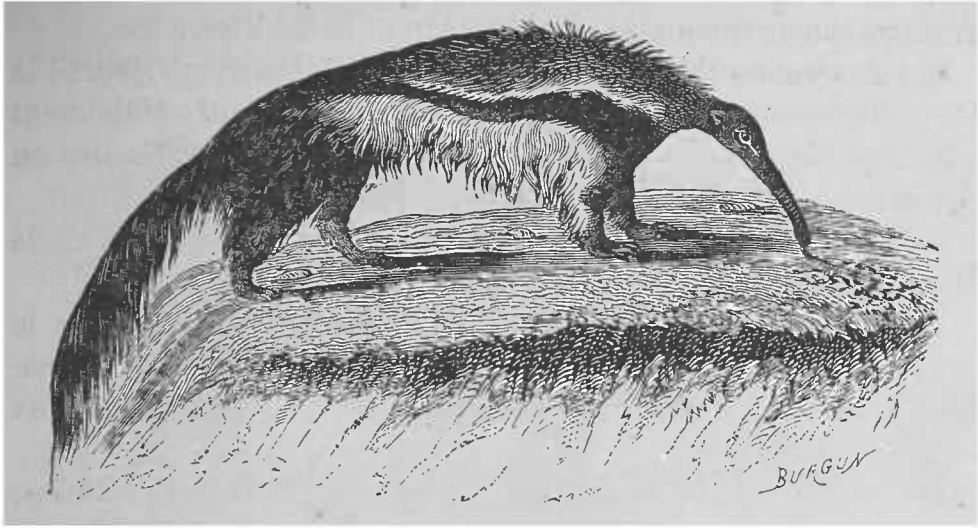


Fig. 515. — Fourmilier.

protractile qui lui sert à saisir les Insectes dont il se nourrit.

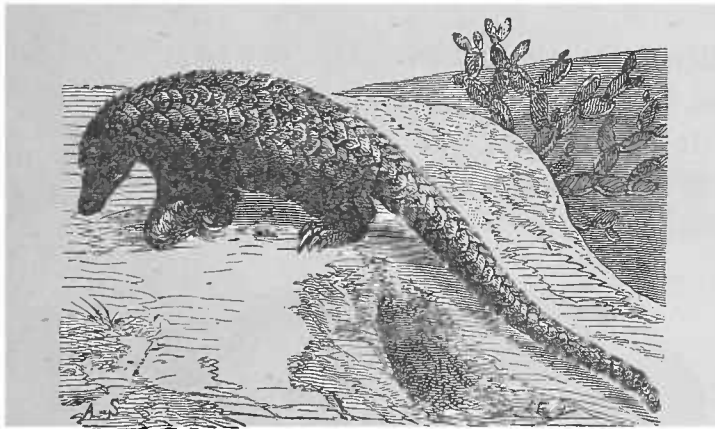


Fig. 516. — Pangolin.

Le *Pangolin* manque aussi de dents et a le corps recouvert de plaques cornées.

ONGULÉS

571. Les Ongulés ont été divisés par Cuvier en deux ordres : 1° les *Pachydermes* qui embrassent tous les Mammifères ongulés à estomac simple et qui ne ruminent pas ; 2° les *Ruminants*. Au-

jourd'hui on considère l'ordre des Pachydermes comme constituant trois groupes distincts : les *Proboscidiens*, les *Jumentés* ou *Pachydermes ordinaires* et les *Porcins*.

572. Proboscidiens. — Ce groupe est aujourd'hui représenté

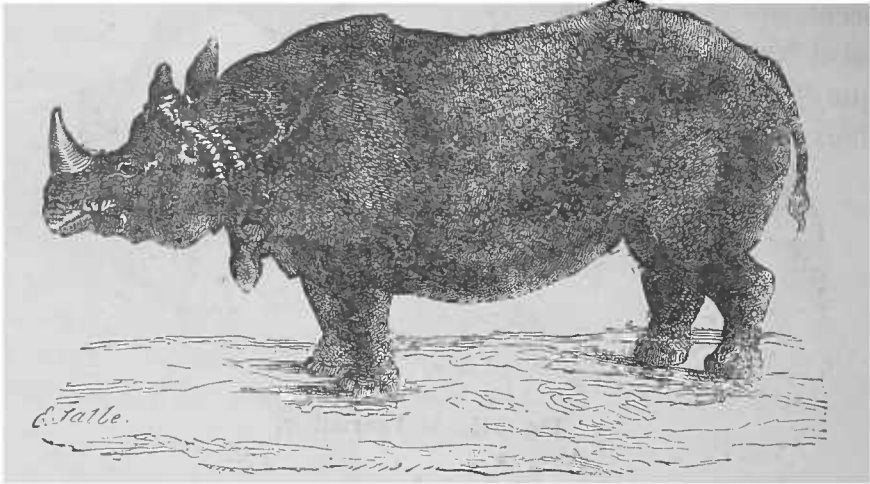


Fig. 517. — Rhinocéros.

par les *Éléphants*. On en connaît de deux espèces, l'une qui habite l'Asie, à petites oreilles et à front concave ; l'autre d'Afrique, plus petite, à grandes oreilles et à front bombé. Les genres éteints sont le *Mammouth* (*Elephas primigenius*), le *Mastodonte* et le *Dinothérium*

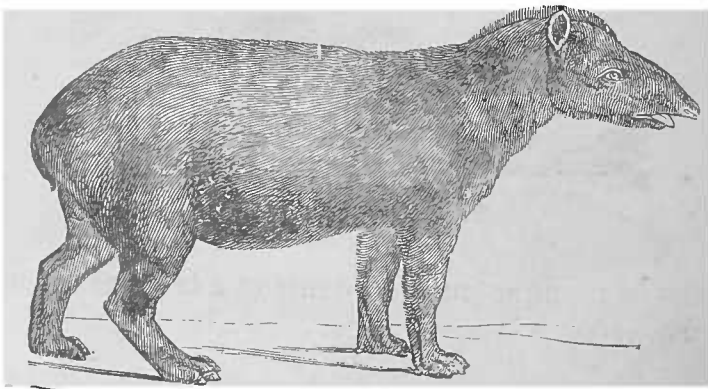


Fig. 518. — Tapir.

573. Jumentés. — Comprennent les *Équidés*, les *Rhinocéros* et les *Tapirs*.

1° Les *Équidés* ou *Solipèdes* sont caractérisés par l'existence

d'un doigt unique et d'un seul sabot à chaque pied ; genres : Cheval, Ane, Hémione, Zèbre, etc.

2° Les *Rhinocéros* ont trois doigts terminés par de petits sabots, une peau épaisse recouverte de poils courts ; dans quelques espèces, une et quelquefois deux cornes sont attachées aux os nasal et frontal. Actuellement, ces animaux sont confinés en Afrique et en Asie ; les premiers ont une corne, les seconds en ont deux.

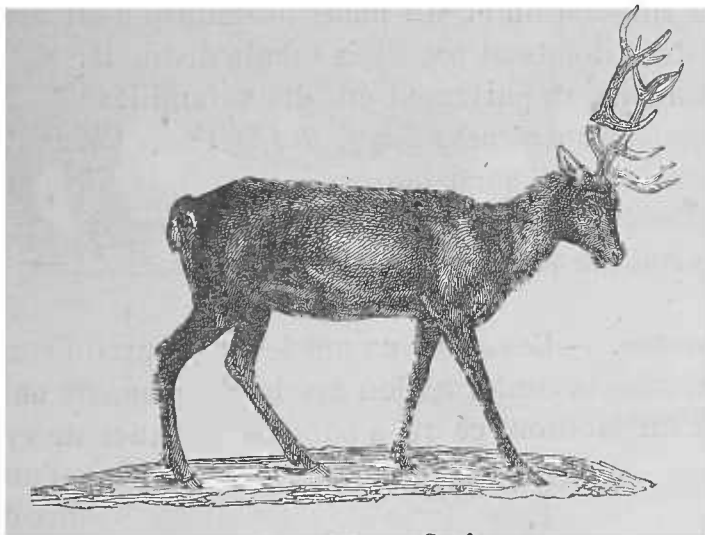


Fig. 519. — Cerf.

Des espèces fossiles habitaient l'Europe à l'époque glaciaire.

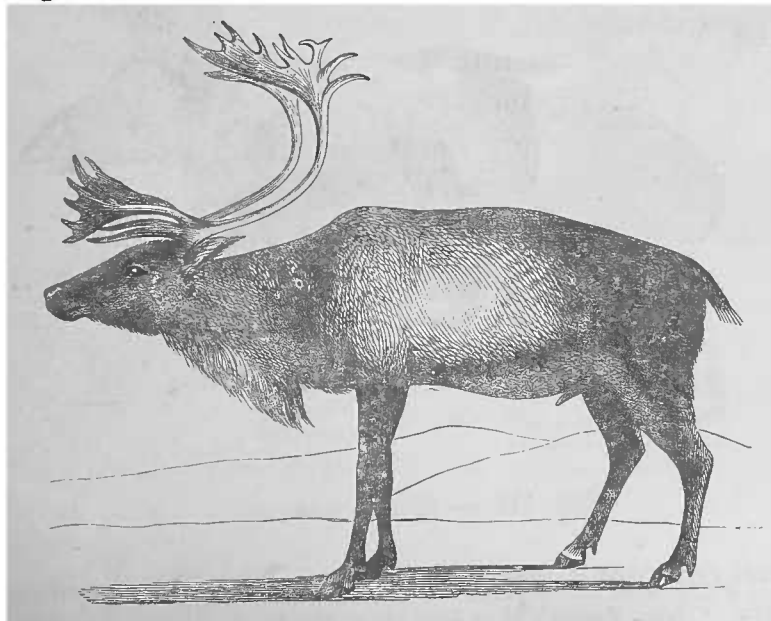


Fig. 520. — Renne.

3° Les *Tapirs* ont quatre doigts au pied de devant et trois à celui

de derrière ; la peau est molle et pourvue de poils ; la bouche se termine par un museau prolongé en trompe ; — habitent l'Amérique du Sud, la Chine et Sumatra. A ce groupe se rattache le genre éteint *Palæotherium* que l'on trouve dans les terrains tertiaires.

574. Ruminants. — Les Ruminants constituent un groupe très-naturel et très-nombreux. Les caractères distinctifs sont l'absence d'incisives à la mâchoire supérieure, un estomac multiple propre à la rumination et les pieds fourchus, c'est-à-dire terminés par deux doigts et par deux sabots distincts.

Les Ruminants se partagent en deux familles :

1^o Les *Ruminants à cornes* : *Bœuf*, *Buffle*, *Yack*, *Chèvre*, *Antilope* dont les cornes sont persistantes ; les *Cerfs*, la *Girafe* dont les cornes sont caduques.

2^o Les *Ruminants sans cornes* : *Chameau*, *Lama*, *Alpaca* et *Chevrotain*.

575. Porcins. — Ces animaux ont le pied fourchu comme les Ruminants, mais la conformation des dents les sépare nettement du Bœuf et du Mouton, ce qui a conduit à former un groupe à

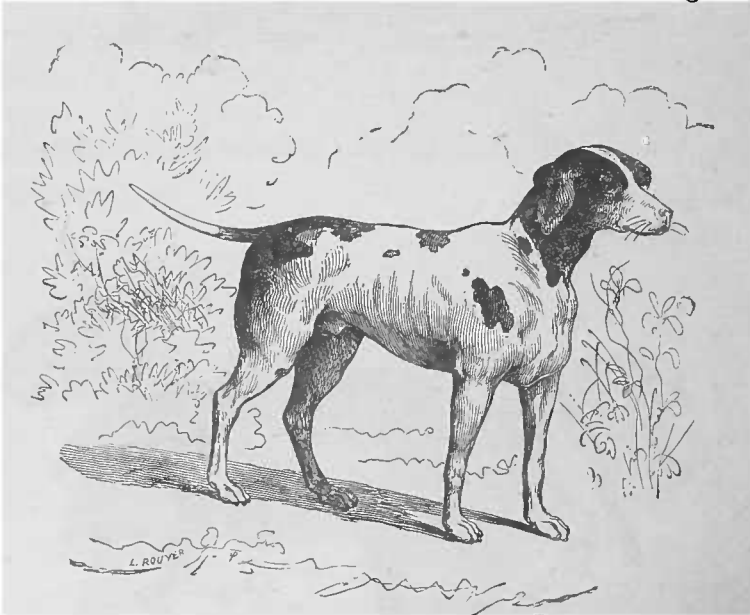


Fig. 521. — Braque français.

part lequel comprend les *Sangliers*, le *Porc*, l'*Hippopotame*, le *Pécari*, etc. ; les *Anoplotherium*, le *Xiphodon* enfouis dans le terrain parisien rentrent dans cet ordre.

ONGUICULÉS

576. Les Mammifères qui forment la division des Onguiculés

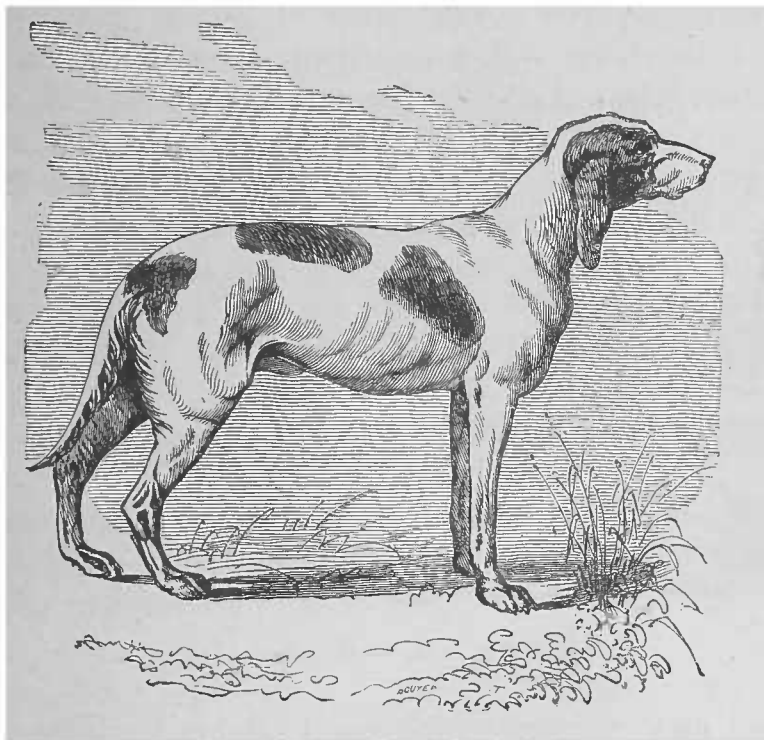


Fig. 522. — Chien de Poitou.

sont : les *Quadrumanes*, les *Cheiroptères*, les *Insectivores*, les *Rongeurs* et les *Carnivores*.

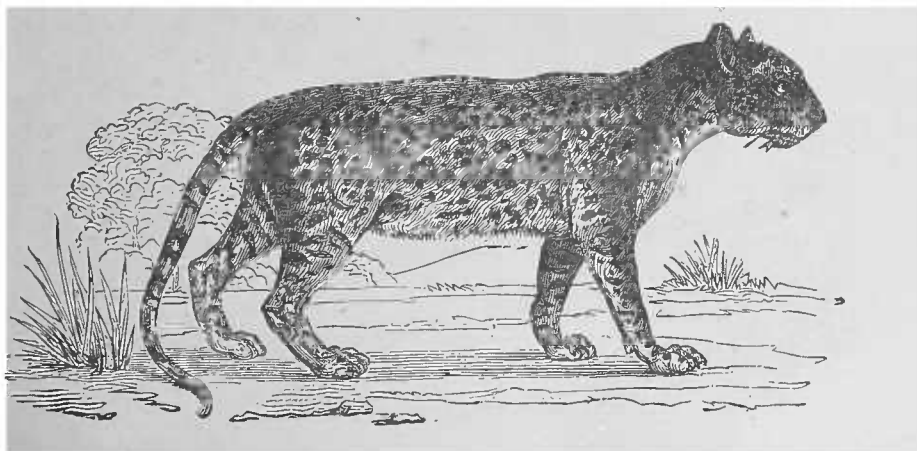


Fig. 523. — Panthère.

577. Carnivores. — Comme leur nom l'indique, les Carnivores

se nourrissent surtout de la chair des autres animaux et leur dentition est appropriée à ce genre de régime.

Certains d'entre eux sont *plantigrades*, c'est-à-dire marchent en appuyant la pointe du pied à terre, ce qui se reconnaît à la nudité de cette partie (*Ours, Blaireau*); d'autres, au contraire,

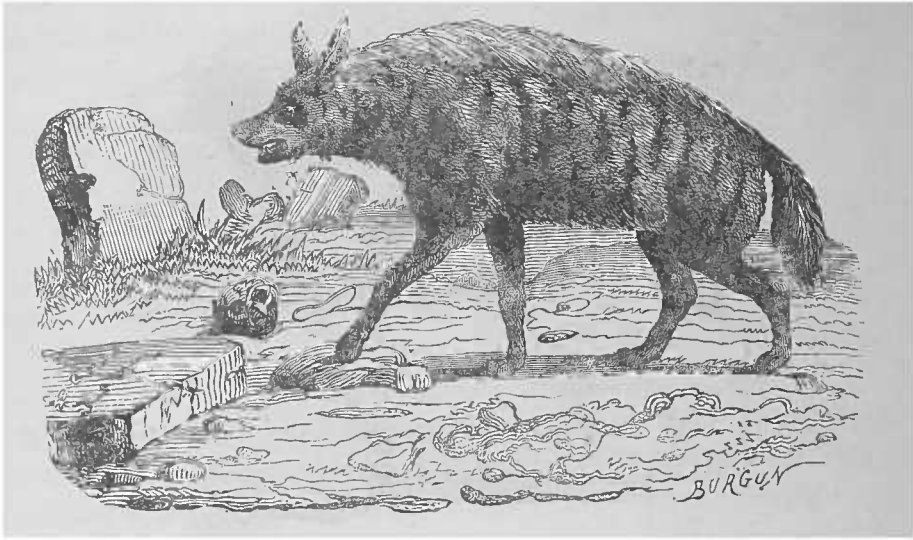


Fig. 524. — Hyène.

marchent en s'appuyant uniquement sur les doigts, le tarse et le métatarse relevés.

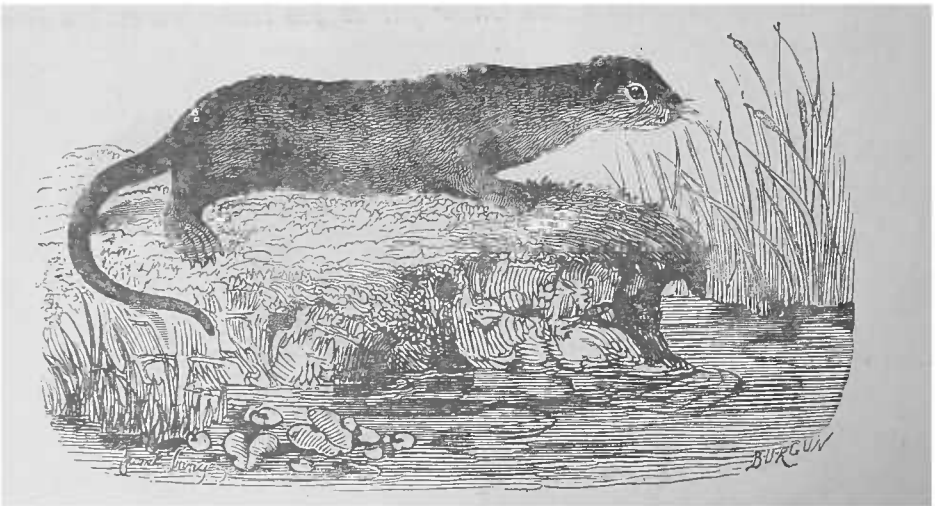


Fig. 525. — Loutre.

Les principaux genres sont : *Putois, Martre, Loutre, Hyène,*

Chien, Chat, etc.; ce dernier comprend les espèces *Lion, Tigre, Panthère, Jaguar, etc.*

A l'ordre des Carnivores se rapportent aussi les *Phoques* et les *Morses* dont la vie aquatique les rattache aussi aux Cétacés.

578. Rongeurs. — Mammifères caractérisés par l'existence à la

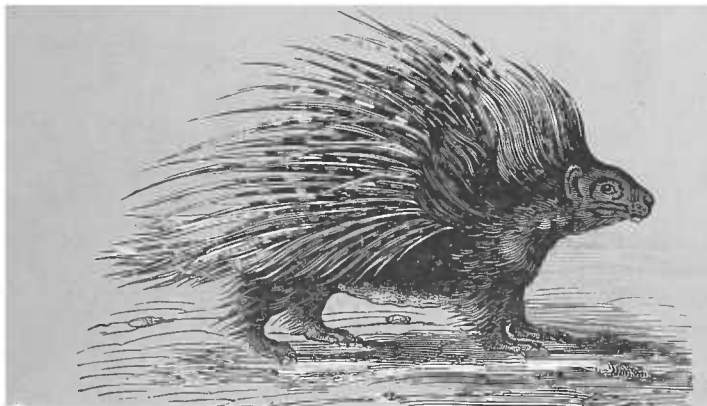


Fig. 526. — Porc épic

mâchoire supérieure et inférieure de deux grandes incisives qui sont séparées des molaires par une barre; — absence de canines.

Le nombre de genres de cet ordre est considérable et ne

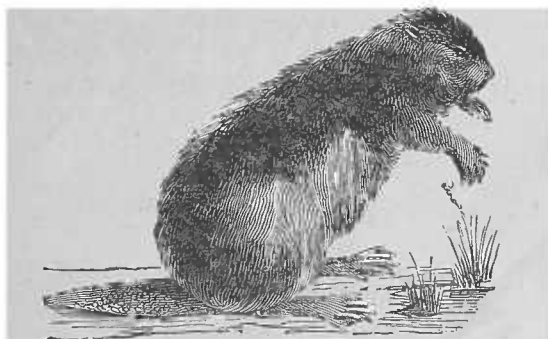


Fig. 527. — Marmotte.

compte pas moins de quatre cents espèces. Nous citerons les *Écureuils, Marmottes, Rats, Lièvres, Lapins, Castors, etc.*

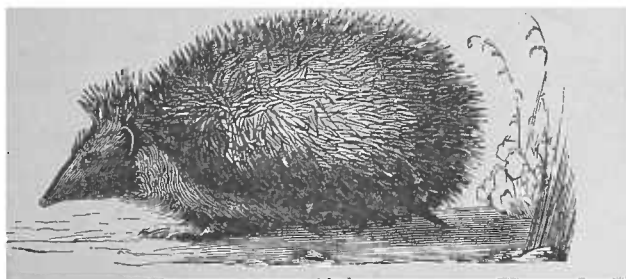


Fig. 528. — Hérisson.

579. Insectivores. — Caractérisés par des molaires à pointes

aiguës; ce sont des animaux de petite taille, la plupart fousseurs et nocturnes. Ils ont cinq doigts à tous les pieds et tous sont très-carnassiers.

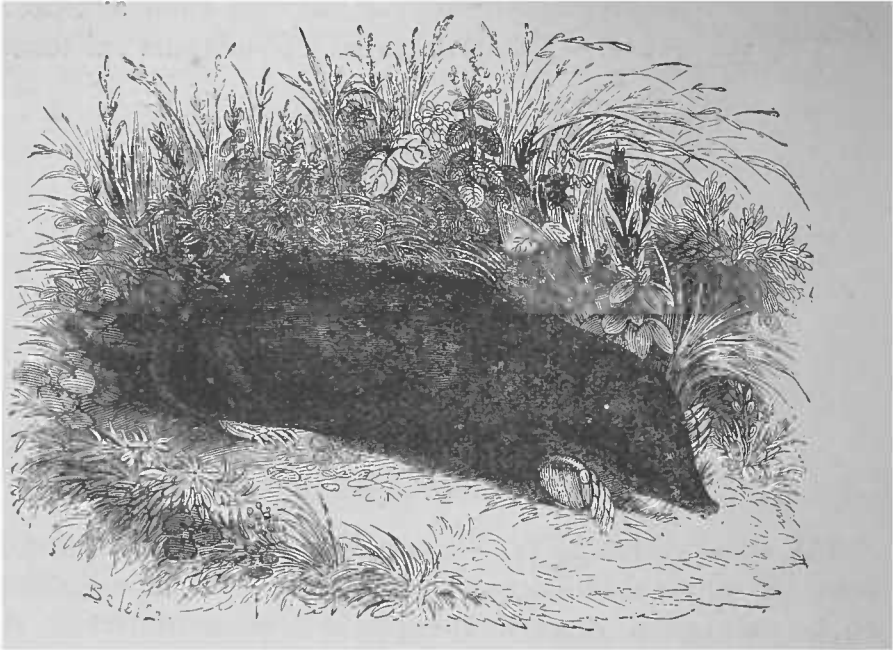


Fig. 529. — Taupes.

Les *Hérissons* les *Musaraignes*, les *Taupes* sont les genres communs.

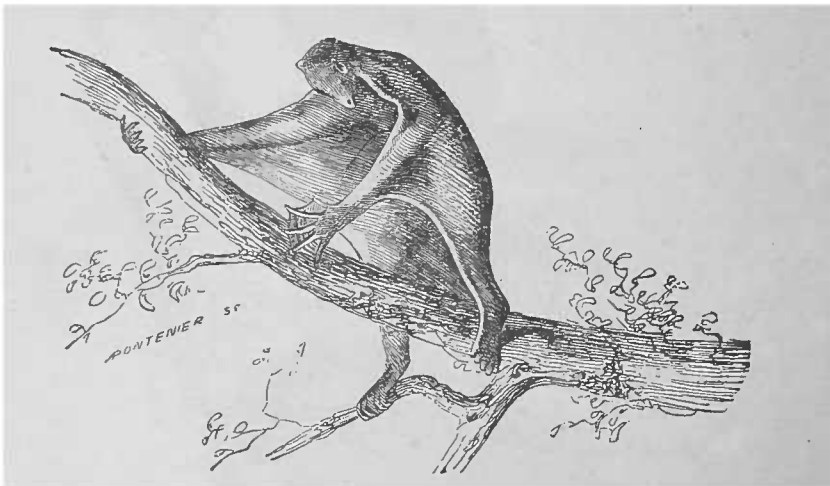


Fig. 530. — Caléopithèque.

530. Chiroptères. — On désigne sous ce nom les Chauves-Souris; leur caractère commun consiste dans le repli de la peau

qui rattache le cou aux membres, ce qui leur permet de voler; ils se nourrissent d'Insectes.

Les principaux genres sont : les *Chauves-Souris*, *Roussettes*, *Oreillards*, etc.

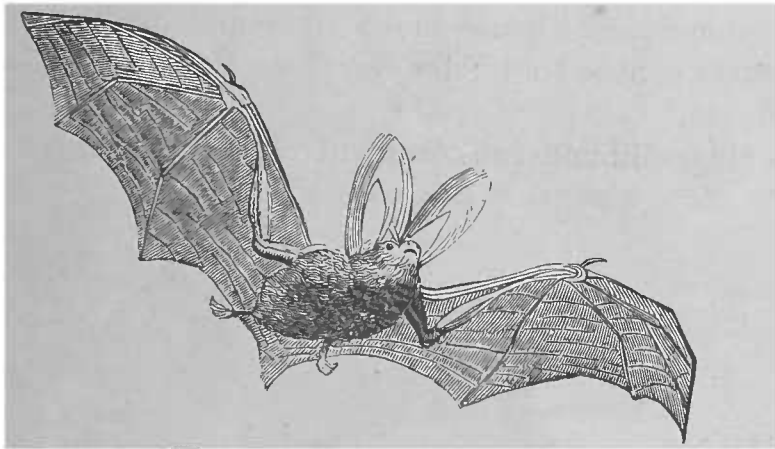


Fig. 531. — Chauve-souris oreillard.

581. Quadrumanes. — Mammifères caractérisés par l'existence de pouces libres et opposables aux quatre membres; on les partage en *Singes* et *Lémuriens*.

1° Les *Singes* constituent un groupe nombreux en espèces

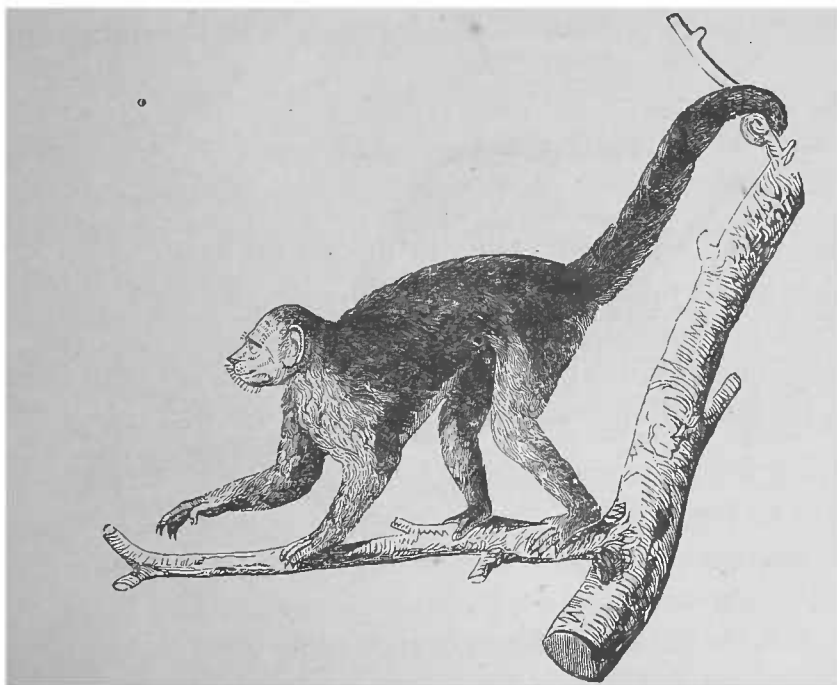


Fig. 532. — Sapajou.

très-variées par la forme et les allures; les uns habitent l'ancien continent, d'autres le nouveau.

Les Singes de l'ancien continent ont trente-deux dents, des *callosités ischiatiques* et des *abajoues* ; ce sont ceux qui ressemblent le plus à l'Homme. L'*Orang*, le *Chimpanzé*, le *Gibbon* et le *Gorille* n'ont ni queue, ni callosités ni abajoues ; on les nomme anthropomorphes à cause de leur ressemblance avec l'Homme. Les autres genres sont : les *Guenons*, *Macaques*, *Cynocéphales*, *Magots*, etc.

Les Singes du nouveau continent (*Sapajous*) ont tantôt trente-

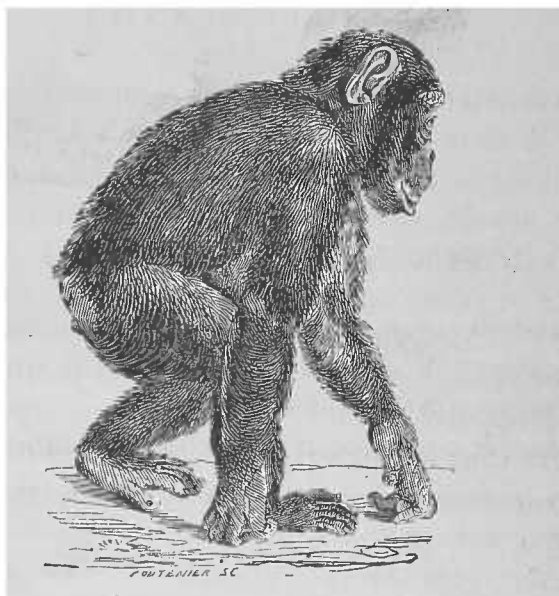


Fig. 533. — Jeune Chimpanzé.

six, tantôt trente-deux dents ; leur queue est souvent prenante et ils manquent de callosités. Les principaux genres sont : *Hurlers*, *Sajous*, *Ouistitis*, etc.

2° Les *Lémuriens*, dont les Makis constituent le principal genre, ont un museau allongé comparable à celui du Renard.

APPENDICE

NOTE A

PROTOPLASMA

582. La substance organisée ou *protoplasma* (de πρώτος, premier, et πλάσσω, je forme) constitue la partie essentielle de la cellule vivante qui lui doit ses propriétés essentielles. Elle présente une forme, un aspect et une constitution chimique très variables, quand on l'étudie dans les divers organismes et aux différentes périodes de son développement. Mais, quelles que soient les modifications ou changements qu'elle subit dans son évolution, elle offre toujours à son origine des caractères particuliers communs à tous les êtres vivants; elle est comme une espèce de gangue où la vie trouve tous les matériaux propres à ses manifestations.

583. Propriétés physiques et chimiques du protoplasma. — Le protoplasma consiste en une masse transparente, semi-liquide, composée d'une substance fondamentale, de nature albuminoïde, combinée à de l'eau et à des sels minéraux, et de granulations graisseuses, amylicées, protéiques, etc... Une chaleur de 70°, les acides faibles, l'alcool le coagulent. Ses réactions chimiques caractéristiques sont les suivantes : 1° traité par l'acide azotique, puis lavé pour enlever l'excès d'acide, il se colore en brun jaune par la potasse; 2° imbibé d'une dissolution de sulfate de cuivre, puis traité par la potasse, il donne une coloration d'un beau violet; 3° l'acide sulfurique concentré le colore en rose, puis en rouge. Ces diverses réactions étant les mêmes que celles qui caractérisent les matières albuminoïdes, on est en droit de considérer aussi le protoplasma comme une réunion de ces mêmes matières.

584. Propriétés physiologiques du protoplasma. — Le protoplasma se présente sous deux aspects : tantôt il est contenu dans l'intérieur des cellules, tantôt il est libre. Dans l'un et l'autre cas il manifeste son activité par des mouvements très variés : 1° dans les jeunes cellules végétales, on observe les mouvements du

protoplasma intra-cellulaires, grâce aux granulations qu'il contient et aux changements de forme que subit la substance fondamentale : on voit la masse protoplasmique se diviser en filaments déliés qui se rétrécissent ou s'élargissent et circonscrivent des vacuoles qui se remplissent de liquide : le *Chara*, le *Vallisneria spiralis*, les poils staminifères de l'*Ephémère de Virginie* (*Tradescantia virginica*) se prêtent facilement à l'étude du protoplasma. Le protoplasma des cellules animales jeunes présente, dans la grande majorité des cas, des mouvements analogues qui se traduisent ordinairement par des changements de forme de la cellule, analogues à ceux du protoplasma à l'état libre ; 2° dans les végétaux, le protoplasma ne s'observe à l'état libre que dans le cas où le contenu cellulaire a rompu la membrane d'enveloppe et s'est extravasé. C'est le cas de plasmodies des *Myxomycètes*, petits champignons que l'on trouve sur les feuilles ou le bois pourri dont le protoplasma est le siège de courants rapides, que l'on reconnaît facilement grâce à la présence de granulations ; et produit des changements de forme de la masse. La contraction du protoplasma libre chez les animaux s'observe chez les Polypes, les Rhizopodes, les Infusoires : ce sont ces mouvements du protoplasma qui déterminent les déplacements de ces animaux, et la formation de *pseudopodes* (*Amœbes*). Les globules blancs du sang, les globules du mucus, etc., subissent des changements tous à fait comparables à ceux des amœbes.

Le protoplasma est la partie essentiellement active de la cellule ; c'est en lui que se passent tous les phénomènes de la nutrition et tous les changements chimiques du contenu cellulaire : on voit se former et apparaître, aux dépens des albuminoïdes du protoplasma, des dérivés tels que la *substance collagène* ou à gélatine, la *substance cornée*, la *substance élastique*, des *graisses*, des *matières colorantes* et d'autres substances telles que le sucre, l'urée, l'acide urique, la créatine, la salive, le suc gastrique, etc., qui sont des produits d'excrétion et de sécrétion résultant des transformations chimiques du protoplasma.

585. Noyau. — Ce corps n'est au fond qu'une condensation du protoplasma autour d'un centre clos : il est très volumineux dans les jeunes cellules et plus petit dans les cellules adultes ; étant toujours entouré par le protoplasma, il en suit nécessairement tous les mouvements, et, par suite, sa figure change d'aspect. Quant à la nature de ce corps, ses réactions chimiques démontrent qu'il

a la même composition que le protoplasma dans lequel il peut, à certains moments, se dissoudre ou disparaître.

NOTE B

NERFS VASO-MOTEURS

586. On donne le nom de nerfs vaso-moteurs aux filets nerveux du grand sympathique qui déterminent la contraction et le relâchement des fibres musculaires des vaisseaux sanguins. Si en effet on vient à couper les nerfs vaso-moteurs d'une région du corps, on voit les artères où ils se distribuent, se dilater, la pression sanguine augmenter, la circulation devenir plus active et la température s'élever; au contraire, si on vient à exciter ces nerfs, soit chimiquement, soit galvaniquement, un effet inverse se produit: sous l'influence d'une excitation galvanique, les vaisseaux dilatés se resserrent à vue d'œil, la circulation devient moins active et la température s'abaisse.

Ces fonctions des nerfs vaso-moteurs sont mises en évidence par l'expérience capitale de la section du grand sympathique du cou chez le lapin, le chien et le cheval: la circulation de l'oreille et de la moitié correspondante de la tête devient plus active; les artères se dilatent; la température du côté augmente de cinq à six degrés. L'excitation du ganglion cervical supérieur et du cordon sympathique cervical produit des effets inverses: ainsi, si on excise l'oreille d'un lapin, après la section du sympathique, la galvanisation arrête immédiatement l'écoulement sanguin.

La galvanisation du premier ganglion thoracique produit un refroidissement et une constriction vasculaire très sensible, surtout sur les muscles, ainsi que l'a constaté Claude Bernard; la section de ce même ganglion amène une augmentation de température dans le membre supérieur et la partie correspondante de la poitrine.

Les nerfs rachidiens renferment des fibres vaso-motrices qui proviennent soit du grand sympathique, soit de la moelle; aussi, la section du nerf sciatique détermine la dilatation des vaisseaux des doigts et de la membrane interdigitale de la grenouille; les mêmes effets s'observent sur l'homme. L'action de la moelle

sur les vaisseaux est démontrée par l'élévation de température dans les membres, après la section de la moelle.

Les nerfs vaso-moteurs ont donc deux sources principales : le grand sympathique et la moelle. Quant à la localisation de ces centres nerveux, elle est très difficile à établir. En ce qui concerne le grand sympathique, nul doute qu'ils aient pour siège les ganglions de ces nerfs ; pour la moelle, d'après un grand nombre d'expérimentateurs, ces centres seraient disséminés dans toute l'étendue de la moelle.

SOMMEIL

587. Les centres nerveux encéphaliques présentent deux états distincts qui se succèdent périodiquement, l'état de veille et l'état de sommeil.

Le sommeil est la suspension momentanée des fonctions de la vie animale, autrement dit des fonctions cérébrales ; les fonctions végétatives persistent seules, plus actives qu'à l'état de veille : l'essence du sommeil n'est donc point une négation, suivant l'expression de Burdach, c'est une inaction plus ou moins complète des actes et propriétés de la vie animale avec prédominance, dans ce moment, des actes de la vie végétative. Cet accroissement d'énergie nutritive permet aux organes doués des propriétés de la vie animale de réparer les pertes faites pendant l'état de veille et leur donne l'aptitude à exercer de nouveau leurs actions. La nature du sommeil est liée à la grande loi d'intermittence d'action de la vie animale proclamée par Bichat et Cabanis, et trouve son explication dans cette loi même. Le sommeil est une simple fatigue des centres nerveux ; il sert à réparer les forces perdues non pas proprement par le fait du repos, mais par suite de la prédominance de l'assimilation sur la désassimilation qui rétablit l'intégrité et la constitution de la substance organisée telle qu'elle était avant l'état de fatigue.

RÊVE

588. On donne le nom de rêve à une combinaison toujours involontaire d'images et d'idées, souvent confuses, parfois très suivies et très nettes, qui s'offrent à notre esprit pendant le sommeil.

Le sommeil comme la veille peut être partiel ou complet.

léger ou profond, ce qui tient évidemment à des modifications des centres nerveux dont l'explication précise nous échappe. Les rêves sont le signe d'un sommeil partiel dans lequel l'excitabilité d'un centre nerveux encéphalique ou d'une partie de quelques-uns de ces centres subsiste ; mais le concours simultané de la totalité de ces centres n'existant plus, les résultats auxquels ils donnent lieu sont le plus souvent incomplets et déraisonnables, et se succèdent avec ou sans ordre, suivant qu'ils ont agi avec ou sans liaison.

Aussi pendant un sommeil profond, lequel ne se montre qu'au début, les rêves sont très rares, à moins que des circonstances particulières (attitude vicieuse, chaleur incommode, travail digestif pénible, etc.) ne viennent exercer leur influence. Mais à mesure que le sommeil se prolonge, après la première heure, il devient moins profond et finit par être fort léger ; c'est alors que les centres nerveux commencent à reprendre leur excitabilité et produisent des sensations qui sont perçues d'une façon incomplète et confuse.

Ces sensations étant le produit d'un travail non réglé par la mise en jeu des organes du sens, on comprend que les images et les idées qui en résultent s'associent comme au hasard et avec des bizarreries étranges : c'est pourquoi on rêve davantage lorsqu'approche l'heure du lever ; c'est pourquoi de tous nos rêves, ce sont ceux du matin dont nous gardons plus nettement le souvenir et ceux qui s'accomplissent avec une netteté remarquable, d'où résulte parfois des aperçus qui nous étonnent par leur fécondité et leur justesse.

Souvent les rêves ont par leur nature quelques rapports avec la cause qui oblige les centres nerveux à les engendrer. Le plus souvent, le cerveau entre seul en activité dans sa totalité ou dans quelques-unes de ses parties ; mais il peut arriver que les idées et les images s'accompagnent de tous les phénomènes expressifs, cris, chants, gémissements, mouvements, etc. Quelquefois, pendant le sommeil, se produisent de véritables travaux intellectuels que la volonté semble diriger ; souvent même on résout certaines difficultés que présentent certaines questions qui nous ont le plus préoccupé la veille, fait qui ne peut s'expliquer qu'en admettant que le sommeil n'a pas encore gagné les organes nerveux qui tiennent sous leur dépendance la réflexion, le jugement, etc. Mais, le plus souvent, les centres nerveux en

rapport avec les viscères internes sont relativement les moins en repos pendant le sommeil nocturne; de là résulte des rêves liés à l'influence des viscères sur l'encéphale : c'est ainsi que les impressions venues des organes digestifs, respiratoires, circulatoires, etc., donnent lieu à des idées très variables, le plus souvent très vives et très pénibles; c'est ainsi que la réplétion de l'intestin, sa vacuité, donnent lieu à des idées de soif, de blessures, de mort, etc. Ces rêves, surtout dans les cas de maladies, portent le nom de *cauchemar*.

HALLUCINATIONS

389. Les hallucinations sont des perceptions sensoriales, sans objet excitateur extérieur, c'est-à-dire, sans qu'il y ait en réalité impression produite sur les organes récepteurs des sens.

L'halluciné voit des objets, entend des sons, sent des odeurs, éprouve des impressions tactiles qui sont le résultat d'une action cérébrale, condition qui distingue ce phénomène de l'*illusion*, qui est une erreur du jugement à propos d'une sensation réelle.

Considérées indépendamment du milieu où elles se développent, les hallucinations peuvent porter sur tous les sens, alors même que l'organe des sens est aboli : visions des aveugles, hallucinations de l'ouïe chez les sourds. Enfin elles peuvent reproduire toutes les perceptions fournies par l'exercice normal des sens et exister avec ou sans délire. On trouve en effet, aux diverses époques des sciences, des lettres et des arts, de nombreux exemples d'*hallucinations* produites par la concentration exclusive d'une ardente imagination. Nous citerons l'exemple de Pascal qui croyait apercevoir toujours un précipice à ses côtés; dans ce cas, les idées sont toujours les mêmes, tandis que dans les hallucinations accompagnées de délire, elles sont très variées.

Les substances toxiques capables de déterminer le délire sont toutes susceptibles de produire des hallucinations qui varient avec la nature de la substance; on retrouve des caractères analogues dans le délire fébrile. Les hallucinations qui accompagnent la folie sont variées, fréquentes, confuses et remarquables par leur instantanéité; dans la monomanie, la conviction des malades est si complète qu'ils subordonnent leur raisonnement et leur conduite à la nature de leurs hallucinations.

On donne le nom de *visionnaires* aux individus qui, sans délire

et sous la seule influence d'une excitation cérébrale, aperçoivent des fantômes de diverses natures.

SOMNAMBULISME

590. Le somnambulisme est un état morbide des fonctions cérébrales caractérisé par une sorte d'aptitude à répéter pendant le sommeil des actes dont on a contracté l'habitude, ou à marcher, parler, écrire, etc., mais sans qu'il reste, après le réveil, aucun souvenir des actions qui ont eu lieu durant cet état. On peut donc dire que le somnambulisme est un degré de plus des rêves ordinaires plutôt qu'une affection nerveuse, car, comme dans les rêves, il y a inconscience de la plupart des impressions extérieures et persistance partielle ou même exaltation de certaines activités psychiques. Les causes de somnambulisme sont fort obscures : cet état est quelquefois héréditaire, se montre de préférence dans le jeune âge, chez les sujets disposés aux maladies nerveuses ou qui présentent des signes de catalepsie, d'épilepsie, d'hystérie, d'aliénation mentale.

On a cru reconnaître une grande analogie entre le *somnambulisme* naturel et cet état fonctionnel de l'encéphale, provoqué chez certains individus au lieu d'être spontané, qu'on nomme *somnambulisme artificiel* et qui n'est autre que l'*hypnotisme*.

V. CE MOT. L'affaiblissement des sens externes et l'activité partielle persistante des facultés intellectuelles sont les deux points communs à ces deux sortes de somnambulisme ; la théorie de cet ensemble de phénomènes que l'on nomme *somnambulisme animal* ou *magnétisme animal* est éclairée par nos connaissances sur la physiologie du cerveau et perd devant elles tout ce qu'elle paraît avoir de merveilleux, pour rentrer dans l'ordre naturel des faits scientifiques. On sait ce que deviennent les différentes facultés de l'intelligence dans les rêves, dans l'état d'abstraction mentale, dans les états morbides de somnambulisme, d'extase, d'ivresse, de narcotisme, de monomanie : dès lors, sans invoquer d'autres conditions, d'autres propriétés que celles qui sont inhérentes au système nerveux, on peut se rendre compte de la plupart des faits magnétiques, de ceux, du moins, qui ont été constatés par des expérimentateurs éclairés et de bonne foi. On conçoit donc que, même chez les personnes douées du meilleur jugement et surtout chez celles qui sont disposées aux troubles nerveux, ou

puisse, par des moyens artificiels, développer un état cérébral dans lequel le *dedans prend le dessus sur le dehors*, et nous fait voir les choses autrement qu'elles le sont, amener des spasmes, des hallucinations, provoquer même l'extase, phénomène caractéristique du sommeil magnétique : c'est donc dans telle ou telle disposition cérébrale des individus soumis aux pratiques du magnétiseur que se trouve l'explication de tous les effets singuliers du magnétisme, abstraction faite de toutes les jongleries dont on l'a entouré.

HYPNOTISME

591. L'hypnotisme est un sommeil artificiel analogue au somnambulisme, déterminé par un objet brillant que l'on place devant les yeux de la personne que l'on veut hypnotiser. C'est à Braid que l'on doit les premières expériences sur l'*hypnotisme*.

En forçant une personne à fixer un objet brillant, tout en concentrant son esprit sur ce qui va se passer, on voit d'abord les pupilles se contracter, puis se dilater, puis enfin se resserrer de nouveau, comme dans le sommeil ordinaire. Bientôt le pouls s'accélère ou se ralentit ; les membres s'étendent, se contractent et deviennent rigides comme dans la catalepsie. Il survient en même temps une confusion dans les idées, la perte plus ou moins complète de la conscience, et une dépression générale plus grande que la torpeur du sommeil : c'est l'*état hypnotique*.

D'après Braid, il existe deux degrés dans l'hypnotisme : dans le premier degré, tous les sens spéciaux et certaines facultés intellectuelles sont prodigieusement exaltés ; la conscience du moi persiste et le sujet demeure docile. Dans le second degré, à cette exaltation, succède une dépression profonde ; les muscles deviennent rigides ; si on les soulève doucement, ils conservent leur nouvelle position. En cet état, l'intelligence se trouve profondément modifiée, au point de suggérer à l'hypnotisé telle ou telle idée, qu'il s'appelle Napoléon, qu'il est roi, par exemple. Sous l'influence de la suggestion d'une personne étrangère qui l'emporte toujours sur la volonté de l'individu hypnotisé, soit à l'aide de paroles, soit en lui faisant toucher des objets, on pourra diriger ses pensées et ses actes locomoteurs, pervertir le sens du toucher et du goût, provoquer des hallucinations et des illusions, obtenir qu'il prenne des attitudes diverses, etc.

La seule condition pour produire l'hypnotisme est la concentration de l'esprit et de la vue sur un objet brillant et fixe, c'est ce qui résulte des observations de Demarquay et de Giraud-Teulon. L'hypnotisme donnant un certain degré d'insensibilité a été utilisé pour pratiquer certaines opérations chirurgicales de peu de durée.

Le meilleur moyen de cesser l'hypnotisme est une secousse brusque ou un bruit subit et violent.

NOTE C

SYMPATHIES, ACTES SYMPATHIQUES

592. On donne le nom de sympathie au rapport qui existe entre les actions de deux ou plusieurs organes éloignés les uns des autres et qui fait que l'action produite sur l'un d'eux entraîne à sa suite celle des autres. Les actes sympathiques sont caractérisés physiologiquement par ce fait, qu'un organe recevant une impression, perçue ou non, le cerveau ou la moelle réagissent par les nerfs centripètes où se produit la sensation sympathique.

Il importe de distinguer : 1° les sympathies *sensitives*, savoir : sensation provoquant une autre sensation ; telle que l'impression de la lumière sur la rétine déterminant un chatouillement de la membrane pituitaire ; vomissement à la vue d'un objet qui répugne ; la toux à la suite d'une irritation de la muqueuse bronchique, etc. ; 2° les sympathies *motrices*, appelées *synergies* comme dans le cas de la contraction d'un muscle entraînant celle d'un autre muscle : contraction des muscles de l'abdomen dans le vomissement, des muscles du pharynx dans la déglutition, etc. ; 3° les sympathies *sensitivo-motrices* ou contraction involontaire succédant à une impression, perçue ou non, par les nerfs sensitifs : tels sont tous les mouvements *réflexes* ayant pour instrument, soit les muscles de la vie animale, soit les muscles de la vie végétative, comme le clignement, la toux, le resserrement de la pupille sous l'influence d'une vive lumière, etc. ; 4° les sympathies *organiques* sont celles qui se traduisent par des modifications qui se produisent dans la circulation, l'absorption, les sécrétions, etc., survenant à la suite d'un autre acte de même ordre soit comme conséquence d'une impression sensitive ; ex. :

sécrétion lacrymale, salivaire, etc., augmentant par l'excitation des conduits excréteurs des glandes correspondantes; 5° les sympathies *psychiques*, qui sont soit des actions imprimées à des organes de la vie animale dont le cerveau est le centre d'action, soit des modifications cérébrales qui prennent naissance sous l'influence d'une impression périphérique.

A l'état pathologique, les sympathies se traduisent par des actes plus complexes dans leurs manifestations et dans leurs variétés. La connaissance de sympathies particulières entre les divers organes a une grande importance dans l'étiologie des maladies; elle éclaire le médecin sur le siège et sur le lieu vers lequel il doit diriger les moyens thérapeutiques: c'est sur ces rapports que repose toute la théorie des révulsions.

Nous retrouvons ici les sympathies sensibles proprement dites dans le retentissement d'une douleur vers des régions très éloignées de la partie malade; les sympathies sensitivo-motrices dont les affections nerveuses nous offrent de nombreux exemples: c'est ainsi que des douleurs névralgiques peuvent se produire loin des organes affectés.

Presque toujours l'action sympathique est de même espèce que celle qui la provoque: ainsi l'hypéresthésie produit une hypéresthésie ou un spasme. Dans d'autres cas, pourtant, il se produit un phénomène inverse: l'hypéresthésie déterminant sympathiquement l'anesthésie ou la paralysie. D'une manière générale, on peut dire que les sympathies sont des actes réflexes dans lesquels une impression non perçue, transmise en général par le grand sympathique jusqu'à la moelle, détermine ensuite une action motrice transmise par des nerfs qui viennent généralement du grand sympathique, mais quelquefois aussi des nerfs de la vie animale.

NOTE D

VISION DES COULEURS

593. Couleurs simples. — La lumière rayonnée par les corps lumineux se distingue physiquement par sa longueur d'onde, par sa réfrangibilité et par l'absorption qu'elle subit à travers les milieux colorés: en agissant sur la rétine, elle provoque la sensation de couleurs différentes.

Toutes les sources lumineuses connues émettent en même temps des rayons d'inégale réfrangibilité : la réfraction à travers le prisme est le moyen le plus parfait d'extraire d'une semblable lumière de la lumière *simple*. Cette séparation de couleurs à l'aide de la réfraction porte le nom de *dispersion de la lumière*; l'image colorée ainsi obtenue est ce qu'on appelle un *spectre*. Dans le cas de la lumière solaire, on compte dans ce spectre sept couleurs principales qui se succèdent à partir de la plus réfrangible, dans l'ordre suivant : *violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge*.

Ces couleurs ne sont pas séparées entre elles par des lignes de démarcation nettement déterminées, elles se fondent l'une dans l'autre par des teintes de transition.

Considéré au point de vue physiologique, le mot *couleur* désigne une sensation spéciale due elle-même à une excitation particulière de la rétine; c'est dans ce sens qu'on dit la couleur rouge, la couleur jaune, etc.

594. Couleurs composées. — Outre les sensations déterminées par les couleurs simples du spectre, il peut se produire des sensations de couleur d'une nouvelle espèce, lorsque la rétine est impressionnée simultanément par plusieurs couleurs simples. — Ces couleurs diffèrent, en général, des couleurs simples du spectre et présentent cette particularité que, dans la sensation de la couleur résultante, nous ne pouvons distinguer quelles sont les couleurs simples qui entrent dans sa composition; en outre, on peut produire, en général, la sensation d'une couleur composée quelconque au moyen de plusieurs combinaisons de couleurs spéciales, sans que l'œil le plus exercé puisse reconnaître quelles sont les couleurs simples qui forment cette lumière composée : ainsi la sensation du jaune peut aussi bien résulter de la couleur jaune du spectre solaire que du vert avec l'orangé.

Les méthodes les plus convenables pour mélanger les couleurs du spectre prises deux à deux et pour examiner leur action sur l'œil sont les suivantes :

1° On superpose deux spectres de manière que les deux couleurs dont on veut étudier le mélange se superposent.

2° On regarde une surface colorée à travers une lame de verre oblique, et on place sur une table deux objets colorés *a* et *b*, par exemple deux pains à cacheter; de cette manière l'observateur voit à travers la lame l'objet *a* et par réflexion l'objet *b* qui

paraît coïncider avec *a* : l'image commune vient frapper les mêmes parties de la rétine et on a ainsi la couleur résultante.

3° On fait tourner rapidement des disques qui portent des secteurs diversement colorés, ce qui donne une sensation unique, celle de la couleur mélangée.

L'action simultanée des différentes couleurs du spectre sur la rétine donne naissance à deux ordres de couleurs, les unes qui existent déjà dans le spectre, les autres qui déterminent des sensations colorées qui ne se trouvent pas dans le spectre, telles sont celles du *pourpre* et du *blanc*, et des degrés intermédiaires entre ces deux couleurs, tant entre le blanc du spectre qu'entre le blanc et le pourpre. Le pourpre est produit par le mélange des couleurs pourpres qui se trouvent aux extrémités du spectre (rouge et violet); le blanc est la combinaison de toutes les couleurs simples du spectre.

595. Couleurs complémentaires. — On appelle couleurs complémentaires les couleurs qui, mélangées deux à deux dans un certain rapport, donnent le blanc. Parmi les couleurs du spectre, sont complémentaires :

| | |
|-----------------|----------------|
| Le rouge et le | bleu verdâtre; |
| Orangé, | bleu cyanique; |
| Jaune, | bleu indigo; |
| Jaune verdâtre, | violet. |

Le vert du spectre n'a pas de couleur complémentaire simple, mais une couleur complémentaire composée, le *pourpre*.

En mélangeant ces couleurs complémentaires dans des rapports différents de ceux qui donnent le blanc, on obtient des couleurs intermédiaires entre celle des deux couleurs complémentaires.

Le mélange de plus de deux couleurs simples ne produit plus de nouvelles couleurs; la série est épuisée par le mélange des couleurs simples deux à deux.

596. Qualités des couleurs composées. — On distingue dans la sensation des couleurs trois qualités, qui sont : 1° le *ton* de la couleur, c'est-à-dire l'espèce de couleur simple qui domine dans le mélange et qui le caractérise; 2° le degré de *saturation*, qualité qui dépend de la plus ou moins grande quantité de lumière blanche qu'elle contient. Une couleur est dite *saturée* quand elle ne contient pas de lumière blanche : telles sont les couleurs simples du spectre. Mêlées avec une quantité plus ou moins

considérable de lumière blanche, on obtient les différents degrés de saturation de chaque ton : on donne à ces couleurs blanchâtres divers noms ; ainsi le rose est le pourpre blanchâtre ; le rouge chair est le rouge blanchâtre ; le bleu céleste est le bleu blanchâtre, etc.

3° *L'intensité*. Cette qualité dépend de l'amplitude des vibrations lumineuses. Les couleurs à faible intensité paraissent *sombres* ; celles dont l'intensité est très grande ont une *teinte claire*. Ces différences d'intensité lumineuse sont considérées dans le langage comme des couleurs : ainsi on appelle *noir* un corps qui ne réfléchit pas la lumière qu'il reçoit ; *blanc*, tout corps qui disperse toute la lumière qu'il reçoit. Un corps est dit *gris* lorsqu'il réfléchit dans la même proportion tous les rayons lumineux qui tombent sur lui ; il est coloré, s'il réfléchit en plus grande quantité la lumière d'une certaine couleur que celle d'une autre.

597. Hypothèse des trois couleurs fondamentales. — Brewster admet que toutes les couleurs du spectre ne sont que des mélanges, en quantités variables, de trois couleurs, le *rouge*, le *vert* et le *violet*. Il appuie son hypothèse sur de nombreuses expériences dans lesquelles il prouve l'existence de chacune des couleurs fondamentales dans toutes les parties du spectre et, en outre, l'existence de la lumière blanche en enlevant une proportion convenable des couleurs qui sont en excès.

L'hypothèse de Brewster n'a pas été adoptée par la plupart des physiiciens ; des faits nombreux ne permettent pas d'admettre la nature objective des trois couleurs fondamentales. La réduction à trois couleurs ne peut avoir qu'une signification subjective, c'est-à-dire que l'on peut ramener la sensation de couleurs à trois sensations fondamentales : telle est l'hypothèse émise par Young et adoptée par Helmholtz, et cette hypothèse donne en réalité une explication simple de tous les phénomènes physiologiques relatifs aux couleurs.

Young admet qu'il existe dans l'œil trois sortes de fibres nerveuses dont l'excitation donne respectivement la sensation du rouge, du vert et du violet ; toute lumière objective excite les trois espèces de fibres avec une intensité qui varie suivant la longueur d'onde ; celle qui a la plus grande longueur d'onde excite plus fortement les fibres sensibles au rouge ; celle de longueur moyenne les fibres du vert, et celle de longueur moindre les

fibres du violet : telle est, en deux mots, la théorie des sensations colorées généralement admise.

598. Sensations lumineuses subjectives. — Dans quelques circonstances, la rétine donne la sensation d'images qui ne correspondent à aucun objet réel du champ visuel : ces sortes de sensations purement subjectives sont le résultat d'excitations diverses éprouvées par la rétine et donnent lieu à des phénomènes lumineux tels que les *phosphènes* et les images *consécutives* ou *accidentelles*.

599. Phosphènes. — On donne le nom de *phosphènes* aux phénomènes lumineux qui se produisent lorsqu'on exerce sur le globe oculaire une pression limitée : si l'on vient à presser l'œil en un point voisin de l'orbite avec une pointe mousse, avec l'ongle par exemple, on voit aussitôt apparaître une lueur présentant un centre lumineux entouré d'un cercle obscur et d'un cercle clair qui, à cause du renversement des images rétinienne, se montre au côté opposé de la partie de l'œil qui a été comprimée; si on exerce la pression sur la partie externe de l'organe, le phosphène se montre à la racine du nez.

Le phénomène présente le plus grand éclat quand la pression agit vers l'équateur de l'œil : le phosphène apparaît alors à la limite du champ visuel obscur sous la forme d'un arc demi-circulaire.

Une pression modérée et continue produite au moyen des doigts donne lieu à l'apparition d'images très brillantes et changeantes, à des jeux de lumière très variés; enfin, si l'on accommode l'œil dans l'obscurité pour le point le plus rapproché, puis subitement pour le point le plus éloigné, on remarque à la périphérie du champ visuel un bord de feu qui se transforme en un éclair au moment où l'on cesse l'effort qui accompagne l'accommodation rapprochée : on donne à ce phénomène le nom de *phosphène d'accommodation*. D'après Donders, les phosphènes doivent être attribués aux modifications que subissent les vaisseaux rétiniens sous l'influence de la pression.

600. Fatigue rétinienne. — Comme dans le cas de l'excitation des nerfs moteurs et des nerfs sensitifs, la rétine présente toujours une diminution d'excitabilité consécutive à l'excitation, ce n'est qu'après un certain temps qu'elle reprend son état primitif; aussi les excitants intermittents ont-ils sur cette membrane une plus grande action que les excitants continus : l'intensité maxima

des excitations lumineuses a lieu quand ces intermittences sont au nombre de 15 à 18 par seconde, c'est-à-dire quand les excitations successives agissent lorsque la précédente a cessé son effet. La fatigue rétinienne et l'affaiblissement de l'excitabilité de cette membrane expliquent la production des images accidentelles négatives.

601. Images consécutives. — Lorsqu'un nerf moteur est excité par un courant électrique de très petite durée, il se passe un instant très court, $\frac{1}{60}$ de seconde, avant que l'action excitante se manifeste par une contraction musculaire, et la durée de l'excitation est d'environ $\frac{1}{6}$ de seconde. La modification produite par l'excitant disparaît donc plus lentement que l'agent exciteur. La même chose se passe dans l'œil : la période d'excitation *latente* existe sans doute, mais la modification rétinienne suivant presque immédiatement l'excitation lumineuse, il est à peu près impossible de le constater ; mais on reconnaît facilement que l'impression lumineuse persiste un certain temps alors que l'action de la lumière a cessé. Cette durée, variable du reste, peut être de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{30}$ de seconde (V. **Persistance des impressions lumineuses**, § 381) : qu'on regarde un instant le soleil, puis qu'on ferme rapidement les yeux, on voit pendant quelques moments une image du corps lumineux : c'est ce que l'on a appelé une image *accidentelle positive* ou *consécutives*.

La durée de l'effet persistant est d'autant plus grande que la lumière regardée a été plus forte et que l'œil a été moins fatigué ; il résulte de ce fait que, quand des excitations lumineuses intermittentes, identiques, se succèdent sur la rétine avec assez de rapidité, les images rétiniennes deviennent continues (v. § 381).

Les images consécutives se divisent en *positives* et *négatives* : les premières sont celles où les parties claires et obscures des objets sont claires et obscures, les secondes sont celles où les clairs se dessinent en noir et *vice versa*, comme dans les images photographiques, c'est-à-dire qu'il y a renversement dans la distribution de la lumière. Si, après avoir regardé pendant quelques instants un objet lumineux, on ferme les yeux, ou qu'on dirige son regard sur un fond uni moins éclairé, on continue généralement à voir l'objet persister, bien qu'il ne soit plus dans le champ visuel ; l'image est évidemment dans ce cas entièrement subjective, ne reste pas constante d'intensité, mais présente des varia-

tions diverses de croissance et de décroissance; elle est d'autant plus nette et plus intense et dure d'autant plus longtemps que l'excitation lumineuse est plus forte. Le maximum d'effet correspond à une durée d'excitation qui ne doit pas dépasser un tiers de seconde; avec un peu d'habitude, les images positives acquièrent une telle netteté qu'on peut distinguer les plus petits détails de l'objet lumineux : bientôt les parties les moins éclairées disparaissent les premières, puis ce sont les parties éclairées qui s'effacent peu à peu en passant par des nuances diverses de coloration allant du bleuâtre au rouge jaune.

Si, pendant que l'image positive est encore visible, ou même un peu plus tard, on dirige le regard vers une surface uniformément éclairée, on voit apparaître une image *negative* dont la netteté augmente avec l'intensité de la lumière réagissante et dans laquelle on peut reconnaître des détails qu'on n'a pas remarqués dans l'observation directe. L'explication des images accidentelles est simple : les images positives sont dues à la *persistance des impressions lumineuses après que l'excitant a cessé d'agir*; les images négatives sont dues à la *fatigue et à la diminution d'excitabilité de la membrane rétinienne*.

602. Phénomènes chromatiques des images accidentelles. — Lorsqu'après avoir regardé un objet coloré, on observe l'image accidentelle sur un fond noir, cette image est positive ou négative; l'image positive présente alors la même couleur que l'objet, c'est-à-dire qu'elle est monochromique. Si, par exemple, on a regardé une croix rouge placée sur un fond noir et qu'on ferme les yeux, on continue à voir une croix rouge sur fond noir. Si, au lieu de fermer les yeux, on porte le regard sur un fond blanc, l'image devient négative et en même temps elle prend la couleur *complémentaire*, c'est-à-dire qu'on voit une croix verte. Toutefois le passage de l'état positif à l'état négatif se fait ordinairement par interposition d'autres tons blanchâtres ou gris.

On distingue deux sortes d'images consécutives : les images directes qui résultent de l'action primitive de la lumière (*lumière primaire ou inductrice*), et les images *modifiées*, qui sont dues à l'action combinée de la lumière primaire et d'une lumière *modificatrice*, c'est-à-dire de celle qui agit sur la rétine consécutivement après la lumière primaire.

L'image directe est toujours positive, bien que pouvant présenter une succession de couleurs; l'image modifiée est, selon la

couleur et l'intensité de la lumière modificatrice, positive ou négative, monochroïque ou complémentaire.

Fechner explique tous les phénomènes des images consécutives colorées en s'appuyant sur les deux propriétés de la rétine que nous avons déjà signalées, savoir, la *persistance de son excitation et la diminution de son excitabilité par la fatigue*.

Les images consécutives positives dans l'obscurité sont dues à la persistance des impressions lumineuses; les images complémentaires sont dues à la perte de l'excitabilité des éléments de la rétine affectés à la couleur inductrice ou primaire, et la persistance de l'excitabilité dans les éléments affectés à la couleur complémentaire de la couleur inductrice : ainsi dans le cas d'un objet rouge les éléments rétinien correspondants au rouge seront fatigués et perdront leur excitabilité; dans l'obscurité, les fibres du rouge ne donneront plus la sensation du rouge; celles du vert étant un peu excitées donneront la sensation d'une image complémentaire verte.

605. Contraste des couleurs. — On donne le nom de *contraste simultané* aux influences qu'exercent l'une sur l'autre des couleurs différentes que nous voyons simultanément dans le champ visuel, et on réserve le nom de *contraste successif* aux modifications que subissent les couleurs quand elles apparaissent successivement sur la même partie de la rétine. Déjà nous avons étudié ces influences à propos des phénomènes chromatiques des images consécutives.

On appelle couleur *induite* la couleur qui se produit par l'action modificative d'une couleur voisine, et couleur *inductrice* celle qui produit la couleur induite.

Les effets de contraste simultané des couleurs, considérés surtout au point de vue pratique, ont été particulièrement étudiés par Chevreul. Ils consistent essentiellement dans l'influence que des surfaces diversement éclairées ou diversement colorées semblent avoir l'une sur l'autre pour modifier leur éclaircissement ou leur coloration : ainsi, si on examine un petit objet blanc ou gris sur un fond coloré, l'objet prend la couleur complémentaire du fond : si l'on place l'une à côté de l'autre deux couleurs complémentaires, chacune de ces couleurs en acquiert plus d'éclat et d'intensité.

Les phénomènes de contraste successif se déduisent facilement de ce que nous avons déjà dit en parlant des images accidentelles.

Nous allons indiquer quelques expériences pour mieux saisir la liaison qui existe entre ces deux ordres de phénomènes.

Si l'on étend sur un papier des teintes plates à l'encre de Chine superposées partiellement, chacune des zones qui doit être d'une même intensité semble irrégulière, plus foncée du côté de la bande voisine plus claire, et plus claire, au contraire, du côté de la bande voisine plus foncée, de telle sorte que l'on peut dire que le voisinage d'une teinte foncée semble éclaircir la teinte que l'on considère, et inversement. Il est facile de voir que cet effet est purement subjectif, en isolant, à l'aide d'écrans, la bande dont on s'occupe, et qui, vue seule ainsi, est parfaitement uniforme.

Un effet entièrement analogue se produit en superposant plusieurs feuilles un peu minces de papier blanc, de telle sorte que le bord de chacune dépasse la précédente; dans ce cas, chaque bande placée devrait paraître uniforme, car dans toute son étendue elle correspond à la même épaisseur, cependant elle présente les mêmes apparences de dégradation que nous avons signalées.

Si, d'autre part, on place sur un fond blanc un morceau de papier fortement coloré, on verra, pour un éclaircissement convenable, le fond se teindre, à l'entour du papier, de la teinte complémentaire; c'est ainsi qu'un dessin rouge sur fond blanc semblera bordé d'un liséré vert, et réciproquement. Si, au contraire, on a une surface blanche de petite dimension sur fond rouge, elle paraîtra entièrement verte.

Enfin, si l'on a deux teintes différentes en contact, elles seront modifiées dans les environs de la ligne de séparation, chacune se composant avec la couleur complémentaire de la voisine: ainsi, si l'on a du violet et du rouge, le violet paraîtra jaunâtre par suite de sa composition avec le vert, complément du rouge, tandis que celui-ci semblera se rapprocher du jaune d'or par sa composition avec le jaune vert, complément du violet.

Il est particulièrement intéressant d'indiquer l'effet qui se produit par la juxtaposition de deux teintes complémentaires, le vert et le rouge, par exemple. On voit, d'après ce que nous venons de dire, que le vert paraîtra plus vif par l'action du rouge, qui tend à provoquer dans le voisinage la sensation du vert; il en sera de même pour le rouge. Les deux teintes gagneront donc à leur rapprochement; de même l'orangé et le bleu, etc.

Ces effets donnent l'explication d'un grand nombre de phénomènes, parmi lesquels on peut citer la coloration des ombres, produites par des lumières colorées elle-mêmes. Nous n'avons pas besoin d'insister pour montrer l'importance de ces considérations dans tous les arts et les métiers dans lesquels on fait usage des couleurs ; nous dirons seulement que ces effets ont été reconnus longtemps avant qu'on sût les analyser, et que les peintres ont toujours recherché naturellement les réunions de couleurs qui satisfont aux conditions que nous avons indiquées précédemment.

FIN

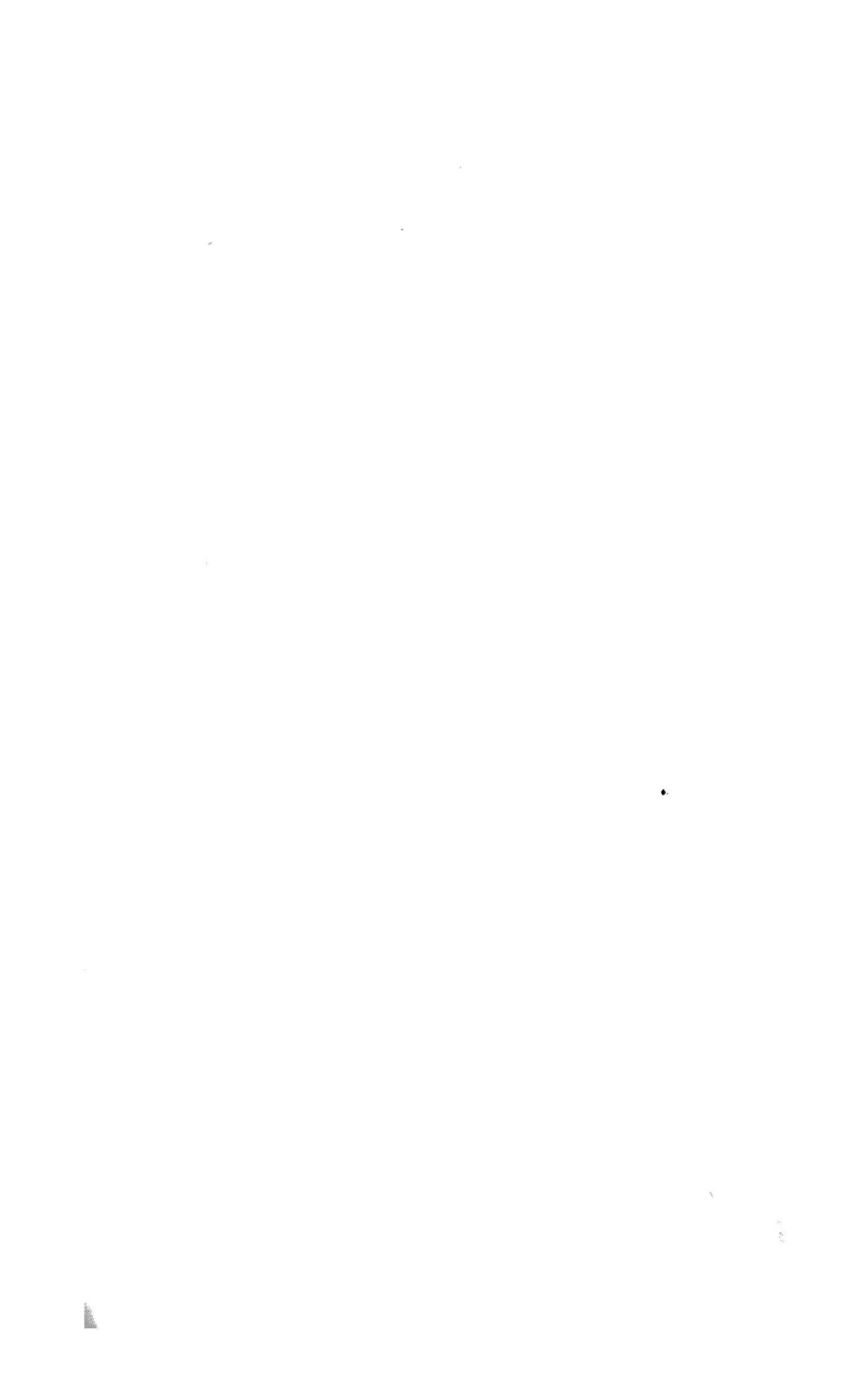


TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

| | |
|--------------------------------------|----|
| Corps inertes et corps vivants..... | I |
| Animaux et végétaux..... | IV |
| Zoologie, anatomie, physiologie..... | VI |

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE GÉNÉRALES.

De l'organisation.

| | | | |
|---|----|--|----|
| 1. Composition des organismes. | 1 | 13. Tissu osseux..... | 19 |
| 2. Constitution des organismes. | 8 | 14. Tissu musculaire | 20 |
| 3. Cellule animale..... | 9 | 15. Tissu nerveux..... | 21 |
| 4. Forme et dimension des cellules..... | 10 | 16. ORGANES ANIMAUX..... | 22 |
| 5. Multiplication des cellules.. | 11 | 17. TYPES ANIMAUX..... | 24 |
| 6. Composition chimique des cellules.. | 12 | 18. Idée générale de l'organisation animale..... | 25 |
| 7. TISSUS ANIMAUX..... | 14 | 19. FONCTIONS DES ORGANISMES ÉLÉMENTAIRES..... | 27 |
| 8. Tissu épithélial ou épidermique..... | 15 | 20. Propriété de nutrition..... | 27 |
| 9. Tissu connectif ou de substance conjonctive..... | 16 | 21. Propriété d'accroissement et de développement..... | 29 |
| 10. Tissu conjonctif ordinaire.. | 17 | 22. Propriété de reproduction ou de génération..... | 30 |
| 11. Tissu muqueux ou gélatineux..... | 18 | 23. Génération spontanée..... | 31 |
| 12. Tissu cartilagineux..... | 18 | 24. Propriété de contractilité.. | 32 |
| | | 25. Propriété d'innervation.... | 34 |

DEUXIÈME PARTIE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE SPÉCIALES.

Des fonctions.

| | | | |
|--|----|---|----|
| 26. Classification des fonctions. | 36 | 32. Rôle des aliments..... | 41 |
| FONCTIONS DE NUTRITION. | | 33. APPAREIL DE LA DIGESTION... | 42 |
| Digestion. | | 34. Tube digestif: situation du tube digestif..... | 42 |
| 27. Division de la digestion... | 36 | 35. Structure du tube digestif.. | 42 |
| 28. ALIMENTS; principes nutritifs..... | 37 | 36. Parties constituantes du tube digestif..... | 43 |
| 29. Composition des aliments.. | 38 | 37. Glandes annexes du tube digestif. — Glandes salivaires..... | 50 |
| 30. Aliments animaux..... | 39 | | |
| 31. Aliments végétaux..... | 40 | | |

Artères du membre supérieur..... 121

117. Aorte descendante ou thoracique et abdominale... 122

118. Branches terminales de l'aorte. — Artères du membre inférieur 123

119. *Vaisseaux capillaires*..... 124

120. *Veines*..... 125

121. Structure des veines. — Valvules..... 126

122. Principales veines. — Veines pulmonaires... 127

123. Veine cave supérieure ou descendante..... 127

124. Veines jugulaires..... 127

125. Veines du membre thoracique..... 129

126. Veines du membre inférieur..... 130

127. Veine cave inférieure..... 130

128. Système de la veine porte.. 130

129. MÉCANIQUE DE LA CIRCULATION. — Mouvements du sang... 132

130. *Circulation cardiaque*. — Mouvements du cœur... 133

131. Changements de forme et de position du cœur..... 134

132. Mouvements du sang dans le cœur..... 135

133. Bruits du cœur..... 136

134. Force et travail mécanique du cœur..... 137

135. MOUVEMENT DU SANG DANS LES VAISSEAUX. 137

136. Circulation artérielle..... 139

137. Rôle de l'élasticité des artères..... 139

138. Contractilité artérielle..... 140

139. *Pouls* 140

140. Circulation capillaire..... 142

141. Circulation veineuse..... 144

142. Pression sanguine..... 145

143. Vitesse du sang..... 146

144. *Historique de la circulation*..... 147

DE LA CIRCULATION CHEZ LES ANIMAUX INVERTÉBRÉS.

145. Circulation chez les Protozoaires..... 148

146. Circulation chez les Zoophytes (Cœlentérés)..... 148

147. Circulation chez les Mollusques... 149

148. Circulation chez les Vers.. 151

149. — chez les Echinodermes..... 152

150. Circulation chez les Crustacés..... 152

151. Circulation chez les Arach-

nides..... 154

152. Circulation chez les Insectes. 155

DE LA CIRCULATION CHEZ LES ANIMAUX VERTÉBRÉS.

153. Considérations générales sur la circulation chez les Vertébrés 156

154. Circulation chez les Poissons 157

155. — chez les Batraciens. 158

156. Circulation chez les Reptiles..... 160

157. Circulation chez les Oiseaux et chez les Mammifères.. 162

RESPIRATION.

158. De la respiration en général. — Organes respiratoires..... 163

159. APPAREIL RESPIRATOIRE DE L'HOMME. — Division.... 166

160. Cavité thoracique..... 167

161. Conduit respiratoire..... 168

162. Trachée-artère..... 169

163. Bronches..... 169

164. Poumons..... 170

165. Structure des poumons. — Plevres..... 171

166. MÉCANIQUE DE LA RESPIRATION. — Mouvements respiratoires..... 173

167. *Inspiration*. — Mouvements des côtes et du sternum. 174

168. Rôle du diaphragme..... 175

169. Rôle du poumon..... 175

170. *Expiration*..... 176

171. *Agents* des mouvements respiratoires..... 177

172. Modes divers de respiration. 178

173. Ampleur de la respiration.. 178

174. Bruits respiratoires..... 180

175. Bruits anormaux..... 180

176. PHÉNOMÈNES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA RESPIRATION... 181

177. *Altérations de l'air*. — Air inspiré 182

178. Air expiré..... 182

179. *Evaluation des produits chimiques de la respiration*. 183

180. Méthode directe..... 183

181. Méthode indirecte..... 184

182. *Produits de la respiration de l'Homme*. — Absorption d'oxygène..... 155

183. Élimination d'acide carbonique..... 185

184. Exhalation d'azote..... 186

185. Rapport entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé..... 186

186. Transpiration pulmonaire.. 187

187. Respiration cutanée ou perspiration..... 188

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| 188. Action de la respiration sur le sang..... | 189 | 219. Température des animaux.. | 217 |
| 189. <i>Théorie de la respiration</i> ... | 190 | 220. Température de l'Homme.. | 218 |
| 190. Respiration des tissus..... | 192 | 221. ÉCONOMIE DE LA CHALEUR ANIMALE..... | 219 |
| 191. ASPHYXIE..... | 192 | 222. Sources de la chaleur..... | 219 |
| 192. Asphyxie par arrêt brusque de la respiration..... | 193 | 223. Dépense de calorique..... | 220 |
| 193. Asphyxie par insuffisance d'air libre sans accumulation d'acide carbonique. | 193 | 224. Variations de la température de l'Homme..... | 221 |
| 194. Asphyxie par insuffisance d'oxygène avec accumulation d'acide carbonique. | 195 | 225. Résistance aux températures extrêmes..... | 221 |
| 195. Asphyxie par la présence de gaz toxiques..... | 195 | 226. Origine de la force chez les êtres vivants..... | 222 |
| DE LA RESPIRATION CHEZ LES ANIMAUX INVERTÉBRÉS. | | SÉCRÉTIONS. | |
| 196. De la respiration chez les Protozoaires..... | 196 | 227. Considérations sur les sécrétions..... | 223 |
| 197. De la respiration chez les Zoophytes (Cœlentérés).. | 196 | 228. Des glandes..... | 223 |
| 198. De la respiration chez les Echinodermes..... | 197 | 229. Mécanisme des sécrétions.. | 224 |
| 199. De la respiration chez les Vers..... | 197 | 230. SÉCRÉTION URINAIRE. — Appareil urinaire..... | 225 |
| 200. De la respiration chez les Mollusques..... | 198 | 231. <i>Des reins</i> | 225 |
| 201. De la respiration chez les Crustacés..... | 200 | 232. Structure des reins..... | 226 |
| 202. De la respiration chez les Arachnides..... | 201 | 233. Tubes urinifères..... | 227 |
| 203. De la respiration chez les Insectes..... | 202 | 234. Calices, l'assinet, uretères, vesie..... | 228 |
| 204. DE LA RESPIRATION CHEZ LES ANIMAUX VERTÉBRÉS. — Organes respiratoires.... | 204 | 235. URINE. — Propriétés de l'urine..... | 228 |
| 205. <i>Respiration des Poissons</i> ... | 204 | 236. Composition de l'urine.... | 229 |
| 206. Mécanisme de la respiration des Poissons..... | 207 | 237. Élimination de l'urée. | 229 |
| 207. Inspiration d'air libre.... | 208 | 238. Élimination de l'acide urique et de l'acide hippurique.. | 230 |
| 208. Adaptation des branchies à la respiration aérienne.. | 208 | 239. Élimination de l'eau et des sels..... | 230 |
| 209. Vessie nataoire des Poissons..... | 209 | 240. Mécanisme de la sécrétion urinaire..... | 231 |
| 210. <i>Respiration des Reptiles</i> ... | 210 | 241. FONCTIONS DU FOIE..... | 232 |
| 211. Mécanisme de la respiration des Reptiles..... | 211 | 242. Formation de la bile..... | 233 |
| 212. <i>Respiration des Batraciens ou Amphibiens</i> | 211 | 243. Formation du sucre ou glycogénie..... | 233 |
| 213. Mécanisme de la respiration des Batraciens..... | 212 | 244. FONCTIONS DE LA PEAU. — Peau..... | 235 |
| 214. <i>Respiration des Oiseaux</i> ... | 212 | 245. Conformation extérieure de la peau..... | 235 |
| 215. Mécanisme de la respiration des Oiseaux..... | 214 | 246. Structure de la peau..... | 236 |
| 216. <i>Respiration des Mammifères</i> | 215 | 247. Glandes et sécrétion de la sueur..... | 238 |
| CALORIFICATION. | | 248. Sueur..... | 238 |
| 217. Considérations générales... | 216 | 249. Glandes et sécrétion sébacée..... | 239 |
| 218. Détermination de la température des animaux..... | 216 | 250. <i>Glandes vasculaires sanguines</i> . — Rate..... | 239 |
| | | 251. Glande thyroïde et thymus. | 240 |
| | | NUTRITION. | |
| | | 252. Considérations sur la nutrition..... | 241 |
| | | 253. ASSIMILATION..... | 241 |
| | | 254. Origine des albuminoïdes.. | 241 |
| | | 255. Origine des hydrocarbonés. | 242 |
| | | 256. Origine des graisses..... | 242 |
| | | 257. DÉASSIMILATION..... | 243 |

258. Produits de désassimilation azotés 213
 259. Produits de désassimilation non azotés..... 244

INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LA NUTRITION.
 260. Inanition... 244
 261. Alimentation insuffisante... 245
 262. *S'atque de la nutrition...* 245

TROISIÈME PARTIE

FONCTIONS DE RELATION.

263. DES MOUVEMENTS..... 249
 264. Mouvements dus à l'élasticité..... 250
 265. Mouvement vibratile..... 251
 266. Mouvements musculaires.. 252
 267. Structure des muscles.... 252
 268. Propriétés physiques des muscles..... 254
 269. Composition chimique des muscles..... 254
 270. Propriétés physiologiques des muscles..... 255
 271. De la contraction tétanique. 258
 272. Vitesse et durée de la contraction musculaire..... 258
 273. Excitants de la contractilité. 258
 274. Phénomènes physico-chimiques des muscles en activité..... 260
 275. Excitabilité propre des muscles ou irritabilité musculaire..... 261
 276. Rigidité cadavérique..... 262

DE LA LOCOMOTION.

277. Organes de la locomotion.. 262
 278. *Des os*..... 263
 279. Conformation extérieure des os..... 263
 280. Conformation intérieure des os..... 264
 281. Composition chimique des os..... 265
 282. Texture des os..... 266
 283. Développement des os..... 266
 284. ARTICULATION DES OS..... 266
 285. Mécanisme des articulations. 268

SQUELETTE DE L'HOMME.

286. Division du squelette..... 269
 287. Colonne vertébrale..... 271
 288. Crâne..... 273
 289. Os du crâne..... 274
 290. Face..... 275
 291. Os de la face.. 276
 292. Thorax..... 278

293. Bassin..... 280
 294. MEMBRES..... 280
 295. *Membre thoracique*..... 280
 296. Epaule..... 280
 297. Bras..... 281
 298. Avant-bras..... 281
 299. Main..... 282
 300. Os de la main..... 283
 301. Doigts..... 283
 302. *Membre abdominal*..... 284
 303. Hanche..... 284
 304. Cuisse..... 284
 305. Jambe..... 285
 306. Pied. — Tarse..... 285
 307. Métatarse..... 286
 308. Orteils..... 286

DES MUSCLES.

309. Division des muscles..... 286
 310. Rapport des muscles avec les os et les articulations. 287
 311. *Système musculaire de l'Homme*..... 289
 312. Muscles du tronc... 289
 313. Muscles de la tête..... 290
 314. Muscles des membres..... 291

SQUELETTE DES VERTÉBRÉS.

315. Squelette des Poissons..... 292
 316. Squelette des Batraciens ou Amphibiens 296
 317. Squelette des Reptiles..... 298
 318. Squelette des Oiseaux..... 300
 319. Squelette des Mammifères.. 303

MÉCANIQUE ANIMALE.

320. *Des leviers*..... 310
 321. De la station..... 314
 322. Centre de gravité du corps.. 315
 323. Mécanisme de la station.. 315
 324. Marche..... 317
 325. Natation..... 319
 326. De la natation chez l'Homme. 319

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| 327. De la natation des Quadrupèdes..... | 320 | 367. Structure de la rétine..... | 356 |
| 328. De la natation chez les Poissons..... | 320 | 368. MILIEUX DE L'ŒIL. — Humeur aqueuse..... | 356 |
| 329. Vol des Oiseaux..... | 321 | 369. Cristallin..... | 356 |
| 330. Vol des Insectes..... | 322 | 370. Corps vitré..... | 357 |
| SENSATIONS. | | | |
| 331. Des sensations en général.. | 322 | PARTIES ACCESSOIRES DE L'APPAREIL DE LA VISION..... | |
| 332. SENS DU TACT ET DU TOUCHER. — Organes du tact..... | 323 | 371. Cavités orbitaires. — Sourcils..... | 357 |
| 333. Sensations tactiles..... | 324 | 372. Paupières..... | 358 |
| 334. Sensations de pression... | 324 | 373. Appareil lacrymal..... | 358 |
| 335. Sensations de température. | 325 | 374. Muscles de l'œil..... | 359 |
| 336. Sens du tact chez les Invertébrés..... | 325 | 375. FORMATION DES IMAGES DANS L'ŒIL..... | 360 |
| 337. Sens du tact chez les Vertébrés..... | 326 | 376. Propriétés physiologiques de la rétine..... | 364 |
| 338. SENS DE L'ODORAT. — Organe de l'odorat..... | 327 | 377. ACCOMMODATION..... | 365 |
| 339. Mécanisme de l'odorat..... | 328 | 378. Mécanisme de l'accommodation..... | 366 |
| 340. Sens de l'odorat dans la série animale..... | 329 | 379. <i>Diverses espèces de vue</i> | 367 |
| 341. SENS DU GOUT. — Organe du goût..... | 330 | 380. Vision droite..... | 370 |
| 342. Sensations gustatives..... | 331 | 381. <i>Persistance des impressions lumineuses</i> | 370 |
| 343. Sens du goût dans la série animale..... | 332 | IMPERFECTIONS DE L'ŒIL. | |
| 344. SENS DE L'OUÏE..... | 332 | 382. Aberration chromatique de l'œil..... | 372 |
| 345. Oreille externe..... | 333 | 383. Aberration de sphéricité... | 372 |
| 346. Oreille moyenne..... | 334 | 384. Astigmatisme..... | 372 |
| 347. Oreille interne..... | 335 | 385. Irradiation..... | 373 |
| 348. SENSATIONS AUDITIVES..... | 336 | 386. Perceptions entoptiques... | 373 |
| 349. Propagation des vibrations. | 337 | VISION BINOCULAIRE..... | 374 |
| 350. Des qualités du son. — Intensité. — Hauteur. — Timbre..... | 338 | 387. Vision simple avec les deux yeux..... | 374 |
| 351. Forme des vibrations..... | 339 | 388. Relief des corps..... | 376 |
| 352. Analyse des sons par les phénomènes d'influence. — Vibrations par influence et vibrations des membranes..... | 339 | 389. Stéréoscope..... | 377 |
| 353. Résonnateurs..... | 343 | 390. APPAREIL DE LA VISION chez les Invertébrés. — Vers.. | 379 |
| 354. Analyse des sons par l'oreille..... | 344 | 391. Arthropodes..... | 379 |
| 355. MÉCANISME DE L'AUDITION. — Rôle de l'oreille externe. | 345 | 392. Mollusques..... | 381 |
| 356. Rôle de l'oreille moyenne.. | 346 | 393. APPAREIL DE LA VISION chez les Vertébrés. — Poissons. | 382 |
| 357. Rôle de l'oreille interne... | 347 | 394. Reptiles..... | 382 |
| 358. APPAREIL AUDITIF CHEZ LES INVERTÉBRÉS..... | 348 | 395. Oiseaux..... | 383 |
| 359. APPAREIL AUDITIF DES VERTÉBRÉS..... | 349 | 396. Mammifères..... | 383 |
| 360. VISION..... | 351 | PHONATION. | |
| 361. Appareil de la vision..... | 351 | Appareil de la phonation... | 384 |
| 362. Globe oculaire..... | 351 | 397. LARYNX. — Conformation extérieure du larynx..... | 384 |
| 363. MEMBRANES DE L'ŒIL. — Sclérotique..... | 353 | 398. Muscles du larynx..... | 385 |
| 364. Choroïde..... | 351 | 399. Conformation intérieure du larynx..... | 386 |
| 365. Iris..... | 354 | 400. <i>Mécanisme de la phonation</i> | 387 |
| 366. Rétine..... | 354 | 401. Qualités de la voix..... | 389 |
| | | 402. Étendue de la voix..... | 390 |
| | | 403. Phonautographe. — Phonographe..... | 390 |
| | | 404. Parole..... | 392 |
| | | 405. Voix des Mammifères..... | 393 |
| | | 406. Voix des Oiseaux..... | 394 |

407. Voix des Reptiles et des Batraciens..... 395

SYSTÈME NERVEUX.

408. Division du système nerveux..... 396
 409. Structure..... 397
 410. Méninges..... 397

CENTRES NERVEUX OU AXE CÉRÉBRO-SPINAL.

Division..... 398
 411. Cerveau..... 398
 412. Conformation extérieure du cerveau..... 399
 413. Conformation intérieure du cerveau..... 400
 414. Cervelet..... 404
 Isthme de l'encéphale ou moelle allongée..... 405
 415. Protubérance annulaire..... 405
 416. Pédoncules cérébelleux supérieurs; valvule de Vieussens; tubercules quadrijumeaux..... 405
 417. Bulbe rachidien..... 407
 418. Moelle épinière..... 407

DES NERFS.

419. Constitution des nerfs..... 409
 Terminaison des nerfs..... 410
 420. Propriétés physiologiques des nerfs..... 410
 421. Excitants des nerfs..... 410
 422. Nerfs moteurs et nerfs sensitifs..... 411
 423. Actions réflexes..... 411
 424. DIVISION DES NERFS... 413
 425. Nerfs crâniens..... 413

426. Nerfs rachidiens..... 416

FONCTIONS DES RACINES DES NERFS. — FONCTIONS DES CENTRES NERVEUX.

427. Fonctions des racines des nerfs..... 416
 428. Fonctions de la moelle épinière..... 418
 429. Conduction par la moelle.. 418
 430. Moelle considérée comme centre d'innervation.... 419
 431. Fonctions du bulbe rachidien..... 419
 432. Transmission par le bulbe.. 420
 433. Bulbe considéré comme centre nerveux..... 420
 434. Fonctions de la protubérance. — Transmissions. 420
 435. Centre d'action de la protubérance..... 421
 436. Fonction des tubercules quadrijumeaux..... 421
 437. Fonction des couches optiques et des corps striés.. 421
 438. Fonctions du cervelet..... 422
 439. Fonctions des hémisphères cérébraux..... 423
 440. Rôle des hémisphères dans la sensibilité..... 423
 441. Rôle des hémisphères dans les mouvements volontaires..... 424
 442. Rôle des hémisphères dans l'intelligence et l'instinct. 424
 443. NERF GRAND SYMPATHIQUE... 425
 444. Fonctions du nerf grand sympathique..... 427
 445. SYSTÈME NERVEUX DES INVERTÉBRÉS..... 427
 446. SYSTÈME NERVEUX DES VERTÉBRÉS..... 432

QUATRIÈME PARTIE.

DE L'ESPÈCE.

447. Individu..... 436
 448. Espèce..... 436
 449. Variétés, races..... 439
 450. ORIGINE DES ESPÈCES..... 440
 451. Variabilité..... 441
 452. Lutte pour l'existence..... 443
 453. Hérité..... 444
 454. Sélection..... 446
 455. ÉVOLUTION, DESCENDANCE, TRANSFORMISME, DARWINISME..... 449
 RAPPORT DU MILIEU AVEC

L'ORGANISME. ADAPTATION. 451
 456. Milieu..... 451
 457. Adaptation..... 452
 458. Influence de l'eau. Reviviscence. Mammifères pisciformes..... 453
 459. Influence de l'air. Mammifères volants..... 457
 460. Influence de la lumière. Animaux aveugles..... 458
 461. Animaux commensaux, mutualistes, parasites..... 461

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| 462. MULTIPLICATION ET REPRODUCTION DES ÊTRES VIVANTS.. | 464 | 478 bis. Intelligence des animaux. | 491 |
| 463. REPRODUCTION ASEUÉE. — Scission, scissiparité.... | 465 | 479. Sociétés animales | 492 |
| 464. Bourgeonnement ou gemmiparité..... | 466 | 480. PRINCIPES GÉNÉRAUX DES CLASSIFICATIONS..... | 497 |
| 465. Reproduction par germes.. | 466 | 481. Historique | 499 |
| 466. REPRODUCTION SEXUELLE.... | 466 | 482. CLASSIFICATION BINAIRE DE LINNÉ..... | 509 |
| 467. Œuf..... | 467 | 483. Tribus, ordres, familles, classes..... | 501 |
| 468. Animaux vivipares et ovipares..... | 468 | 484. CLASSIFICATION DE CUVIER .. | 502 |
| 469. Ovule..... | 469 | 485. Principe des conditions d'existence..... | 503 |
| 470. Évolution de l'œuf et développement..... | 470 | 486. Principe de la corrélation des formes..... | 504 |
| MÉTAGÉNÈSE OU GÉNÉRATIONS ALTERNANTES. PARTHÉNOGÉNÈSE..... | 473 | 487. Principe de la subordination des caractères..... | 504 |
| 471. Métagénèse | 473 | 488. Principe de l'unité de composition ou de plan..... | 505 |
| 472. Parthénogénèse | 475 | 489. Principe du balancement des organes..... | 505 |
| 473. Métagénèse chez les Vers. Migrations | 477 | 490. Principe des connexions, théorie des analogues de G. Saint-Hilaire..... | 505 |
| 474. Développement. Métamorphoses..... | 482 | 491. Plans d'organisation de Cuvier, types de Blainville. | 506 |
| 475. Régénération, greffe, reproduction après scission... | 486 | 492. Modifications apportées à la classification de Cuvier... | 508 |
| 476. Mœurs, instinct, intelligence. | 487 | 493. TYPES ANIMAUX..... | 509 |
| 477. Rapport de l'instinct et des habitudes..... | 491 | | |
| 478. Variation de l'instinct..... | 491 | | |

CINQUIÈME PARTIE

ZOOLOGIE DESCRIPTIVE.

| | | | |
|--|-----|-----------------------------------|-----|
| 1 ^{er} TYPE. | | 512. Clénozoaires..... | 531 |
| 494. PROTOZOAIRES..... | 513 | 3 ^e TYPE. | |
| 495. Monères..... | 514 | 513. VERS | 532 |
| 496. Schyzomycètes ou Bactéries. | 514 | 514. VERS PLATS..... | 533 |
| 497. Rôle physiologique des Bactéries..... | 516 | 515. Cestoides | 533 |
| 498. Myxomycètes..... | 517 | 516. Trématodes | 536 |
| 499. Grégarines..... | 518 | 517. Turbellariés..... | 537 |
| 500. Rhizopodes..... | 518 | 518. VERS RONDS..... | 537 |
| 501. Foraminifères..... | 519 | 519. Acanthocéphales..... | 537 |
| 502. Radiolaires..... | 519 | 520. Nématodes | 537 |
| 503. Amœbes..... | 521 | 521. ANNÉLIDES..... | 539 |
| 504. INFUSOIRES..... | 521 | 522. Hirudinées..... | 539 |
| 2 ^e TYPE. | | 523. Chétopodes | 540 |
| 505. COÉLÉNTÉRÉS (ZOOPHYTES)... | 523 | 524. Rotifères..... | 542 |
| 506. Spongiaires..... | 524 | 525. Bryozoaires ou Polizoaires.. | 543 |
| 507. Anthozoaires..... | 525 | 4 ^e TYPE. | |
| 508. Hydroméduses | 527 | 526. ECHINODERMES | 545 |
| 509. Hydraires..... | 528 | 527. Astérides | 546 |
| 510. Siphonophores | 529 | 528. Crinoides | 548 |
| 511. Acalèphes..... | 530 | 529. Echinides ou Oursins..... | 548 |
| | | 530. Holothuridés | 550 |

TABLE DES MATIÈRES.

637

| | | | |
|---|-----|----------------------------------|-----|
| 5 ^e TYPE. | | | |
| 531. ARTHROPODES..... | 550 | 554. Ascidies | 590 |
| 532. CRUSTACÉS..... | 552 | 555. Salpes ou Thaliacées | 590 |
| 533. ARACHNIDES..... | 555 | 8 ^e TYPE. | |
| 534. MYRIAPODES..... | 558 | 556. VERTÉBRÉS..... | 591 |
| 535. INSECTES..... | 559 | 557. Poissons..... | 593 |
| 536. Métamorphoses des insectes..... | 560 | 558. Poissons osseux..... | 593 |
| 537. Division des insectes..... | 561 | 559. Poissons cartilagineux..... | 596 |
| 538. Hyménoptères..... | 562 | 560. BATRACIENS..... | 597 |
| 539. Hyménoptères térébrants ou à tarière..... | 563 | 561. REPTILES..... | 599 |
| 540. Hyménoptères porte-aiguil- lons..... | 564 | 562. OISEAUX..... | 603 |
| 541. Coléoptères..... | 565 | 563. Palmipèdes..... | 611 |
| 542. Division des coléoptères... | 568 | 564. MAMMIFÈRES..... | 612 |
| 543. Orthoptères..... | 570 | 565. Ornithodelphes..... | 613 |
| 544. Névroptères..... | 571 | 566. Didelphes..... | 614 |
| 545. Hemiptères..... | 572 | 567. Monodelphes..... | 615 |
| 546. Lépidoptères..... | 574 | 568. Sirènes..... | 616 |
| Diptères..... | 578 | 569. Cétacés..... | 616 |
| 6 ^e TYPE. | | 570. Edentés..... | 618 |
| 547. MOLLUSQUES..... | 579 | 571. ONGULÉS..... | 619 |
| 548. Brachiopodes..... | 581 | 572. Proboscidiens..... | 620 |
| 549. Lamellibranches..... | 581 | 573. Jumentés..... | 620 |
| 550. Gastéropodes..... | 583 | 574. Ruminants..... | 622 |
| 551. Ptéropodes..... | 586 | 575. Porcins..... | 622 |
| 552. Céphalopodes..... | 586 | 576. ONGUICULÉS..... | 623 |
| 7 ^e TYPE. | | 577. Carnivores..... | 623 |
| 553. TUNICIERS..... | 588 | 578. Rongeurs..... | 625 |
| | | 579. Insectivores..... | 625 |
| | | 580. Cheiroptères..... | 626 |
| | | 581. Quadrumanes..... | 627 |

APPENDICE

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| NOTE A. | | NOTE D. | |
| 582. PROTOPLASMA..... | 629 | 593. Vision des couleurs. Cou- leurs simples..... | 628 |
| 583. Propriétés physiques et chi- miques du protoplasma... | 629 | 594. Couleurs composées..... | 639 |
| 584. Propriétés physiologiques du protoplasma..... | 629 | 595. Couleurs complémentaires | 640 |
| 585. Noyau..... | 630 | 596. Qualité de couleurs compo- sées..... | 640 |
| NOTE B. | | 597. Hypothèse des trois couleurs fondamentales..... | 641 |
| 586. Nerfs vaso-moteurs..... | 631 | 598. Sensations lumineuses sub- jectives..... | 642 |
| 587. Sommeil..... | 632 | 599. Phosphènes..... | 642 |
| 588. Rêve..... | 632 | 600. Fatigue rétinienne..... | 642 |
| 589. Hallucinations..... | 634 | 601. Images consécutives..... | 643 |
| 590. Somnambulisme..... | 635 | 602. Phénomènes chromatiques des images accidentelles. | 644 |
| 591. Hypnotisme..... | 636 | 603. Contraste des couleurs..... | 645 |
| NOTE C. | | | |
| 592. Sympathies, actes sympa- thiques..... | 637 | | |



Faculdade de Medicina — S. Paulo
BIBLIOTECA

590.2
D469z

5280

DESPLATS, V.

AUTOR

ZOOLOGIE

TÍTULO

| Retirada até | ASSINATURA | Devolução |
|--------------|--------------------|-----------|
| 16.12 | Cassio G. Monteiro | 20.4.50 |
| 30.12.50 | C. G. Monteiro | 26.2.51 |
| 26.3.51 | Wilson Paulo | 27.3.51 |
| 19.4.51 | S. Caetano Lima | 25.4.51 |

RECEBIMOS
1950-1950

