

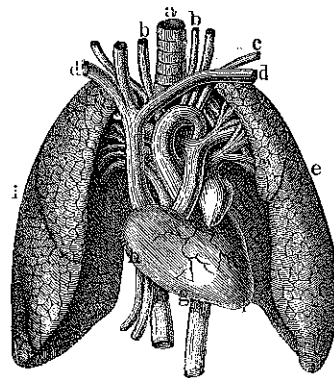
D^r LÉON FREDERICQ
Professeur à l'Université de Liège

LE CORPS HUMAIN

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE POPULAIRES



ANDRÉ VÉSALE
célèbre médecin belge du seizième siècle, fut le fondateur de l'anatomie.



BRUXELLES

A.-N. LEBÈGUE ET C^{ie}, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

46, rue de la Madeleine, 46



INTRODUCTION

Nous allons entreprendre l'étude d'une machine cent fois plus parfaite et plus curieuse que la plus parfaite des machines à vapeur. Cette machine, intéressante entre toutes, est notre propre corps. C'est grâce à ses rouages et à son organisation merveilleuse que nous digérons, que nous respirons, que nous sentons, en un mot que nous vivons.

Toute machine à vapeur a besoin, pour travailler, qu'on l'alimente, qu'on lui fournisse du charbon. Ce charbon, elle le brûle; et c'est dans la combustion du charbon qu'elle puise sa force. Car le travail qu'elle produit, elle ne saurait le créer.

Dans la machine vivante il n'en est pas autrement. Notre charbon à nous, ce sont nos aliments.

Le pain, la viande, les légumes que nous mangeons, contiennent tous du charbon; comme le combustible de la machine à vapeur, ils sont destinés à être brûlés dans notre corps pour y entretenir la chaleur et la vie. Mais ce n'est pas tout : l'air et l'eau sont aussi nécessaires au travail de la machine vivante, qu'à celui d'une locomotive. L'une, pas plus que l'autre, ne pourrait s'en passer. Nous devons donc étudier d'abord ce que c'est que l'air, l'eau et le charbon, afin de bien comprendre le rôle qu'ils jouent dans notre organisme.

CHAPITRE PREMIER

L'AIR, L'EAU ET LE CHARBON

Air. — L'air que nous respirons est si léger, si transparent, qu'on s'aperçoit à peine de sa présence. C'est un élément indispensable à l'entretien de notre vie, et nous péririons infailliblement si nous en étions privés seulement pendant quelques minutes. L'air est tout aussi nécessaire à la combustion : le feu s'éteint dès qu'il est privé d'air, et tout le monde sait que le meilleur moyen d'activer la flamme du foyer c'est de souffler dessus, c'est-à-dire d'y lancer un courant d'air.

L'air n'est pas un corps simple, comme pourrait

le faire croire son apparence homogène. C'est un MÉLANGE de deux gaz, tous deux transparents et incolores : l'AIR VITAL (ou *oxygène*) et l'AIR NON VITAL (ou *azote*).

L'air vital ou *oxygène* est l'élément actif de l'air, celui qui entretient la vie et le feu. Quand on brûle du charbon, du soufre, du phosphore, ces corps ne sont pas détruits comme on pourrait le croire. Ils se combinent à l'oxygène de l'air, et se transforment alors en composés nouveaux. Le charbon, le soufre, etc., donnent ainsi naissance à des substances gazeuses, à odeur suffocante, qui se répandent dans l'atmosphère; c'est pour cela qu'il semble ne rien rester de cette combustion.

Dans toute combinaison chimique violente, comme celle de l'oxygène et du charbon, il se produit beaucoup de chaleur; les corps qui se combinent s'échauffent, deviennent lumineux, rougissent : ils brûlent. Dans l'oxygène pur, le charbon, le soufre, etc., brûlent avec une violence inouïe en répandant un éclat éblouissant.

Nous étudierons plus loin la combustion du charbon et du bois; nous allons nous occuper à présent de celle du phosphore. Elle nous permettra de préparer l'azote et de faire l'analyse de l'air, c'est-à-dire de constater combien il y a d'oxygène et d'azote dans l'air.

L'air non vital ou *azote* (azote, de *α*, qui marque la privation et *zōé*, mot grec qui signifie vie). — Comme l'air est un mélange d'oxygène et d'azote,

il suffit d'enlever l'oxygène, de le combiner à un corps combustible, pour avoir l'azote. La fiole que voici (à gauche de la fig. 1) contient des bâtons de

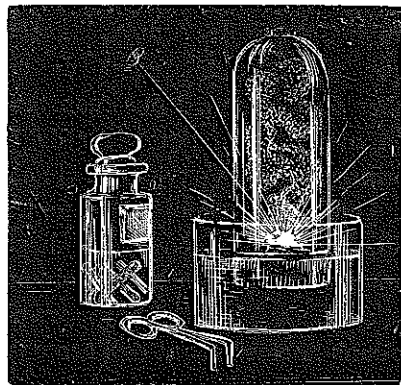


Fig. 1. Combustion du phosphore dans l'air. A droite, la cloche pleine d'air renfermant un fragment de phosphore enflammé; à gauche, la fiole dans laquelle on conserve les bâtons de phosphore.

phosphore. C'est un corps d'aspect cireux, qu'il faut manier avec précaution. On est obligé de conserver le phosphore sous l'eau, pour l'empêcher de prendre feu à l'air, tellement il est avide d'oxygène et prêt à s'enflammer. J'en prends un petit fragment, que je pose sur une rondelle de bouchon, flottant à la surface de l'eau. J'enflamme le phosphore et je le recouvre immédiatement d'une cloche remplie d'air. Le phosphore brûle avec une vive lumière en lançant des étincelles, et tout l'intérieur de la cloche se remplit d'une fumée blanche. Que s'est-il passé? Le phosphore, en brûlant, s'est uni chimiquement à l'oxygène, pour former ces fumées blanches, qui ne

sont autre chose qu'une poussière fine et légère d'une substance très acide (l'acide phosphorique). Le phosphore s'éteint dès que tout l'oxygène de la cloche est consommé. Attendons que la cloche se soit refroidie, et que les fumées blanches d'acide phosphorique aient eu le temps de se déposer et de tomber dans l'eau. Nous constatons alors que l'eau a monté dans l'intérieur de la cloche ; il s'y est formé un vide : l'oxygène a été absorbé. En conduisant l'opération avec précaution, on peut constater que le volume d'oxygène disparu représente un peu plus du cinquième du volume d'air que contenait la cloche au début. Les quatre cinquièmes qui restent dans la cloche sont de l'azote (1).

(1) *Analyse de l'air.* — Le phosphore peut encore brûler d'une autre façon. Un morceau de phosphore humide exposé à l'air, dégage des vapeurs blanches, en produisant une faible lueur, que l'on aperçoit très bien dans l'obscurité. Tout le monde sait que les allumettes phosphoriques luisent dans l'obscurité, et qu'on peut avec elles, tracer des caractères de feu sur le mur. Il s'agit, dans ce cas, d'une véritable combustion. Le phosphore absorbe de l'oxygène, s'y combine, et les vapeurs blanches ne sont autre chose que de l'acide phosphorique (ou plutôt phosphoreux). Le phénomène est donc au fond le même que celui qui se produit, lorsque le phosphore brûle avec éclat à l'air. La différence, c'est que tout marche plus lentement. La quantité de chaleur produite est la même, seulement elle se répartit sur un temps très long, et le phosphore ne peut donc s'échauffer beaucoup.

Cette propriété du phosphore humide, de brûler lentement en absorbant l'oxygène, peut être mise à profit pour l'analyse de l'air. Voici un tube de verre gradué, rempli d'air jusqu'à la dixième division, et renversé sur l'eau, l'ouverture en bas. (Voir fig. 2.) J'y introduis un bâton de phosphore, qui va, peu à peu, absorber tout l'oxygène. J'ai entortillé un long fil de fer autour du bâton de phosphore, pour pouvoir le manier plus

L'azote est un gaz incolore et inodore. A la simple vue il ne se distingue donc en rien de l'air atmosphérique ou de l'oxygène. Mais nous savons que ses propriétés sont entièrement différentes. Il est impropre à la respiration, à la vie. Une souris, un

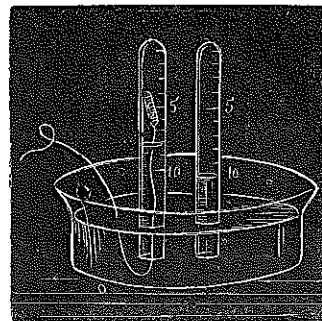


Fig. 2. Analyse de l'air par le bâton de phosphore humide. A droite, tube gradué, contenant de l'air jusqu'à la dixième division ; à gauche, un second tube gradué, dans lequel le phosphore a absorbé l'oxygène jusqu'à la huitième division.

oiseau que l'on introduirait sous une cloche remplie d'azote périrait immédiatement. Il est facile de montrer que l'azote est également incapable d'entretenir la combustion. Recueillons une partie de ce gaz, remplissons-en un petit tube, en opérant sous

facilement, et surtout pour pouvoir le retirer à la fin de l'expérience. Si nous portons le tout dans l'obscurité, nous verrons luire le bâton de phosphore.

Le niveau de l'eau monte lentement dans le tube, nous indiquant par là qu'il s'y forme un vide ; mais il faudra attendre jusqu'au lendemain pour avoir le résultat définitif de l'analyse. Vous pourrez voir, alors que des dix parties d'air qui existaient primitivement dans le tube il en reste un peu moins de huit, par suite de la disparition de l'oxygène. Il y avait donc environ deux parties d'oxygène, c'est-à-dire un cinquième.

l'eau, de façon à ce qu'il n'y ait pas mélange avec l'air; puis retirons-le de l'eau en tenant le pouce sur l'orifice du tube. Soulevons à présent le pouce et plongeons dans le tube d'azote une allumette enflammée. Vous la voyez s'éteindre comme si on l'avait plongée dans l'eau.

Avec un tube rempli d'oxygène pur, c'est tout autre chose. On prend une allumette enflammée, que l'on souffle de manière à ne laisser qu'un point rouge, qui brûle encore; exposée à l'air, l'allumette ne tarderait pas à s'éteindre complètement. Si on la plonge, au contraire, dans l'oxygène, elle se rallume avec un vif éclat, en pétillant. C'est un moyen facile de reconnaître l'oxygène pur. Dans l'air atmosphérique l'oxygène est dilué avec quatre parties d'azote, ce qui explique pourquoi la combustion y est moins vive.

Eau. — Si l'on desséchait notre corps, on trouverait qu'il laisse seulement un peu plus du quart de son poids comme résidu sec : tout le reste est de l'eau. Le corps d'un homme pesant 70 kilogrammes, contient plus de 50 kilogrammes (ou litres) d'eau. C'est à l'eau dont ils sont imprégnés, que nos organes doivent leur mollesse et leur élasticité. Sans eau, la vie serait impossible, et l'étude de l'eau est presque aussi intéressante que celle de l'air, au point de vue de notre corps.

L'eau n'est pas un corps simple. C'est une combinaison chimique, formée par l'union de deux gaz : l'oxygène, que nous connaissons déjà, et l'hydrogène.

L'eau se forme par la combinaison d'une partie (ou volume) d'oxygène, et de deux parties (ou volumes) d'hydrogène.

Décomposition de l'eau. — Quand on fait passer un courant électrique, venant d'une forte machine électrique, à travers l'eau, on sépare l'hydrogène de l'oxygène; et chacun de ces gaz peut être recueilli isolément dans un tube de verre. Le tube contenant l'oxygène peut servir à faire l'essai par l'allumette présentant encore un point rouge. Elle se rallume en pétillant, comme nous devions nous y attendre.

Hydrogène. — L'autre tube contient deux fois autant de gaz : c'est de l'hydrogène. Si j'y plonge une allumette qui brûle encore, elle s'éteint; mais l'hydrogène s'enflamme lui-même, en produisant une petite explosion, et brûle avec une flamme bleuâtre, que l'on voit à peine.

Comme l'azote, l'hydrogène est incapable d'entretenir la vie; mais, à l'inverse de l'azote, il est capable de brûler. Brûler, c'est se combiner à l'oxygène de l'air; et il est facile de deviner quelle est la combinaison qui se forme, quand l'hydrogène brûle : c'est de l'eau, puisque l'eau se compose d'hydrogène et d'oxygène, unis chimiquement.

Le gaz d'éclairage et beaucoup d'autres corps combustibles, contiennent de grandes quantités d'hydrogène; aussi, quand ils brûlent, se forme-t-il beaucoup d'eau, qui se vaporise immédiatement. Si nous approchons un corps froid, au-dessus de la flamme du gaz,

une assiette, par exemple, nous verrons des gouttelettes d'eau, provenant de la combustion de l'hydrogène, se déposer sur l'assiette. En même temps, l'assiette pourra se couvrir de noir de fumée, c'est-à-dire de charbon : il y a donc aussi du charbon dans le gaz d'éclairage.

L'hydrogène est le plus léger de tous les corps. Il est dix fois plus léger que l'air, ce qui lui donne une grande tendance à monter dans l'atmosphère. On l'employait autrefois à gonfler les ballons destinés à s'élever dans les airs. Actuellement on gonfle les ballons avec le gaz d'éclairage, également plus léger que l'air.

On préparait l'hydrogène en grand, pour gonfler les ballons, en mélangeant des fragments de ferraille, de vieux clous par exemple, avec de l'eau et de l'acide chlorhydrique. Il est facile de répéter en petit l'expérience. On prend un verre à moitié rempli d'eau, on met au fond quelques fragments de fer ou de zinc; et on verse sur le tout quelques gouttes d'acide chlorhydrique (esprit de sel). Aussitôt une infinité de petites bulles d'hydrogène viennent crever à la surface du liquide, où nous pouvons les enflammer au moyen d'une allumette.

Feu et charbon. — Les anciens avaient des idées fort erronées sur la nature. Le feu était pour eux une substance, un élément. Nous savons aujourd'hui qu'il n'en est rien. Lorsque deux corps se combinent avec grande énergie, la chaleur produite est considérable, et peut aller jusqu'à l'incandescence des ma-

tières en présence. Ainsi le charbon, le bois, le gaz, en brûlant, c'est-à-dire en se combinant violemment à l'oxygène de l'air, dégagent assez de chaleur pour produire du feu, pour devenir lumineux en brûlant. Nous allons dire quelques mots de la combustion du charbon.

Le charbon n'existe pas seulement dans la houille et dans la braise de bois, mais il est répandu dans toutes les parties du corps des animaux et des plantes. Il y est pour ainsi dire masqué par sa combinaison avec d'autres éléments, mais il est facile de déceler sa présence. Nous savons tous que le bois, le pain, la viande, la graisse brunissent, puis noircissent et se charbonnent avant de brûler, quand on les chauffe fortement. De même, toutes les substances d'origine végétale ou animale, telles que le sucre, l'amidon, l'huile, se décomposent par la chaleur, et laissent apercevoir qu'elles contiennent du charbon.

Acide carbonique. — En brûlant, le charbon se combine à l'oxygène de l'air, pour former un corps nouveau, l'acide carbonique. L'acide carbonique est gazeux; il se dissout facilement dans l'eau : c'est lui qui fait mousser la bière, le champagne; c'est lui qui donne à l'eau gazeuse son goût aigrelet. Comme l'azote, il est impropre à la respiration des animaux, et il éteint les corps qui brûlent. Mais il diffère de l'azote par plusieurs propriétés importantes.

D'abord, il est beaucoup plus lourd que l'azote et que l'air : aussi, a-t-il une tendance à descendre au fond des vases. J'ai dans cette cloche de l'acide

carbonique, préparé d'après un procédé dont je vous parlerai dans un instant. Cet acide carbonique est si lourd, que si j'incline la cloche dans le voisinage d'une bougie allumée, le gaz carbonique s'écoulera, comme le ferait un liquide, et viendra éteindre la bougie allumée.

Non seulement l'acide carbonique est impropre à la respiration comme l'azote, mais c'est un vrai poison. Mélangé à l'air en proportion notable, il

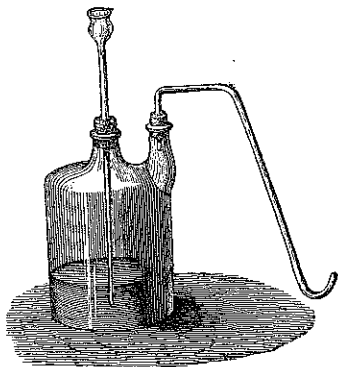


Fig. 3. Appareil de chimie pour la préparation de l'acide carbonique.

produit d'abord des maux de tête violents et de l'oppression. Si la quantité d'acide carbonique est très forte, elle peut causer la mort. L'acide carbonique se reconnaît facilement, parce qu'il blanchit l'eau de chaux. Nous nous servirons plus tard de ce moyen pour démontrer, que dans la respiration de l'homme et des animaux, il se forme de l'acide carbonique, qui

est rejeté au dehors avec l'air qui revient du poumon.

Quand on essaie de préparer l'acide carbonique en brûlant du charbon, il est toujours mélangé d'air. Pour l'avoir pur on fait agir de l'acide chlorhydrique sur de la craie ou sur du marbre. Les chimistes exécutent la préparation de l'acide carbonique dans un appareil que représente la figure 3. Le flacon à deux goulots contient des fragments de marbre; on verse l'acide chlorhydrique par le tube droit, terminé en entonnoir; l'autre tube recourbé sert à faire sortir le gaz formé, que l'on recueille ensuite.

A présent que nous savons ce que c'est que l'air, l'eau et la combustion, nous pouvons passer à l'étude de notre corps.

Nous commencerons par le squelette.

CHAPITRE II

LES MOUVEMENTS (OS ET MUSCLES)

Squelette de l'homme. — Les os forment la charpente solide de notre corps. Ce sont des organes durs, pierreux qui tiennent tous ensemble, et qui, par leur réunion, constituent le squelette.

Colonne vertébrale. — La partie principale du squelette c'est l'épine dorsale, ou colonne vertébrale. Cette colonne, qui soutient tout l'édifice de notre corps, se sent parfaitement à travers la peau, le long du milieu du dos. Elle n'est pas faite d'une pièce ; elle se compose d'une série de tronçons ou os semblables, empilés les uns sur les autres et appelés vertèbres. La figure 5 nous représente les vertèbres du cou, du dos, des lombes.

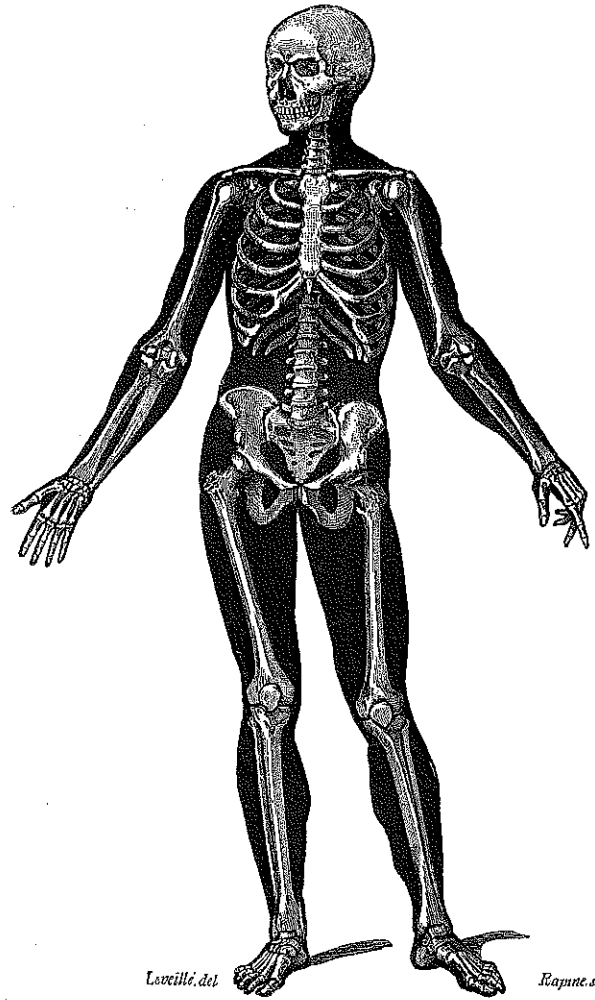
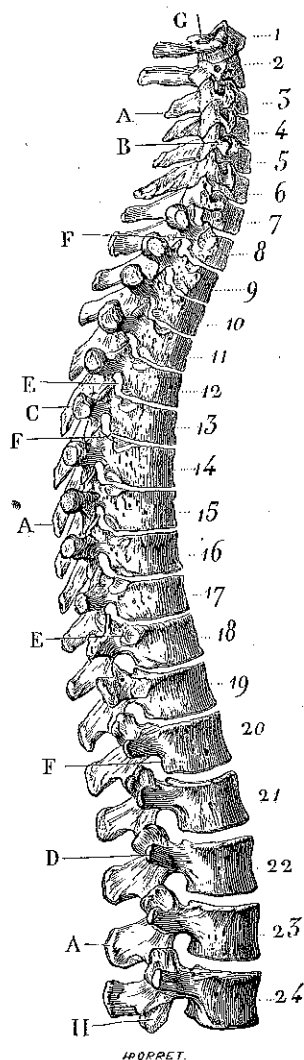


Fig. 4. Squelette de l'homme.



HOPPET.

Fig. 5. Colonne vertébrale vue de côté.
1 à 7, vertèbres du cou; 8 à 19, vertèbres du dos; 20 à 24, vertèbres des lombes.

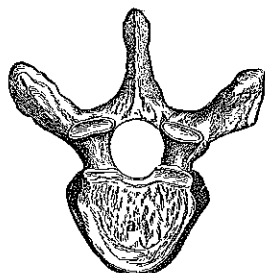


Fig. 6. Vertèbre humaine. En bas, le corps de la vertèbre *a*; en haut l'anneau osseux entourant le trou vertébral.

Chaque vertèbre est formée d'une grosse masse cylindrique, à large base, et qu'on appelle le corps de la vertèbre (voir *a*, fig. 6). Les corps des vertèbres se soudent les uns sur les autres, et par leur réunion forment la colonne vertébrale, qui donne la solidité au tronc de notre corps. Derrière le corps de chaque vertèbre il y a une lame osseuse, formant un anneau et circonscrivant un trou, le trou vertébral. Comme les vertèbres sont empilées les

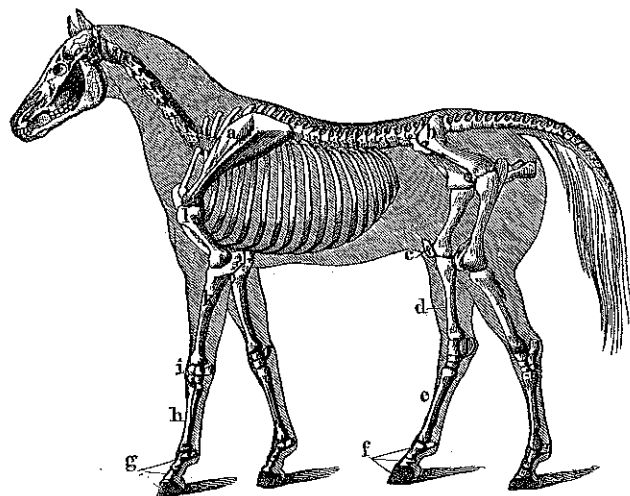


Fig. 7. Squelette du cheval.

unes sur les autres, les trous se correspondent et forment par leur réunion un tunnel ou canal, le canal vertébral. Le canal vertébral sert à loger et à protéger la moelle épinière, organe très délicat et très important, qui fait suite au cerveau. L'anneau

de chaque vertèbre se termine en arrière, par une pointe, que l'on sent sous la peau du dos, non seulement chez l'homme, mais chez le chien, le chat, le cheval, etc.

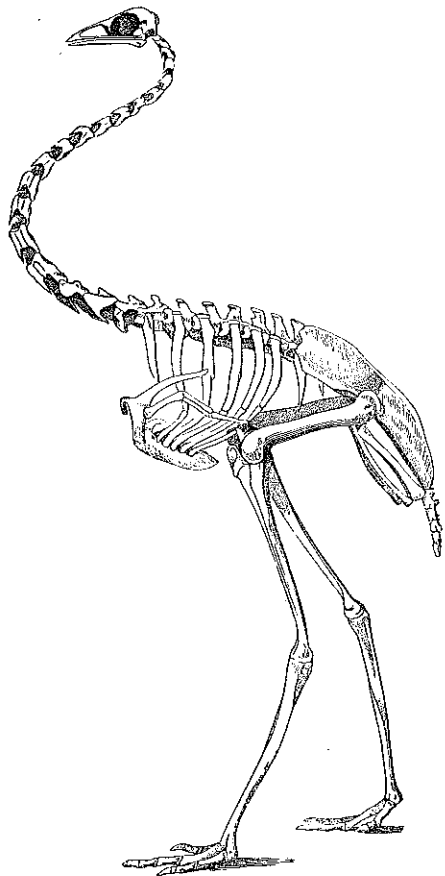


Fig. 8. Squelette d'oiseau.

Animaux vertébrés. — Les animaux (mammifères) tels que le chien, le cheval, etc., les oiseaux, les reptiles et les poissons ont, comme l'homme, un squelette interne, dont la partie principale est une colonne vertébrale, s'étendant de la tête à la queue. Chez tous, la moelle épinière est logée dans le canal des vertèbres. Le corps de tous ces animaux, malgré la

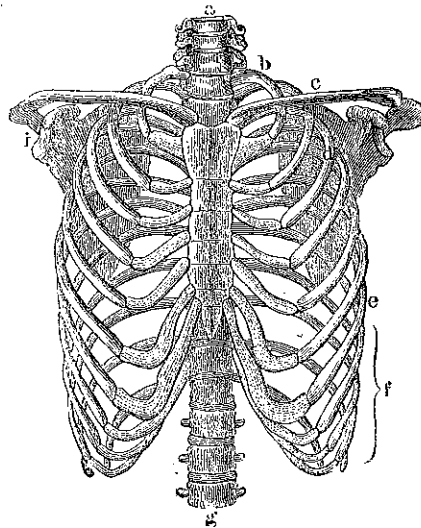


Fig. 9. Squelette de la poitrine vu par devant;
ag, colonne vertébrale; b, e, f, côtes; i, omoplate; c, clavicule.

variété de la forme extérieure, est donc construit sur le même plan. On les a réunis dans un grand groupe zoologique, l'embranchement des animaux vertébrés.

Les insectes, l'écrevisse, la limace, l'huître, les vers, etc., ne contiennent ni squelette interne, ni

colonne vertébrale. Ces animaux appartiennent à d'autres groupes zoologiques que les vertébrés.

Squelette de la poitrine. — La poitrine forme une large cavité, qui contient les poumons et le cœur. La poitrine (ou thorax) est soutenue par une cage osseuse, formée en arrière par les vertèbres du dos, en avant par un os plat et long appelé sternum, et sur les côtés par les douze paires de côtes, qui s'étendent de la colonne vertébrale au sternum. (Voir fig. 9.)

Cloison fermant la poitrine. — La cavité de la poitrine est séparée en bas de celle du ventre, par une cloison charnue, espèce de plancher horizontal (le diaphragme). Nous en reparlerons au chapitre de la respiration. Il n'est pas représenté sur la figure 9.

Os des membres. — A la colonne vertébrale et au tronc se fixent les os des quatre membres (bras et jambes), et ceux de la tête (crâne).

Les os des membres supérieurs sont attachés à la cage de la poitrine par la clavicule, os long et grêle, qui se relie au sternum. Le squelette de l'épaule comprend, outre la clavicule, un os mince, plat, triangulaire, l'omoplate. A l'épaule se rattache le bras, formé d'un os long et fort, l'humérus, puis l'avant-bras avec deux os (le radius et le cubitus), et enfin la main avec plusieurs petits os auxquels font suite les phalanges des doigts.

Les os des membres inférieurs rappellent ceux des membres supérieurs : la hanche correspond à l'épaule, la cuisse au bras, le genou au coude, la

jambe proprement dite à l'avant-bras et le pied à la main.

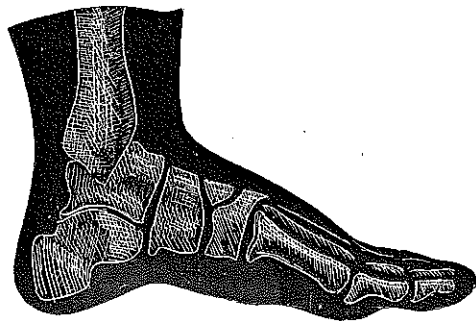


Fig. 10. Os du pied.

Bassin. — Les os de la hanche, qui servent à fixer les membres inférieurs aux vertèbres, sont de grandes pièces osseuses qui, par leur réunion, rappellent plus ou moins la forme d'une cuvette, d'où le nom d'os du bassin qu'on leur a donné. (Voir fig. 4.)

La cuisse contient le fémur, l'os le plus long du corps. Dans la jambe il y a deux os : un gros, le tibia et un fort grêle, le péroné. Le squelette du pied ressemble à celui de la main.

Crâne. — Il nous reste à examiner le squelette de la tête, le crâne. (Voir fig. 11.) La plus grande partie du crâne représente une cavité presque sphérique, qui se continue avec le canal vertébral. Il y a là plusieurs os courbes et minces, qui se soudent solidement les uns aux autres, de façon à former une boîte arrondie, destinée à loger et à protéger le cerveau, de même que le canal vertébral protège la

moelle épinière. On distingue dans la boîte du crâne l'os du front ou frontal, sur les côtés les os de la tempe ou temporaux, en arrière l'os de l'occiput et plusieurs autres os. C'est dans l'os occipital que se

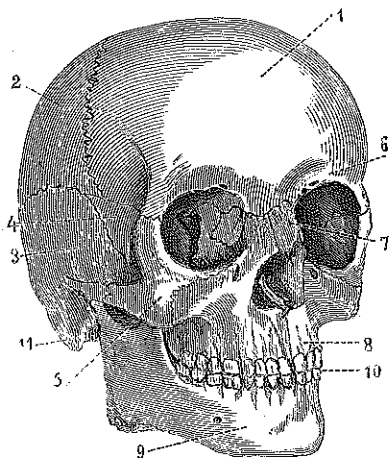


Fig. 11. Crâne.

trouve creusé le trou qui fait communiquer l'intérieur du crâne avec le canal vertébral. D'autres trous plus petits servent au passage des nerfs, qui partent du cerveau et qui se rendent aux yeux, au nez, à la bouche, etc.

Face. — Au devant de la boîte crânienne proprement dite se trouve la face, qui contient un assez grand nombre d'os minces, de forme assez compliquée : os des mâchoires, os des pommettes, os du nez, etc. Tous ces os sont soudés solidement entre eux et à ceux de la boîte crânienne proprement dite.

Il n'y a d'exception que pour l'os de la mâchoire inférieure, qui est relié au crâne par une charnière mobile. La mâchoire peut s'abaisser ou se relever, quand nous ouvrons ou fermons la bouche. Les os de la face servent à soutenir les parois de plusieurs cavités : la bouche, le nez et les orbites qui logent les yeux.

Composition des os (gélatine et phosphate de chaux). — Les os sont formés d'une matière animale, gélatineuse, plus ou moins molle et élastique, et d'une substance pierreuse, minérale, qui leur donne la solidité et la dureté.

Quand on calcine un os, la matière animale se charbonne, puis brûle, s'en va en fumée; et il reste une masse blanche, spongieuse, de matière minérale. Cette matière minérale est surtout formée de phosphate de chaux (sel pierreux résultant de l'union de la chaux avec l'acide phosphorique — cette poudre blanche et légère qui se forme dans la combustion du phosphore).

Si on laisse séjourner un os pendant quelques jours dans un acide, du vinaigre très fort par exemple, ou mieux de l'acide chlorhydrique dilué d'eau, la matière minérale est attaquée et se dissout en entier. Il ne reste que la matière animale. C'est bien aux sels minéraux que l'os doit sa solidité et sa dureté. Privé de phosphates, l'os devient mou et flexible. (Voir fig. 12.)

La matière animale azotée qui se trouve dans l'os présente une propriété curieuse, très caractéristique:

elle se transforme en colle forte ou gélatine quand on la fait bouillir dans de l'eau. L'eau qui a dissout la matière animale de l'os reste liquide tant qu'elle est chaude, mais elle se prend en gelée par le refroidisse-

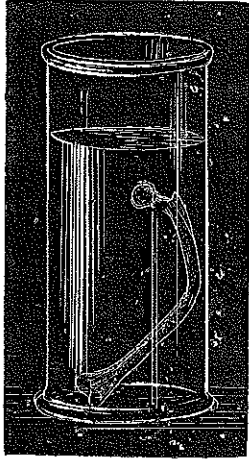


Fig. 12. Os (fémur) ramolli par l'action d'un acide.

ment. Cette gelée desséchée fournit la gélatine et la colle forte. La gelée de viande, de poisson est aussi de la gélatine.

Articulations. — Les os du crâne sont fortement soudés les uns aux autres; ils forment par leur réunion une boîte osseuse d'une grande solidité. La plupart des autres os, au contraire, peuvent jouer les uns sur les autres; c'est ce qui nous permet de mouvoir les bras et les jambes. Ainsi le bras et l'avant-bras se plient comme les branches d'un compas dont la charnière serait au coude. On donne le nom d'arti-

culations à ces sortes de charnières, de jointures formées au point de réunion de deux os. (Exemples : l'articulation du coude, de l'épaule, du genou.) Dans toute articulation, les os qui se joignent sont maintenus, réunis par des cordes ou bandelettes élastiques, qui vont d'un os à l'autre et qu'on appelle ligaments. Les parties d'os qui frottent les unes sur les autres sont plus ou moins arrondies et recouvertes d'une croûte élastique, polie et luisante, d'une substance blanche, connue sous le nom de cartilage. Ce cartilage favorise le glissement des deux os.

Fracture, luxation, entorse. — Quoique nos os soient fort résistants, il arrive parfois qu'ils se rompent, par exemple quand on fait une chute violente. On dit alors qu'il y a fracture d'os, qu'on s'est cassé le bras ou la jambe. Dans le cas de fracture, il faut en attendant le médecin, maintenir le membre cassé dans l'immobilité la plus complète; car au moindre mouvement les pointes de l'os cassé entrent dans les chairs et font cruellement souffrir le blessé. Lorsqu'il s'agit de transporter le blessé, le médecin fixe de chaque côté du membre fracturé, des lattes de bois, ou tout autre objet rigide qui empêche les fragments osseux de se déplacer. Lorsque le membre est convenablement remis en place, et maintenu dans un appareil fait avec soin, la fracture guérit le plus souvent. Au bout de quelques semaines les fragments osseux sont entièrement ressoudés, et le membre fonctionne comme par le passé.

Dans la luxation il n'y a pas fracture d'os, mais

déchirure ou distension des ligaments d'une articulation. Les extrémités naturelles des os sont sorties de leur charnière et ne se joignent plus. Le médecin seul peut remettre les os en place, réduire la luxation.

Dans l'entorse le mal est moindre encore que

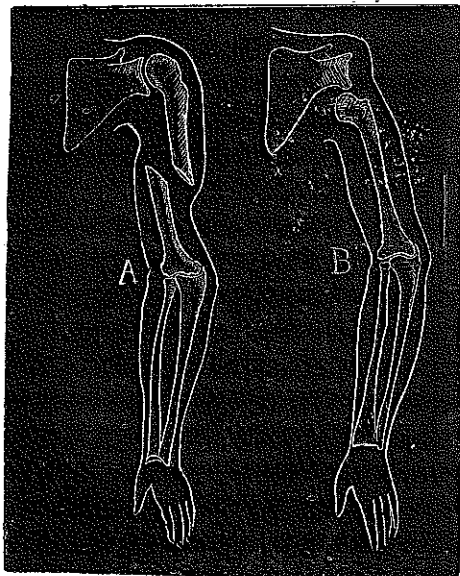


Fig. 13. A. Fracture de l'humérus. (Bras cassé.)
B. Luxation de l'épaule. (L'humérus n'est plus articulé avec l'omoplate.)

dans la luxation. Dans ce cas, les os qui forment une articulation ne sont pas séparés l'un de l'autre : il y a seulement déchirure ou distension des ligaments. L'entorse du pied, la plus fréquente, guérit souvent par le simple repos.

Muscles. — Les ligaments, avons-nous vu, maintiennent les os en place, en contact les uns avec les autres pour former le squelette. Les os des bras, des jambes, etc., tout en tenant ensemble, restent mobiles, à peu près comme chez une marionnette ou un pantin. Or pour faire mouvoir une marionnette il faut une force extérieure, il faut tirer les fils.

Quels sont les fils qui mettent en mouvement les bras et les jambes de la marionnette humaine? Ces fils moteurs du squelette sont nos muscles, et c'est notre volonté qui les fait agir. Tout le monde connaît l'aspect extérieur des muscles : la viande de boucherie que nous mangeons n'est autre chose que du muscle de bœuf, de mouton, etc. Pour peu que l'on ait regardé avec attention un morceau de bœuf bouilli, on saura qu'un muscle est formé de petits filaments parallèles, fins comme des cheveux, et qui se réunissent en paquets allongés, plus ou moins gros. Chacun des muscles de notre corps est tendu entre deux os voisins, auxquels ses extrémités sont soudées. Tout muscle est capable de se raccourcir sous l'influence de notre volonté; dans ce cas, ses points d'attache, c'est-à-dire les os, sont obligés de se rapprocher.

Mode d'action des muscles. — Que ferions-nous s'il s'agissait, sur un squelette, de faire mouvoir à l'aide de ficelles les os de l'avant-bras sur ceux du bras? Nous prendrions deux ficelles, que nous fixerions, l'une devant le coude (voir fig. 14), l'autre derrière. En tirant sur la ficelle de devant (a fig. 14),

l'avant-bras se plierait sur le coude et nous fermons le compas formé par le bras et l'avant-bras. Pour exécuter le mouvement inverse, pour étendre l'avant-bras et ouvrir le compas, il faudrait tirer à l'autre ficelle. Remplacez chacune de ces ficelles par un muscle capable de se raccourcir, de se contracter comme on dit, et vous aurez précisément le procédé

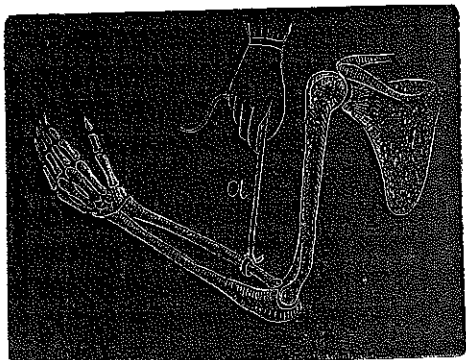


Fig. 14. Mouvement de flexion de l'avant-bras sur le bras. (La ficelle *a* occupe la place du muscle biceps.)

employé par la nature pour produire la flexion et l'extension de l'avant-bras sur le bras.

Il existe au devant du bras une masse musculaire puissante, que vous pouvez facilement sentir au travers de la peau : c'est le muscle biceps, qui se fixe inférieurement à l'un des os de l'avant-bras (le radius). Ce muscle est donc disposé comme la ficelle *a* de la fig. 14. Il remplit exactement le même rôle. Quand il entre en action il se raccourcit, il tire sur l'avant-bras, qu'il relève et qu'il plie sur le bras.

Il le fait avec une grande énergie, ce qui nous permet de soulever des poids considérables. C'est pour cela qu'on dit d'un homme doué d'une grande force musculaire : c'est un gaillard qui a du biceps. Un autre muscle joue le rôle de l'autre ficelle ; c'est lui qui entre en action quand on étend l'avant-bras sur le bras, comme pour donner un coup de poing. D'autres muscles servent à imprimer à l'avant-bras un mouvement de torsion, et d'autres à mouvoir la main, les doigts, etc. On en compte plusieurs centaines dans le corps. Le squelette tout entier en est garni, et tous ces muscles forment la masse charnue de notre corps, lui donnent sa forme, son modelé. Chacun des mouvements que nous faisons, chaque attitude est accompagnée de la contraction de plusieurs muscles, qui font alors saillie et se dessinent davantage sous la peau ; car tout muscle qui se contracte se durcit et gonfle par le milieu. Placez la main sur la peau du bras au niveau du biceps au moment où vous soulevez un poids, vous sentirez aisément ce gonflement et ce durcissement. Les peintres, et surtout les sculpteurs, doivent toujours avoir ces faits présents à l'esprit lorsqu'ils reproduisent l'image du corps humain.

Tendons. — Les fibres des muscles ne se soudent pas directement aux os, mais s'y fixent par l'intermédiaire de tendons, c'est-à-dire de cordons blancs, fibreux et très résistants. C'est ce que les bouchers appellent, bien à tort, des nerfs. Les figures 15 et 16 montrent le muscle biceps avec ses tendons d'attache.

Les espèces de cordes dures qui se sentent à travers la peau, au devant du poignet, sont les tendons des muscles qui mettent les doigts en mouvement. Le gros tendon du muscle du mollet, qui va s'attacher à l'os du talon, est également très apparent. Il est connu sous le nom de tendon d'Achille. C'est par ce tendon que Thétis, la mère d'Achille, aurait, suivant la mythologie grecque, tenu son fils suspendu la tête en bas quand elle le plongea tout enfant dans les



Fig. 15. Bras montrant le muscle biceps au repos.

eaux du Styx, pour le rendre invulnérable. Le muscle du mollet, en se contractant, tire sur le tendon d'Achille, qui relève le talon et le détache du sol, comme c'est le cas lorsque nous marchons sur la pointe du pied ou lorsque nous nous préparons à sauter, etc.

Contraction des muscles. — Quand je veux lever l'avant-bras pour soulever un poids je fais contracter le muscle biceps. Voici comment ce muscle

est averti qu'il doit entrer en action : le biceps, comme tous les autres muscles d'ailleurs, est relié au cerveau par un très long filament blanc, un nerf. Le nerf c'est le fil télégraphique par lequel les ordres de la volonté se transmettent du cerveau au muscle; c'est par le nerf que le muscle est excité à se contracter.

Si le nerf était coupé, comme cela peut arriver par suite d'un accident ou d'une blessure, on ne pourrait

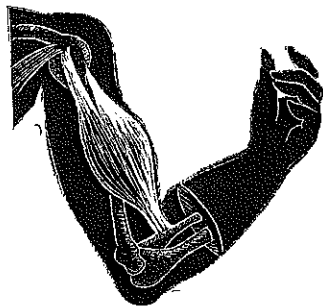


Fig. 16. Bras montrant le muscle biceps contracté.

plus soulever l'avant-bras : il serait paralysé. Heureusement, dans ce cas les deux bouts coupés du nerf se ressouident parfois ensemble, et la communication nerveuse entre le cerveau, siège de la volonté, et le muscle, siège du mouvement, est rétablie. Le blessé recouvre alors l'usage du membre qui était paralysé.

Le muscle jouit donc de la propriété de se contracter chaque fois qu'il est excité par le nerf. On

peut l'exciter et le faire contracter de plusieurs autres façons : par l'électricité d'abord, puis en le pinçant, le frappant, etc.

Il est facile de démontrer la chose pour l'électricité : si je place les deux pôles d'une machine électrique sur mon bras, de façon que les secousses électriques passent à travers le muscle biceps, ce muscle se gonflera, se contractera, et l'avant-bras se relèvera à chaque secousse électrique. Nous pouvons faire une expérience plus curieuse encore sur les muscles du visage. Les jeux si variés de la physionomie, qui tour à tour exprime le plaisir, la douleur, la colère, l'angoisse, etc., sont produits par les mouvements de la peau du front, des paupières, des lèvres. Il y a là un grand nombre de petits muscles qui s'attachent à la peau, la froncent, la tiraillent en divers sens. En promenant à leur surface les pôles de ma machine électrique je provoque leur contraction et je fais à volonté varier l'expression du visage.

Muscle isolé du corps. — Mais il y a plus curieux que cela : le muscle possède la propriété de se contracter alors qu'il est complètement séparé du reste du corps. Voici une grenouille qui paraît morte : on lui a donné du chloroforme pour qu'elle ne souffre pas et qu'elle meure sans sentir l'opération que nous allons lui faire (1). Prenons un

(1) L'homme a certainement le droit d'enlever la vie aux animaux pour son alimentation, ou dans tout autre but utile, par exemple pour les recherches scientifiques. Les progrès de la médecine seraient presque impossibles sans les expériences sur les animaux vivants. Mais l'homme ne doit jamais oublier que

de ses muscles : nous pourrions faire notre expérience sur le biceps, mais le muscle du mollet étant plus gros et plus facile à préparer, nous lui donnerons la préférence. Je coupe une patte, je l'écorche. Voici le muscle du mollet, et voici le tendon d'Achille qui s'attache au talon. Vous voyez qu'en somme la patte de grenouille est à peu près faite comme notre jambe. Je touche le muscle avec les pôles de la machine électrique : aussitôt il se contracte et la patte semble entrer en convulsions. Si la grenouille est morte, si elle ne sent plus et ne se meut plus, par contre la patte que nous avons coupée n'est pas morte et ses muscles vivent encore. En me servant avec précaution d'une petite pince et d'une paire de ciseaux fins je détache complètement le muscle en question sans trop le maltraiter. Je suspends verticalement le petit muscle, en le fixant à son extrémité supérieure par une forte épingle (fig. 17). Au tendon d'Achille j'accroche un plateau de balance en miniature, que je charge de poids.

C'est ici que l'expérience paraît merveilleuse. J'approche les deux fils qui viennent de la machine électrique, j'en touche légèrement la surface du muscle. Celui-ci se contracte brusquement, gonfle

les bêtes qui nous entourent sont nos semblables au point de vue physique, et qu'il n'est pas permis de faire souffrir inutilement une pauvre créature innocente. Aussi, dans toutes ces expériences on a l'habitude d'endormir les animaux au moyen du chloroforme, ce qui les rend absolument insensibles. Les chirurgiens emploient le même moyen pour épargner la douleur à leurs opérés.

par le milieu et soulève le plateau et les poids. Nous pouvons répéter l'expérience un grand nombre de fois, toujours avec le même succès.

Force du muscle. — La force de cette petite machine est réellement étonnante. Il faut un poids de près d'un kilogramme pour empêcher le muscle de se contracter. Essayez de le retenir en tirant sur le plateau, pendant qu'on l'excite par l'électricité,

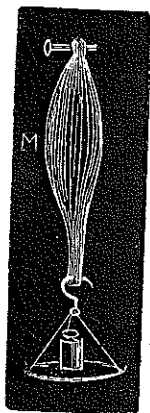


Fig. 17. Muscle isolé du molet de la grenouille.

et vous sentirez quel effort vous êtes obligé de vaincre.

Les savants ont fait des études nombreuses sur ce petit muscle de grenouille; presque tout ce qu'ils nous ont appris sur les muscles et leur contraction a été découvert en opérant sur des pattes de grenouille. Ils ont constaté que les muscles ne réagissent pas immédiatement quand on les excite : entre

le moment où l'électricité les traverse et celui où ils se contractent, il s'écoule un temps fort court, mais très appréciable, un centième de seconde environ. Ils ont découvert, en outre, qu'un muscle qui se contracte ne se borne pas à produire du travail, à soulever des poids : il produit également de la chaleur et s'échauffe; enfin il dégage de l'électricité, c'est une vraie pile électrique.

Le muscle comparé à une machine. — Si vous demandez d'où cette petite machine vivante tire tout ce qu'elle produit : travail, électricité, chaleur; les savants vous répondront : du charbon qu'elle brûle. Car le muscle consomme du charbon tout comme le ferait une machine à vapeur. Le muscle contient des substances riches en charbon et en hydrogène, qu'il brûle; et pour les brûler il absorbe de l'oxygène et produit de l'acide carbonique.

Tous ces curieux phénomènes dont le muscle du mollét de la grenouille est le siège se passent en grand dans nos gros muscles à nous. Eux aussi travaillent tant qu'ils ont quelque chose à brûler, et produisent alors de la chaleur, de l'électricité, du mouvement.

Quand la provision est épuisée ils refusent leur service, ils sont fatigués. Il leur faut alors un certain temps pour se remettre à travailler. Il est bien entendu qu'il s'agit ici d'une combustion lente, comparable à celle du phosphore humide, qui luit dans l'obscurité. Nous y reviendrons au chapitre de la respiration.

Rigidité des muscles. — Peu de temps après la mort les muscles deviennent raides et durs, et tout le corps devient alors rigide. La raideur disparaît au bout d'un jour ou deux, et les muscles reprennent encore une fois leur souplesse primitive avant de se putréfier. Les bouchers et les cuisiniers savent fort bien qu'il faut attendre deux ou trois jours, avant de cuire et manger la viande d'une bête qu'on vient d'abattre; la viande a alors perdu sa dureté. Si on la mangeait immédiatement après avoir abattu la bête elle serait également tendre, car elle n'aurait pas encore eu le temps de devenir raide et coriace.

CHAPITRE III

SYSTÈME NERVEUX

Télégraphe et système nerveux. — Toutes les localités importantes de la Belgique sont reliées par les fils du télégraphe, de sorte qu'une personne siégeant dans un bureau télégraphique central de Bruxelles pourrait à volonté communiquer avec toutes les parties du pays. De son bureau elle recevrait des nouvelles de Liège, de Gand, d'Anvers, etc., ou enverrait ses ordres dans chacune de ces villes. Un tel système de fils télégraphiques, soumis à une volonté unique, existe dans le corps de chacun de nous. Le bureau central de ce télégraphe c'est notre cerveau, et les nerfs qui partent de celui-ci ou de la moelle épinière pour se rendre à la peau, aux muscles, etc., représentent les fils télégraphiques le long desquels courent les dépêches.

Cerveau. — Le cerveau est le centre du système

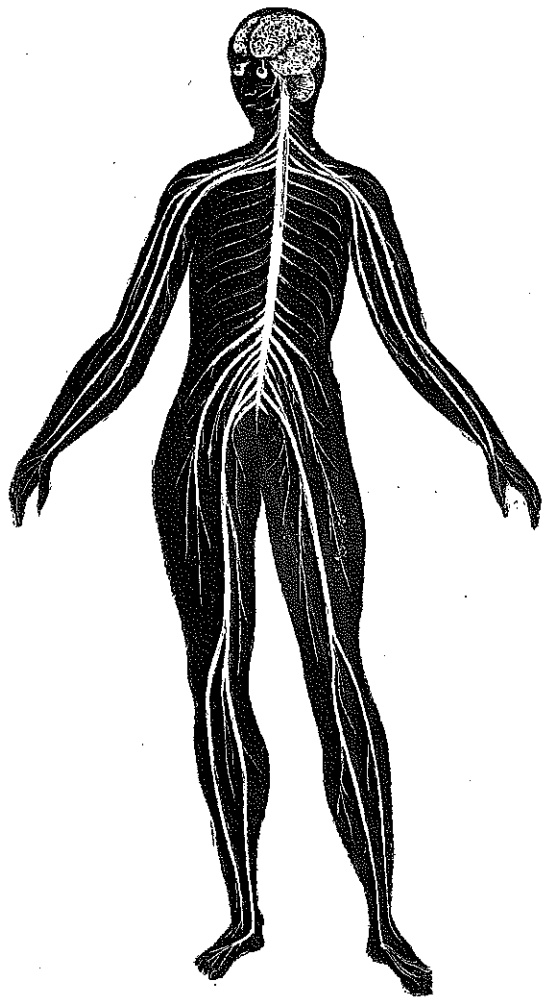


Fig. 18. Système nerveux de l'homme, montrant le cerveau, la moelle épinière et les nerfs qui en partent.

nerveux. C'est le point de départ des mouvements volontaires et le siège des sensations. C'est également le siège de l'intelligence. On fait bien à tort intervenir à chaque instant dans le langage courant le cœur ou le sang, à propos des sentiments. Dire d'un enfant qu'il a bon cœur, ou d'un homme qu'il a du sang-froid, ce sont là des locutions consacrées par l'usage, mais que rien ne justifie, et qui reposent sur de grossières erreurs. Le cœur est un muscle creux qui sert à la circulation du sang, mais qui n'a rien à voir dans l'affection ou la bonté, pas plus que le foie ou les intestins. Si une forte émotion provoque parfois un changement dans les battements du cœur, cela provient de ce que le cœur, comme tous les organes, est relié par plusieurs nerfs au cerveau, siège des émotions et des sentiments. C'est alors le cerveau qui agit sur le cœur, comme il peut agir sur l'estomac et troubler la digestion, par exemple quand nous avons du chagrin.

Cerveau et intelligence. — On remarque un certain rapport entre le développement du cerveau et l'intelligence, non seulement chez les différents animaux, mais aussi dans les races humaines. Le cerveau est plus volumineux chez les Européens que chez les Chinois, et surtout que chez les nègres ou les Peaux-Rouges de l'Amérique. Les hommes de race blanche sont, en effet, plus intelligents que ceux des autres races; et parmi les blancs, les cerveaux volumineux, logés dans de grandes têtes, sont généralement un signe d'intelligence.

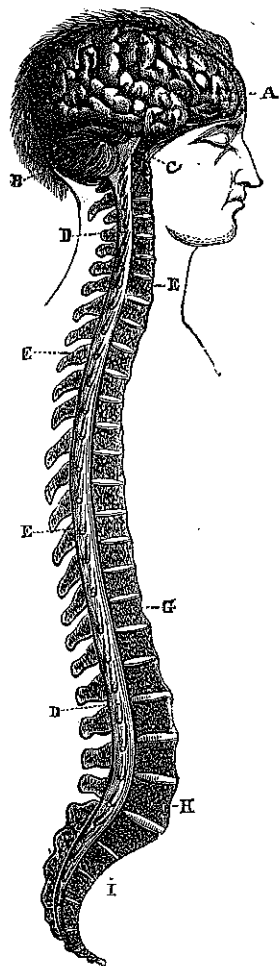


Fig. 19. Cerveau et moelle épinière.

A, cerveau remplissant toute la cavité de la boîte crânienne; D,D, moelle épinière logée dans le canal vertébral; E,G,H, colonne vertébrale.

Le cerveau, ou la cervelle, est une masse volumineuse, arrondie, toute creusée de sillons à la surface. Sa couleur est d'un gris rosé et il occupe tout l'intérieur du crâne. La moelle épinière n'est pour ainsi dire que le prolongement du cerveau. Du cerveau et de la moelle épinière partent une infinité de longs fils ou cordons blanchâtres, les nerfs. Les nerfs relient toutes les parties du corps au cerveau et les font communiquer ensemble. On les divise en deux grandes catégories : ceux du mouvement et ceux de sensibilité.

Nerfs du mouvement. — C'est par les nerfs du mouvement que les ordres de notre volonté se transmettent du cerveau à nos muscles. Nous vous en avons parlé quand nous nous sommes occupé des muscles.

Un pauvre ouvrier avait été blessé au coude. Un morceau de fer tranchant lui était entré dans les chairs et avait coupé deux nerfs; il ne pouvait plus remuer les doigts. La paralysie ici s'expliquait facilement : le télégraphe était interrompu entre les muscles des doigts et le cerveau.

Nerfs de sensibilité. — Il y a également des nerfs qui servent à renseigner le cerveau sur ce qui se passe au dehors. Toute la surface de la peau contient des petits fils nerveux, qui sont chargés de transmettre au bureau télégraphique central des renseignements sur les événements extérieurs : ce sont les nerfs de sensibilité.

Si une mouche vient se poser sur ma main, elle

chatouille les petits nerfs de la peau. Le chatouillement se transmet, de proche en proche, le long des nerfs qui aboutissent au cerveau. Arrivée là, l'impression me cause une sensation désagréable. Aussi, je me décide bien vite à chasser l'insecte importun d'un brusque mouvement du bras. Pour cela je suis obligé d'envoyer, le long des nerfs qui vont aux muscles, un ordre de se contracter, et de mettre le bras en mouvement.

La preuve que ce n'est pas réellement dans la main que se produit la sensation quand une mouche vient nous piquer, et qu'il faut que l'impression se transporte au cerveau le long des nerfs, c'est que chez les personnes dont les nerfs du bras sont coupés, comme chez notre pauvre ouvrier, la peau des doigts est tout à fait insensible : cet ouvrier aurait pu mettre la main au feu et la laisser se consumer en entier sans éprouver la moindre sensation douloureuse.

Mouvements involontaires. — Le cerveau et la moelle épinière président à un grand nombre de mouvements dans lesquels la volonté n'intervient pas, et que nous ne pourrions même pas empêcher. Si l'on fait brusquement un geste menaçant devant mes yeux, les paupières cligneront malgré moi. De même quand on chatouille l'intérieur du nez on provoque une envie irrésistible d'éternuer. Nous pourrions citer un grand nombre d'exemples de ce genre.

Mouvements inconscients. — Un grand nombre

d'autres mouvements, par exemple les battements du cœur, le mouvement qui fait progresser les aliments dans les intestins, etc., sont non seulement involontaires, mais se passent entièrement à notre insu. Beaucoup de ces mouvements ne sont plus que sous la dépendance fort éloignée du cerveau et de la moelle épinière. Ainsi les battements du cœur persistent encore, alors que toutes les communications nerveuses avec le cerveau et la moelle ont été interrompues. Bien plus, le cœur, extrait du corps et isolé complètement, continue à battre pendant quelque temps. La grenouille chloroformisée, qui nous a fourni son muscle du mollet, peut servir à cette belle expérience. J'enlève le sternum en trois coups de ciseaux : vous voyez parfaitement battre le cœur. Je l'extrais complètement, je le dépose sur cette plaque de verre. Les pulsations n'ont pas cessé et elles peuvent persister pendant des heures. Nous pouvons faire cette expérience sans scrupules, puisque la grenouille ne vit plus et n'a plus la moindre sensibilité.

Les cinq sens. — Les nerfs de sensibilité aboutissent, les uns à la peau et aux cavités voisines de la peau, les autres à la langue, au nez, à l'œil ou à l'oreille interne. A chacun de ces organes correspond un genre particulier de sensation : le toucher, le goût, l'odorat, la vue et l'ouïe.

C'est ce qu'on appelle les cinq sens.

Le toucher — s'exerce par toute la surface de la peau, mais surtout par celle des doigts. Il nous ren-

seigne sur la forme des objets et sur leur température.

Le goût — a son siège à la surface de la langue et des parties avoisinantes de l'intérieur de la bouche. Il nous met à même de reconnaître le contact des corps sapides, et de distinguer ce qui est salé, sucré, amer ou acide. Le goût et l'odorat nous guident dans le choix des aliments.

L'odorat — s'exerce par la surface interne du nez. Les corps odorants émettent des parcelles de matière fort petites, qui flottent dans l'air et viennent frapper la membrane sensible aux odeurs. Dans le rhume de cerveau, cette membrane est gonflée, et recouverte d'un enduit qui l'empêche de fonctionner. Aussi l'odorat est-il alors presque nul. Il est extrêmement développé chez le chien : c'est grâce à son flair que le chien de chasse suit la piste du gibier.

La vue — doit nous arrêter un peu plus longuement. Les yeux nous fournissent des renseignements sur la forme, le degré d'éclairage des objets et sur leur couleur. Nous parvenons également à évaluer la distance des corps et à déterminer leur position respective.

L'œil — est un admirable instrument d'optique. Il est construit à peu près comme la chambre obscure des photographes, au fond de laquelle vient se peindre l'image renversée des personnes ou des objets que l'on place devant.

L'œil est une petite chambre obscure sphérique,

percée en avant d'un trou, la pupille. Devant ce trou il y a une membrane transparente qui laisse entrer la lumière; et en arrière de ce trou, il y a une lentille (le cristallin), également transparente, qui concentre la lumière et l'amène sur la surface

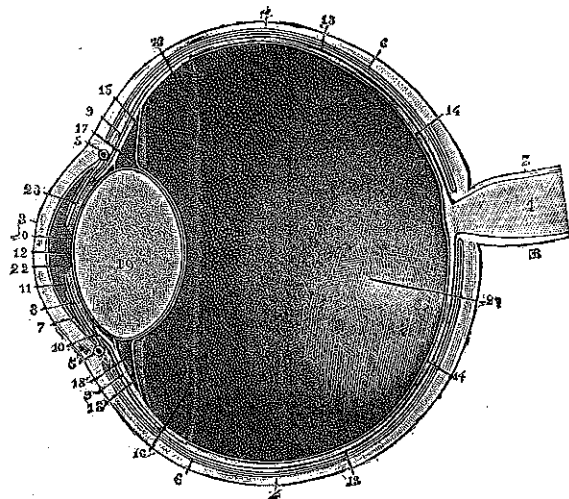


Fig. 20. Coupe de l'œil.

1, nerf optique; 3, membrane transparente ou cornée; 14, membrane sensible de l'œil ou rétine; 19, lentille ou cristallin; 22, pupille (trou par lequel la lumière arrive au fond de l'œil).

interne de l'œil, là où s'épanouit le nerf de la vision.

Le nerf de l'œil, ou nerf optique, se termine par une membrane très sensible à la lumière et que l'on appelle rétine. La rétine tapisse tout l'intérieur de l'œil.

Étudions à présent ce qui se passe dans la vision.

Nous ne voyons pas dans l'obscurité : pour être aperçus les objets doivent être éclairés, c'est-à-dire doivent recevoir assez de lumière pour en renvoyer, en refléter une partie vers notre œil. Cette lumière tombe dans l'œil par l'ouverture de la pupille, puis elle est concentrée par le cristallin sur la rétine.

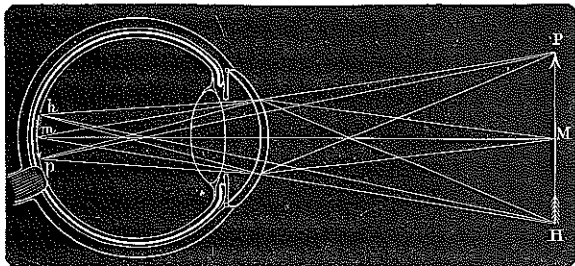


Fig. 21. ŒIL. La lumière émanée de l'objet PMH est concentrée par le cristallin sur la rétine, de manière à y former une petite image renversée de l'objet : hmp.

C'est là que les objets viennent peindre leur petite image renversée, comme c'est le cas dans la chambre obscure du photographe.

La rétine est reliée au cerveau par le nerf optique; ce nerf l'avertit des images qui se peignent sur la rétine et tient ainsi le cerveau au courant de tout ce qui se passe devant l'œil (1). La première fois qu'on

(1) L'image des objets se peint renversée sur la rétine, et cependant nous les voyons droits. Cette contradiction apparente pourrait embarrasser, si la rétine elle-même était le siège des sensations, et si l'intelligence, si notre être pensant contemplait directement les images renversées qui s'y peignent. Mais ce n'est pas ainsi que les choses se passent. Entre le cerveau, siège des sensations et la rétine, il y a toute l'étendue du nerf optique. Le nerf optique, comme tous les nerfs d'ailleurs, est un faisceau de fibres, vrais fils télégraphiques, avons-nous vu,

tuera un lapin, de préférence un lapin blanc, demandez qu'on vous donne un de ses yeux. C'est une petite chambre obscure faite comme votre œil. Si vous tournez cet œil, la pupille en avant, vers une bougie allumée, dans une pièce un peu sombre, vous verrez, en regardant avec attention, l'image renversée de la bougie se peindre en petit sur la face postérieure de l'œil.

Œil myope. — Dans un œil sain le cristallin concentre les rayons lumineux, de façon que l'image des objets éclairés vienne se peindre exactement sur la membrane sensible, sur la rétine. Dans l'œil myope l'image vient se peindre un peu en avant de la rétine, et la vision en est troublée. Ce défaut provient soit de ce que l'œil est trop long, que la rétine est trop loin du cristallin, soit de ce que le cristallin est trop bombé. On y remédie par des lunettes à verres concaves, qui reportent l'image en arrière, sur la rétine.

Œil presbyte (ET hypermétrope). — Le défaut

tendus entre toutes les parties de la rétine et le cerveau. Dans ce paquet de filaments, de même que dans le cerveau, il n'est pas question de haut et de bas, de droite ou de gauche, correspondant au haut ou au bas de la rétine. Le phénomène de la perception des images se fait non à la rétine, mais au cerveau, là où le nerf optique aboutit. Nous ne sommes donc pas dans la position d'un spectateur placé directement en face d'un tableau ou d'un paysage, et contemplant des vallées et des montagnes. — Mais bien plutôt dans celle d'un employé du télégraphe qui, dans son bureau, reçoit par différents fils des dépêches lui décrivant ces mêmes montagnes et ces vallées. Peu importe que les fils qui viennent des montagnes soient placés au-dessus ou au dessous de ceux qui viennent de la vallée.

contraire, la presbytie, existe chez les personnes âgées, surtout lorsqu'elles dirigent leurs yeux sur des objets rapprochés. Dans ce cas, les images ont une tendance à venir se peindre un peu en arrière de la rétine; parce que le cristallin n'est pas assez bombé pour les y ramener. La presbytie se corrige au moyen de lunettes à verres convexes.

Cataracte. — La lentille du cristallin perd quelquefois sa transparence chez les personnes âgées, ce qui les rend aveugles. C'est ce qu'on appelle la cataracte. On guérit ces personnes en opérant la cataracte, c'est-à-dire en extrayant le cristallin malade, que l'on supprime. On supplée à l'absence du cristallin enlevé en plaçant devant l'œil une lentille de verre très convexe.

Les larmes. — La surface de l'œil est toujours humide. C'est qu'il existe dans l'orbite, à côté de l'œil, un organe rose appelé glande lacrymale (du latin *lacryma*, qui signifie larme), qui fabrique continuellement une petite quantité d'un liquide transparent, qu'elle verse sur l'œil. Ce liquide, après avoir humecté l'œil, coule dans le nez par un canal qui part de l'angle interne des paupières et débouche dans la cavité du nez. Ce liquide, vous le connaissez bien, ce sont les larmes. Quand vous avez du chagrin, que vous pleurez, votre tristesse agit sur les glandes lacrymales par l'intermédiaire de petits nerfs qui partent du cerveau. Sous leur impulsion, les glandes activent la fabrication des larmes. Celles-ci commencent par couler en plus grande

quantité dans le nez. Vous savez tous qu'on éprouve le besoin de se moucher quand on se met à pleurer. Mais bientôt l'abondance de la production des larmes est telle, que le trop-plein du liquide sécrété par les glandes lacrymales coule sur les joues. Le moindre grain de poussière dans l'œil provoque également un abondant flux de larmes. Dans ce cas, c'est encore la glande lacrymale qui fonctionne plus activement que de coutume.

L'ouïe. — L'oreille nous permet de percevoir les bruits et les sons. Le mouvement de l'air qui constitue le son est conduit par le tuyau de l'oreille à une petite membrane (la membrane du tympan), qui le transmet ensuite au nerf de l'oreille (nerf auditif).

Chez les sourds-muets, la surdité provient de ce que le nerf est malade ou absent. Ils ne sont muets que parce qu'étant sourds ils n'ont pu apprendre à parler comme nous. Mais le larynx, l'organe qui produit la voix, la parole, est chez eux constitué de la même façon que chez nous.

La voix. — Pour parler ou chanter il faut chasser de l'air dans le larynx par le tuyau qui vient des poumons. Cet air met en mouvement et fait vibrer deux petites languettes charnues, appelées cordes vocales, qui rendent alors des sons, qui remplissent un rôle analogue à celui des cordes dans un violon. Chacun de nous a donc dans son larynx un véritable instrument de musique, qui produit le chant, la parole, etc.

C'est également au niveau du larynx que se forme

le miaulement du chat, l'aboïement du chien, le hennissement du cheval, etc.

Chez les oiseaux, au contraire, l'organe producteur de la voix est distinct du larynx, et situé à l'intérieur de la poitrine, à l'endroit où la trachée se divise en bronches. On l'appelle larynx inférieur.

CHAPITRE IV

DIGESTION DES ALIMENTS

Nécessité de l'alimentation. — Notre corps, avons-nous vu, est comme une petite machine à vapeur. Il produit du travail, de la chaleur, de l'électricité, à condition qu'on lui fournisse du combustible, qu'on le nourrisse. Car, vous le savez déjà, notre charbon à nous ce sont nos aliments, la viande, le pain, les légumes que nous mangeons. Tout cela contient du charbon et de l'hydrogène, et ne demande qu'à brûler. Mais, de plus, notre corps est une petite machine qui se répare elle-même, à mesure qu'elle se détériore. Nos ongles, notre peau se renouvellent constamment, et il en est de même des organes internes. C'est donc également à réparer les pertes, à faire pousser les ongles, les cheveux et le reste

que doivent servir nos aliments. Le corps pourvoit à son accroissement grâce aux aliments, et les enfants deviennent ainsi peu à peu de grandes personnes.

Faim. — Celui d'entre vous qui ne mangerait plus du tout, non seulement ne grandirait plus, mais maigrirait à vue d'œil. Ne recevant plus de charbon du dehors, la machine serait obligée de brûler ce qu'elle trouve dans le corps lui-même. La graisse y passerait d'abord, et vous n'auriez bientôt plus que la peau sur les os. Il n'y a aucun danger que vous fassiez cette expérience et il n'est pas nécessaire de prêcher les enfants pour les convertir à la nécessité de manger. La nature s'en charge d'elle-même, et le sentiment de la faim nous avertit qu'il est temps de remettre du charbon dans notre mécanique, c'est-à-dire qu'il est l'heure du repas.

Nous allons étudier à présent les changements que subissent nos aliments pour se transformer en substances que notre corps peut utiliser, soit comme combustible, soit comme matériaux de reconstruction de notre corps. C'est ce qu'on appelle la digestion des aliments.

Tube digestif. — La nourriture introduite par la bouche est avalée et parcourt lentement un tube ou canal qui a plusieurs fois la longueur du corps. La figure 22 donne une idée approximative de ce tube digestif et du trajet suivi par ce que nous mangeons.

Nos aliments, après avoir traversé la bouche et l'arrière-bouche, passent par un tube tout droit,

appelé l'œsophage, qui les conduit à l'estomac. Au sortir de l'estomac, ils cheminent pendant longtemps dans un boyau étroit, extrêmement long, replié un grand nombre de fois sur lui-même : l'intestin grêle, qui remplit presque toute la cavité du ventre. A l'intestin grêle fait suite le gros intestin, la dernière étape de ce long voyage.

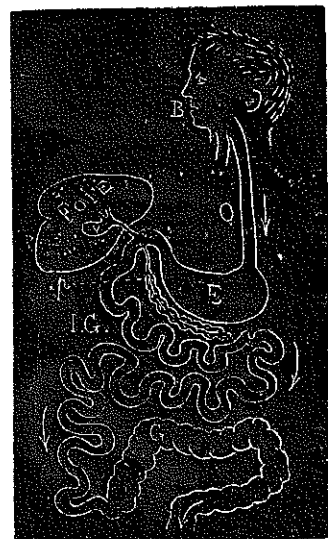


Fig. 22. Disposition générale du tube digestif.
B, bouche ; O, œsophage ; E, estomac ; P, pancréas ; V, vésicule du fiel
IG, intestin grêle ; G, gros intestin.

Transformation des aliments. — Au début de ce trajet, la viande, le pain, les légumes sont d'abord mâchés, c'est-à-dire finement divisés, broyés, humectés de salive et transformés en une bouillie, où l'on ne reconnaît déjà plus ce qu'on y a

mis. Mais on aurait beau broyer du pain, de la viande, et en faire une bouillie aussi ténue que possible, on aurait toujours des parcelles solides, une espèce de poussière mouillée, qui jamais ne pourrait filtrer à travers l'intestin. Or, pour que le sang puisse distribuer à tous nos organes la nourriture

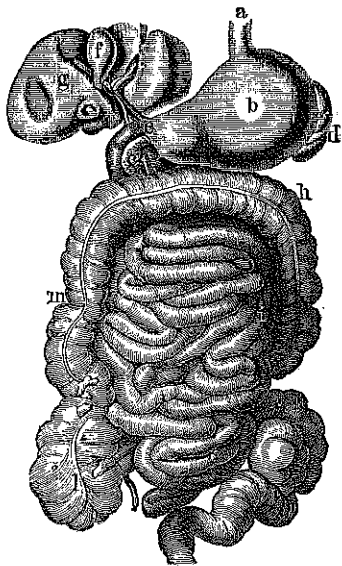


Fig. 23. Foie, estomac, intestins dans leur position naturelle.

a, œsophage; be, estomac; c, pancréas; d, rate; f, vésicule du fiel; g, foie; mb, gros intestin; i, intestin grêle.

dont ils ont besoin, il faut que cette nourriture ait été dissoute, transformée complètement en liquide, et que ce liquide ait traversé la membrane de l'intestin pour arriver au sang. La digestion est une véritable dissolution des aliments par transformation chi-

mique. Il y a dans l'estomac et dans l'intestin des sucs qui changent la nature chimique du pain, de la viande, et finissent par rendre fluide comme de l'eau toute la partie nutritive de ces aliments.

A mesure que les aliments avancent dans l'intestin les parties liquéfiées par la digestion sont absorbées par le sang, c'est-à-dire qu'elles filtrent à travers la paroi de l'intestin pour aller se mêler au sang. Ce qui ne peut être digéré et dissout, ce qui n'est pas utilisable par notre organisme, les résidus de la digestion en un mot, vont jusqu'au bout pour être finalement rejetés au dehors.

A présent que nous avons en deux mots une idée générale de la marche de la digestion, nous allons reprendre les choses avec un peu plus de détails. Commençons par la bouche.

La bouche. — Les dents. — La fig. 24 montre la disposition des dents chez l'adulte. Il y a à chaque mâchoire et de chaque côté : 2 incisives, 1 canine et 5 molaires (dont deux petites et trois grosses) : en tout 8 dents. Les deux mâchoires réunies en portent donc 32.

Les très petits enfants n'ont pas encore de dents. Les premières incisives commencent à pousser vers l'âge de sept mois. A deux ans et demi les deux mâchoires sont garnies de 20 dents. Ces premières dents, moins nombreuses que les dents définitives, sont appelées dents de lait. Elles sont destinées à tomber successivement entre sept et douze ans, et à être remplacées par les dents définitives, au nombre

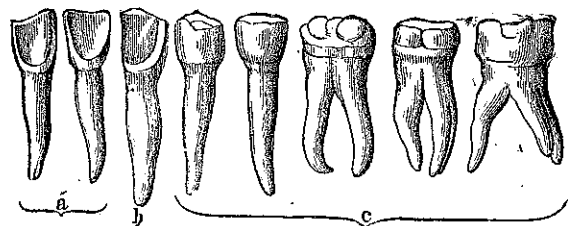


Fig. 24. Dents de l'homme,
a, incisives; b, canine; c, molaires.

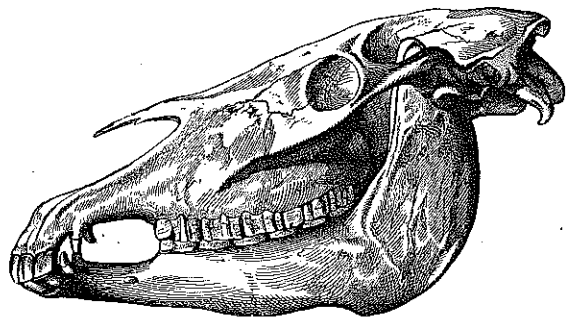


Fig. 25. Crâne de cheval.

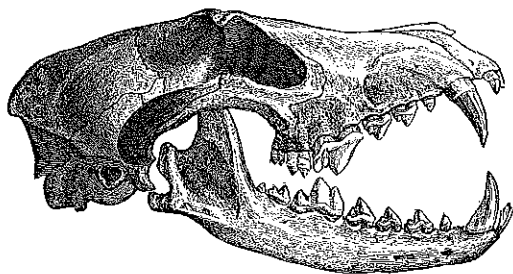


Fig. 26. Crâne de loup.

de 32. A l'âge de quinze ans il n'y a encore que 28 dents. Les quatre dernières molaires, appelées dents de sagesse, ne poussent que fort tard, vers l'âge de 25 à 30 ans, Il y a de nombreuses exceptions, quant à l'époque de l'apparition des dents : on prétend que Louis XIV avait déjà deux dents au moment de sa naissance.

Carie. — Les dents que l'on ne nettoie pas sont sujettes à la carie. C'est une maladie qui détruit la dent et qui fait beaucoup souffrir.

Les dents servent, comme vous savez, à diviser, à broyer les aliments. Leur forme varie considérablement d'une espèce animale à l'autre, suivant la nature de l'alimentation. Chez le cheval, le bœuf, le mouton, qui doivent mâcher, broyer de la paille, du foin, de l'avoine, les dents molaires sont très développées; les canines et les incisives le sont peu, ou manquent même totalement. Chez les animaux carnassiers (lion, chat, chien), les dents canines (de *canis*, nom latin du chien), qui servent à déchirer la proie vivante, sont longues, pointues et robustes.

La salive. — La salive est formée en grande partie d'eau, mais elle contient également un peu de sel et une substance fort curieuse, qui a la propriété de changer en sucre, l'amidon et la farine dont est fait le pain; ce sucre se dissout dans la salive. La salive ne sert donc pas seulement à humecter la bouillie formée par nos aliments; elle commence le travail chimique de la digestion.

La salive ne se produit pas sur place, à l'intérieur

de la bouche; elle se fabrique dans des organes appelés glandes salivaires, situés en dehors de la bouche, les uns sous la langue, d'autres près de l'oreille. Les glandes salivaires prennent au sang de l'eau et diverses substances dont elles font la salive; elles versent ensuite cette salive dans la bouche, chacune par un petit canal en forme de tube.

Glande. — En physiologie, on appelle glande tout organe qui a pour fonction d'emprunter au sang de l'eau et d'autres matériaux, pour en faire un produit nouveau, pour *sécréter* un liquide différent du sang. Ainsi les glandes salivaires produisent, sécrètent la salive; le foie sécrète la bile, le rein sécrète l'urine. La sueur n'est autre chose que le produit de sécrétion de petites glandes contenues dans la peau, et dont les conduits microscopiques s'ouvrent à sa surface. De même, les larmes sont sécrétées par les glandes lacrymales.

Arrière-bouche (ou pharynx). — Dès que les aliments sont convenablement divisés et humectés, ils sont avalés. La langue en ramasse les parcelles à l'intérieur de la bouche, en forme une boulette, qu'elle pousse jusqu'au trou noir qui se trouve au fond de la bouche. On peut très bien le voir, en se plaçant devant un miroir, de manière à ce que le jour éclaire le fond de la bouche et le trou par où la boulette a disparu. On aperçoit une espèce de porte, dont le seuil est formé par la base de la langue, et dont le haut ne reste pas immobile. Il y a là un rideau rouge, charnu qui, grâce aux petits muscles qu'il

contient dans son intérieur, peut se relever ou s'abaisser, de façon à fermer ou à ouvrir la petite porte en question. Ce rideau charnu s'appelle le voile du palais.

Avaler. — Une fois qu'elle a dépassé le voile du palais, la boulette de nourriture tombe dans un tube en forme d'entonnoir, qu'on appelle l'arrière-bouche (ou pharynx). A partir de ce moment elle échappe complètement à notre volonté. Nous sentons bien qu'elle est saisie et poussée, comme par un mouvement convulsif, mais c'est tout. Nous serions incapables de l'arrêter à mi-chemin : il faut qu'elle aille jusqu'au bout, c'est-à-dire jusqu'à l'estomac, une fois qu'elle a commencé son mouvement de progression dans le pharynx et dans l'œsophage.

Mouvement vermiculaire. — La boulette de nourriture est poussée en avant, par de petits muscles, dont les fibres sont disposées circulairement, dans l'épaisseur même de la membrane du tube digestif. Ces espèces d'anneaux musculaires se contractent en arrière de la boulette pour la pousser, tandis que ceux qui sont devant, s'écartent pour la laisser passer. A mesure qu'elle se déplace, d'autres petits muscles entrent successivement en action; ils se la passent de proche en proche, et finissent par la pousser jusque dans l'estomac. Il y a là un mouvement rappelant tout à fait celui du ver qui rampe : aussi l'appelle-t-on mouvement vermiculaire. Si votre ventre était de verre, vous pourriez voir tous les intestins occupés à cette besogne, et exécutant des

mouvements vermiculaires. Les petits nerfs qui font mouvoir les muscles de l'intestin, sont tout à fait soustraits à l'action de notre volonté; et il en est de même pour la plupart des actes qui se passent à l'intérieur du corps. Non seulement nous ne pouvons

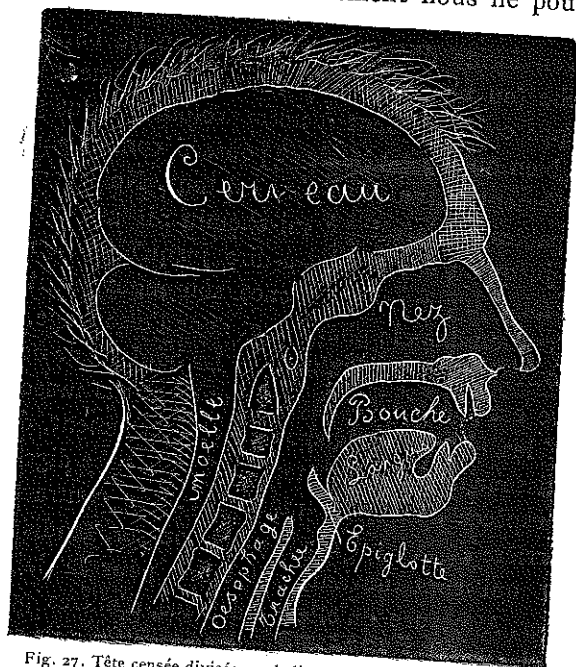


Fig. 27. Tête censée divisée sur la ligne médiane, pour montrer la disposition de la bouche, du nez, etc.

ni les empêcher, ni les modifier, mais il a fallu de longues études poursuivies par un grand nombre de savants, pour en savoir quelque chose sur ce sujet qui nous touche de si près.

Avaler de travers. — Les fig. 27 et 28 représen-

tent la disposition de l'arrière-bouche. Cette cavité communique en avant avec la bouche, en bas avec l'œsophage; mais elle conduit également en haut

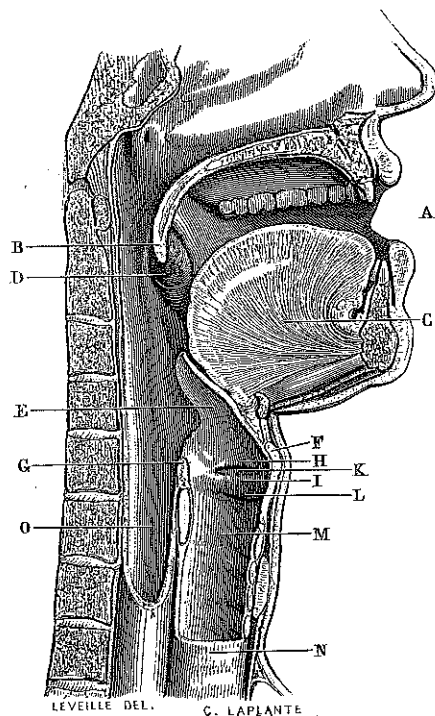


Fig. 28. Coupe de la bouche et des organes voisins.
A, orifice de la bouche; B, voile du palais; C, langue; E, épiglote;
FGHIKLM, larynx; N, trachée; O, œsophage.

dans le nez et en bas dans le larynx et la trachée, c'est-à-dire dans le tube par lequel nous respirons. Heureusement l'ouverture du larynx présente un

petit couvercle charnu (qui s'appelle l'épiglotte); ce couvercle, en s'abaissant au moment où l'on avale, ferme aux aliments le chemin de la trachée, et les oblige à s'engager dans l'œsophage. Lorsque nous avalons de travers, c'est que ce petit couvercle n'est pas exactement fermé, et qu'une parcelle de nourriture s'est trompée de chemin, et a pu se fourvoyer dans le larynx, au risque de nous étouffer. La nature fait alors un violent effort pour chasser l'intrus : nous toussons, c'est-à-dire que les poumons lancent brusquement de grosses bouffées d'air, pour balayer les miettes qui se sont introduites en fraude dans le larynx. On avale de travers, lorsqu'on parle ou qu'on rit en avalant : car, pour parler, il faut chasser de l'air par le tuyau du larynx, et soulever le petit couvercle de l'épiglotte.

Œsophage. — L'œsophage s'étend de l'arrière-bouche à l'estomac; il parcourt toute la longueur du cou et de la poitrine, immédiatement au devant de la colonne vertébrale, en arrière du cœur et des poumons; puis il traverse la cloison, en forme de voûte, qui sépare la poitrine du ventre, et débouche dans l'estomac.

Estomac. — L'estomac est une vaste poche à parois élastiques, contenant une infinité de petits muscles dans son épaisseur. Ces petits muscles font à chaque instant changer la forme de l'estomac, compriment, brassent, triturant les aliments, les réduisent complètement en bouillie. Par la forme extérieure l'estomac ressemble assez bien à une cornemuse;

ceci n'est pas étonnant, puisque la cornemuse est un estomac d'animal.

Suc gastrique. — Une infinité de toutes petites glandes, logées dans l'épaisseur de la membrane de l'estomac, versent sur la bouillie alimentaire un liquide très aigre, le suc gastrique (*gaster* signifie estomac). L'acide du suc gastrique, combinant son action avec celle d'une substance appelée pepsine, attaque et dissout la viande, le blanc d'œuf cuit et généralement toutes les matières d'origine animale, analogues au blanc d'œuf. La pepsine et l'acide sont donc les deux agents de la digestion stomacale. C'est pour cela qu'on donne de la pepsine ou de l'acide chlorhydrique aux malades qui souffrent de mauvaise digestion.

Digestion intestinale. — Quand la bouillie alimentaire est en partie liquéfiée, elle passe dans l'intestin grêle, où la digestion, c'est-à-dire la dissolution des aliments, continue. Une glande assez volumineuse, analogue aux glandes salivaires (le pancréas), dont le conduit s'ouvre à peu de distance de l'estomac, verse ici son produit. Le suc de cette glande (suc du pancréas) achève l'œuvre commencée dans l'estomac. Ce suc est capable de digérer, de dissoudre à la fois les matières animales, comme le suc gastrique, et en outre les fécules (farine et pain) et les graisses. Enfin l'intestin contient, dans toute sa longueur, de petites glandes qui aident également à la liquéfaction des aliments.

Absorption. — A mesure que les aliments cheminent le long de l'intestin, à mesure qu'ils avan-

cent, les parties nutritives se liquéfient; et le liquide ainsi formé, filtre à travers l'épaisseur de la membrane de l'intestin, pour se mêler au sang.

Capillaires sanguins de l'intestin. — Toute l'épaisseur de la paroi de l'intestin est traversée par une infinité de petits tuyaux extrêmement fins, dans lesquels le sang circule avec rapidité. On les appelle capillaires, du latin *capillus*, qui veut dire cheveu, quoique ces petits tubes sanguins soient beaucoup plus fins que des cheveux. Comme nous le verrons quand nous étudierons la circulation du sang, ce liquide est amené par des canaux plus gros, qui viennent du cœur et que l'on appelle *artères*; il traverse les capillaires, puis retourne par d'autres tuyaux appelés *veines* qui le ramènent au cœur. C'est pendant ce trajet que le sang absorbe le liquide résultant de la digestion des aliments; il reprend le chemin du cœur avec sa provision alimentaire, pour aller ensuite la distribuer entre tous les organes du corps.

Chylifères. — Mais une autre partie du liquide produit par la digestion pénètre dans le sang par une voie détournée. A côté des petits canaux capillaires qui charrient du sang rouge, il en existe d'autres remplis d'un liquide incolore, blanchâtre. Or, ce liquide n'est autre chose que le produit direct de la digestion, le chyle comme on l'appelle. Les canaux qui absorbent le chyle, s'appellent chylifères, ce qui veut dire : canaux qui contiennent, qui charrient le chyle. Tous les chylifères versent leur liquide dans un gros canal incolore, qui le transporte lui-

même dans une veine. Là le chyle se mélange au sang, qui le distribue à tous les organes.

Telle est donc toute l'histoire de la digestion : liquéfaction des parties nutritives des aliments par les sucs digestifs, et absorption par le sang de ces parties liquéfiées, soit directement (par les capillaires sanguins), soit par l'intermédiaire des chyli-

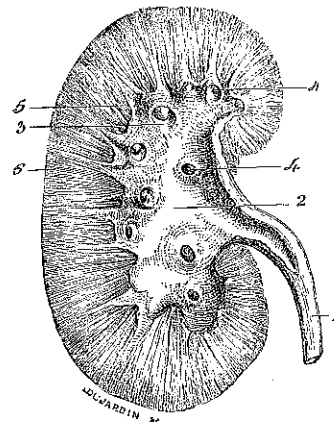


Fig. 29. Rein humain, divisé par le milieu.

fères. Les résidus non digérés sont rejetés au dehors.

Foie et bile. — Et le foie? et la bile? Pourquoi n'en parlez-vous pas, me direz-vous? A cela je vous répondrai que le foie est une glande volumineuse, qui fabrique un liquide brun ou verdâtre, très amer, la bile ou fiel — que la bile se rassemble dans une petite poche, la vésicule du fiel, pour être ensuite versée dans l'intestin, où elle se mélange aux ali-

ments en voie de digestion. Mais j'ajouterai que l'on ignore absolument le rôle de la bile dans la digestion. Les savants ont analysé la bile, étudié le foie de cent façons, sans parvenir à résoudre l'énigme. On sait que le foie est un organe essentiel à la vie, mais on ignore encore son usage.

Rate. — Voici encore un organe dont les fonctions sont inconnues. La rate présente à peu près la couleur et la consistance du foie. Elle est logée à gauche de l'estomac, dans le haut du ventre (Voir *d*, fig. 23). Si l'on ne peut vivre sans foie, on se passe à la rigueur de rate. Plus d'une fois la rate a été extraite du corps, extirpée dans des opérations chirurgicales, ou dans des expériences sur les animaux, sans qu'il en résultât de préjudice grave pour la santé. Inutile de dire que les animaux ainsi privés de rate n'avaient pas plus d'haleine que d'autres, et que l'expression « *courir comme un dératé* » est basée sur un préjugé et une erreur grossière. Même remarque pour les expressions : *se désopiler la rate*, *se fouler la rate*, qui ne correspondent à aucun fait réel.

Reins. — Les reins, au nombre de deux, sont situés dans le ventre, de chaque côté de la colonne vertébrale. Ces glandes enlèvent au sang les matériaux de déchet, d'usure de nos organes, et fabriquent l'urine, liquide destiné à être rejeté au dehors, après avoir séjourné dans la vessie. Les reins de l'homme ont la forme d'énormes haricots. Il en est de même de ceux du mouton, tandis que les reins, ou rognons de bœuf, sont des masses irrégulières, bosselées.

CHAPITRE V

CIRCULATION DU SANG

Sang. — Le sang est formé d'une infinité de petits corpuscules *rouges*, solides, les globules, et d'une partie liquide, presque *incoloré*. Ces globules, qui donnent au sang sa couleur rouge, sont extraordinairement petits. Il faudrait en aligner près de 150 à la file pour faire seulement une longueur d'un millimètre. On ne peut les voir qu'avec un bon microscope : on constate alors qu'ils ne sont pas sphériques, mais aplatis; leur forme rappelle celle des fiches du jeu de dames. Ils sont extraordinairement nombreux : ainsi la gouttelette qui se tient suspendue à la pointe d'une aiguille en contient plusieurs millions. On a calculé que si l'on plaçait bout à bout tous les globules rouges du sang d'une seule per-

sonne, la file serait si longue qu'elle ferait plusieurs fois le tour de la terre. Les globules du sang renfer-

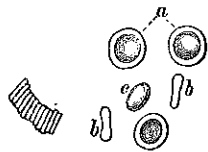


Fig. 30. Globules sanguins.

ment un peu de fer : c'est pour cela qu'on fait prendre du fer aux malades pâles, anémiques, dont le sang ne contient pas assez de globules rouges.

Fonctions du sang. — C'est au sang, avons-nous vu, qu'aboutit le chyle, ce liquide qui résulte de la digestion de nos aliments : c'est donc dans le sang que s'emmagasinent provisoirement les substances formées dans le tube digestif. Mais le sang ne les garde pas pour lui, il distribue généreusement à tous les organes les matériaux dont ils ont besoin. Au foie il apporte de quoi faire de la bile; aux glandes de l'estomac, ce qu'il faut pour le suc gastrique, etc.; c'est lui qui fait pousser les ongles, les cheveux. D'ailleurs, il n'y a pas que les ongles qui poussent et qui s'usent : tous nos organes s'usent plus ou moins, tous ont besoin de nourriture pour réparer cette usure et tous puisent cette nourriture dans le sang.

C'est du sang que vient le combustible qui brûle dans nos muscles et dans tous nos organes. C'est le sang qui cherche dans le poumon l'oxygène nécessaire à la combustion, et qui l'apporte aux muscles.

Enfin, c'est également le sang qui se charge de débarrasser les organes des résidus de cette combustion.

Capillaires. — Pour que le sang puisse remplir ces diverses fonctions il faut qu'il pénètre dans tous les recoins de notre corps. Nous avons vu que la membrane de l'intestin est creusée d'une infinité de petits canaux, dans l'intérieur desquels le sang coule avec rapidité. Il en est de même de tous nos organes. Tous renferment ces petits tubes sanguins auxquels on donne le nom de capillaires. Le sang arrive dans ces capillaires par de gros tubes, appelés artères, puis il retourne au cœur par les veines. Il n'y a pas dans toute notre peau un endroit gros comme la pointe d'une aiguille qui ne contienne ces petits canaux sanguins. Si vous en doutez, piquez-vous n'importe où, vous êtes certain de faire apparaître une gouttelette de sang. C'est aussi le sang qui donne à vos joues et à vos lèvres leur belle couleur rouge.

Cœur. — Le cœur communique au sang son mouvement et sa force. Le cœur agit à la façon d'une petite pompe, qui aspire le sang du côté des veines, pour le lancer avec force du côté des artères. Le cœur n'est autre chose qu'un gros muscle creux. A chaque pulsation du cœur il y a une contraction de ce muscle, et une certaine quantité de sang est projetée dans les artères. Il y a environ 70 contractions ou pulsations du cœur par minute chez l'homme adulte, ce qui fait un peu plus d'une pulsation par seconde; mais ce nombre peut varier : dans la fièvre

il peut monter au double. Appuyez la main sur le milieu de la poitrine, un peu à gauche, et vous sentirez parfaitement le petit choc qui correspond à chacun de ces battements. En appliquant l'oreille à ce niveau on entend chaque fois un bruit sourd, suivi d'un petit claquement.

Artères. — Les pulsations du cœur se propagent dans les artères avec une grande force. On les sent très bien en appuyant le doigt dessus. Le médecin qui tâte le pouls ne fait pas autre chose. Il appuie les doigts sur la grosse artère qui passe au poignet, près de la base du pouce; il compte le nombre des battements et apprécie leur force, ce qui lui donne des renseignements précieux sur l'état du malade.

On peut se rendre compte de la pression énorme avec laquelle le sang est projeté dans les artères lorsqu'un de ces tubes est coupé ou blessé par accident. Le jet rouge, qui s'échappe par saccades, est lancé à plus de deux mètres de distance. Comme les artères sont des tubes à parois solides, élastiques, la blessure reste béante et le sang coule à flots. Le blessé ne tarderait pas à mourir, si l'on n'arrêtait rapidement la perte de sang. La simple pression du doigt appuyé sur la plaie suffit ordinairement pour suspendre l'écoulement du sang, en attendant l'arrivée du médecin.

Disposition des principales artères. La figure 31 montre la disposition des principales artères du corps. La grosse artère, qui part du cœur, s'appelle l'aorte. Elle se recourbe en forme de crosse, puis

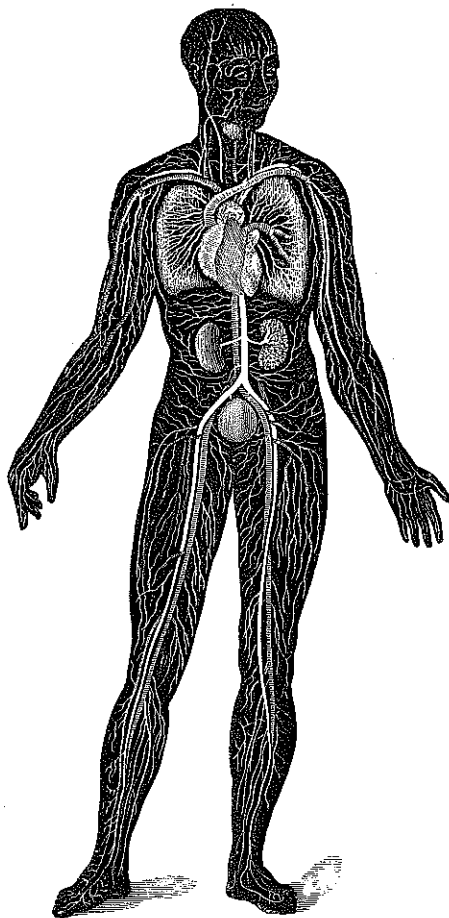


Fig. 31. Appareil circulatoire de l'homme.

descend le long de la colonne vertébrale. Mais auparavant elle fournit une grosse artère à chaque bras, et deux artères (artères carotides) pour la tête et le cou. Chacune de ces artères se ramifie un grand nombre de fois, et finit par aboutir au réseau des capillaires. L'aorte descendante donne des artères pour les intestins, l'estomac, le foie, les reins, etc., puis elle se bifurque en deux grosses branches, une pour chaque jambe.

Circulation capillaire. Les artères lancent le sang dans les capillaires. La force d'impulsion que possédait le sang, s'use presque complètement, ici, par le frottement contre la paroi des capillaires; c'est à peine si le sang qui revient par les veines est encore animé d'un léger mouvement qui le pousse vers le cœur. Les capillaires sont des tubes extraordinairement fins, ramifiés et divisés comme les mailles d'un filet, ou comme les sentiers d'un bois. C'est au niveau des capillaires que s'accomplit le travail mystérieux de la nutrition; c'est là que les substances nutritives filtrent à travers la mince membrane qui forme le capillaire, pour aller remplir leur rôle de réparation et alimenter les organes. C'est là aussi que l'oxygène amené par le sang artériel passe dans la substance des organes pour y entretenir la combustion.

Circulation observée au microscope. — Il n'y a pas de spectacle plus intéressant que d'observer au microscope la circulation du sang dans une partie transparente d'un animal. La mince membrane

tendue entre les orteils, dans la patte de la grenouille, se prête fort bien à cette étude. On fixe la grenouille sur une plaque de liège. On l'enferme dans un petit sachet de tulle, que l'on assujettit au moyen de fortes épingles, de manière à empêcher la grenouille de remuer, sans lui faire cependant le moindre mal. Une des pattes doit dépasser hors du sachet. On a fait un trou rond dans la plaque de liège. C'est au niveau de cette petite fenêtre, qu'il s'agit de tendre la membrane de la patte. A cet effet on fixe un fil au moyen d'un nœud, à l'extrémité de chacun des plus longs orteils. Ces fils servent à attacher les orteils à des épingles piquées dans le liège, autour de la fenêtre, de manière à bien étaler la membrane transparente. On porte la plaque et la grenouille sous le microscope, et l'on jouit alors d'un merveilleux spectacle. Tout se meut, tout travaille avec une activité merveilleuse dans le champ du microscope. On voit, par exemple, un gros courant de sang arriver par saccades dans l'artère: les pulsations du cœur se propagent jusqu'ici. Ce courant se divise en un grand nombre de petits ruisseaux, qui filent avec rapidité dans le réseau des capillaires. Quelques-uns de ces capillaires sont si étroits, que les globules sanguins ont de la peine à passer un à un. Tous les petits courants des capillaires se réunissent ensuite pour former la veine, dans laquelle le sang revient lentement vers le cœur. Chaque partie du corps contient ainsi des artères, des capillaires et des veines. Il n'y a d'exception que pour un petit nombre

d'organes qui ne contiennent pas de sang : les cheveux, les ongles, la couronne des dents, les parties

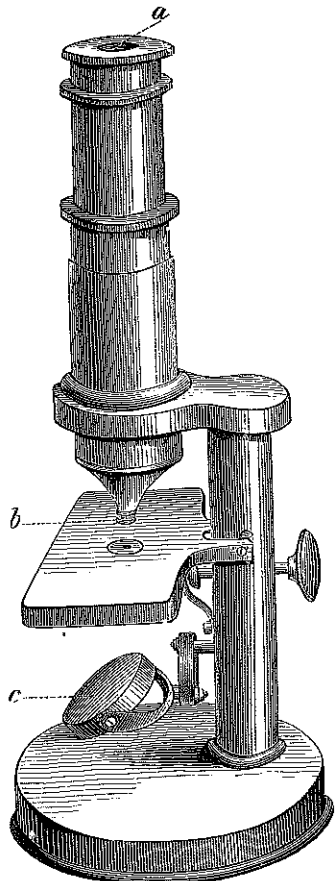


Fig. 32. Microscope.

transparentes de l'œil, le cartilage des articulations.
Hémorragie. — Comme il y a partout du sang,

la moindre égratignure est suivie d'hémorragie, c'est-à-dire de saignement. Nous avons vu que les hémorragies artérielles sont fort dangereuses, à cause de la force du jet de sang. Les hémorragies capillaires et veineuses, au contraire, s'arrêtent le plus souvent d'elles-mêmes. En effet, le sang, dès qu'il sort du corps, se fige, se transforme en caillots, qui viennent boucher les petits trous par où il s'échappait.

Sang artériel et sang veineux. — Le sang artériel qui arrive aux organes est rouge vermeil. Quand il revient par les veines il est brun foncé, presque noir. Mais si on l'expose à l'air il reprend sa belle couleur rouge. C'est, en effet, l'oxygène qui donne au sang artériel sa teinte écarlate, comme nous le verrons au chapitre de la respiration. En traversant les organes au niveau des capillaires le sang artériel perd une grande partie de son oxygène, et devient sang veineux, sang noir. C'est dans cet état que les veines le ramènent au cœur. Il faut que ce sang redevienne sang artériel, sang rouge, avant que le cœur ne l'envoie de nouveau dans les organes. Pour cela il doit auparavant subir le contact de l'air, il doit passer par les poumons. Il y parcourt également un système d'artères, de capillaires et de veines; puis du poumon il revient tout rouge, tout chargé d'oxygène et prêt à servir de nouveau. Ce sang artériel est lancé par le cœur dans les artères, et de là dans tous les organes.

Double circulation. — La circulation est donc un peu plus compliquée qu'on ne l'aurait supposé au

premier abord. Pour être complète, elle comprend deux mouvements circulaires : celui du poumon, que l'on appelle petite circulation, ou circulation pulmonaire; et celui qui conduit le sang à travers tous les organes, appelé grande circulation, ou circulation générale. Partant du cœur par les artères, le sang parcourt les réseaux capillaires de tous les

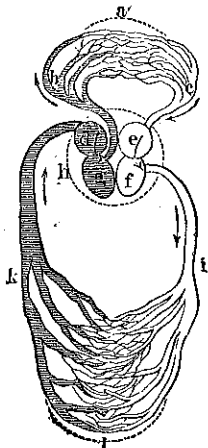


Fig. 33. Représentation idéale du cœur et des vaisseaux. Les flèches indiquent la direction du cours du sang. Les parties claires *a, c, e, f, i*, contiennent du sang artériel; les parties foncées *l, k, d, g, b*, contiennent du sang veineux.

a, capillaires du poumon; *b*, artère pulmonaire; *c*, veine pulmonaire; *d*, oreillette droite; *e*, oreillette gauche; *f*, ventricule gauche; *g*, ventricule droit; *h*, cœur; *i*, artère aorte; *k*, veine; *l*, capillaires du corps.

organes du corps, puis revient au cœur par les veines : c'est la grande circulation. Le cœur l'envoie au poumon, où il traverse les capillaires de la petite circulation, puis le sang revient au cœur pour recommencer le même mouvement circulaire.

Mouvements du cœur. — Le cœur est un organe

musculaire à peu près gros comme le poing; il est situé dans la poitrine, entre les deux poumons, au-dessus du diaphragme. Il est formé de deux moitiés, une à droite et une à gauche, assez semblables l'une à l'autre. Dans chacune de ces moitiés la petite

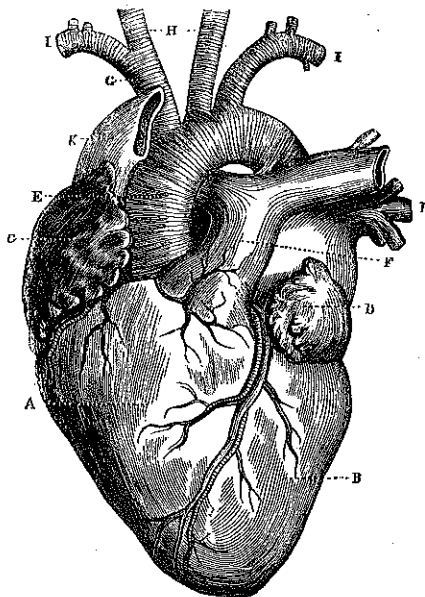


Fig. 34. Le cœur vu par devant.

A, ventricule droit; B, ventricule gauche; C, oreillette droite; D, oreillette gauche; E, artère aorte; F, artère du poumon; I, I, artères des bras; H, artères carotides pour le cou et la tête; K, veine ramenant le sang vers l'oreillette droite; L, veine du poumon.

chambre ou cavité intérieure est subdivisée en deux cavités plus petites, placées l'une au-dessus de l'autre et communiquant entre elles. La chambre supérieure s'appelle *oreillette*, l'inférieure s'appelle *ventricule*. Il

y a donc dans le cœur une oreillette et un ventricule gauches, une oreillette et un ventricule droits. Les deux oreillettes reçoivent le sang qui revient au cœur; à celle de droite aboutit le sang veineux de la circulation générale. A celle de gauche aboutit le

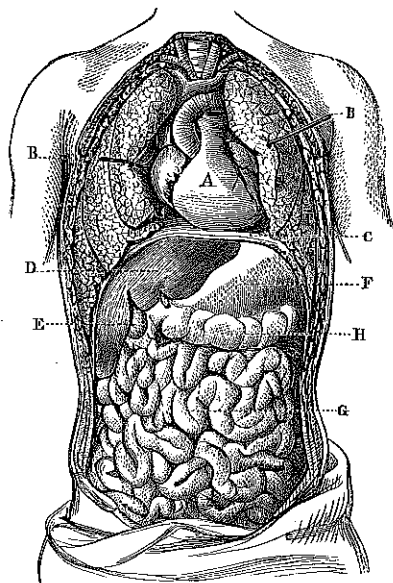


Fig. 35. Thorax et abdomen de l'homme ouverts par devant, et montrant les organes dans leur position naturelle.

A, cœur; B, poumons; C, diaphragme; D, foie; E, vésicule du fiel; F, estomac; G, intestin grêle; H, gros intestin.

sang rouge qui revient du poumon. Les deux ventricules reçoivent le sang des oreillettes et le lancent dans les tubes artériels qui partent du cœur : le ventricule gauche l'envoie par l'aorte dans la circula-

tion générale. Le ventricule droit chasse le sang noir dans le poumon.

Résumé de la circulation. — La figure 33 permet de suivre le trajet complet du sang dans son double mouvement circulaire. Le sang qui revient du poumon, où il a pris sa belle teinte rouge au contact de l'air, arrive à l'oreillette gauche. De l'oreillette le sang rouge, artériel, passe dans le ventricule gauche, qui le lance dans l'aorte et dans toutes les artères du corps. Il traverse les capillaires de la circulation générale, où il préside à la nutrition; il y perd son oxygène, et devient sang noir, sang veineux. Le sang noir revient au cœur par les veines : il est reçu dans l'oreillette droite, et de là dans le ventricule droit, qui l'envoie au poumon, où il se charge d'oxygène et où il reprend sa couleur rouge. Il retourne à l'oreillette gauche, pour recommencer le même mouvement circulaire, qui ne cesse qu'à la mort.

Quantité de sang. — Le corps entier d'un homme adulte contient environ cinq kilogrammes de sang. On évalue à 180 grammes la quantité de sang que le ventricule gauche lance dans l'aorte à chaque pulsation. Pour que les 5000 grammes de sang que contient le corps passent par le ventricule gauche et l'aorte, il faut donc $\frac{5000}{180} = 27$ pulsations, soit environ 25 secondes, moins d'une demi-minute. En moins d'une minute de temps la masse entière du sang a donc le temps de parcourir deux fois complètement l'ensemble de la grande et de la petite circulation.

CHAPITRE VI

RESPIRATION ET CHALEUR ANIMALE

But de la respiration. — Les organes de la respiration amènent l'air atmosphérique à l'intérieur de notre corps, et fournissent ainsi l'oxygène nécessaire aux combustions dont les organes sont le siège. Une fois qu'il a servi à la respiration, l'air est ensuite rejeté à l'extérieur. Cet air est vicié de deux façons : il a perdu une partie de son oxygène, qu'il a cédé à notre corps; en échange, il s'est chargé d'acide carbonique, qui est le produit de la combustion organique.

Poumons et soufflet. — L'appareil respiratoire est formé des deux poumons et des tuyaux qui leur amènent l'air. Les poumons jouent dans notre corps un rôle analogue à celui du soufflet chargé d'activer

le feu d'une forge ou d'un foyer, en y insufflant de l'air. Le mécanisme et la structure des poumons présentent d'ailleurs une certaine analogie avec le mécanisme du soufflet à air. Voici un petit soufflet dont l'orifice latéral est fermé au moyen d'un bouchon (fig. 36). Vous voyez qu'il se compose essentiellement d'un tuyau et d'un réservoir, dans lequel je puis aspirer l'air du dehors, en écartant les deux planchettes du soufflet, et en augmentant ainsi sa

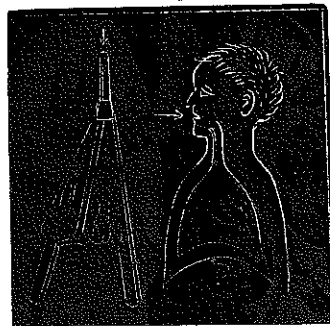


Fig. 36. Soufflet et appareil respiratoire de l'homme.

capacité intérieure. Je produis l'effet inverse, en comprimant le soufflet : de cette façon, l'air est chassé au dehors. Dans l'appareil respiratoire de l'homme nous trouvons également : 1^o un réservoir d'air, constitué par les deux poumons qui peuvent être dilatés ou resserrés, de façon à aspirer l'air, ou à le rejeter à l'extérieur; et 2^o un tube (la trachée) par lequel se fait cet appel d'air. La trachée se bifurque inférieurement, pour communiquer avec les deux poumons.

Poumons et bronches. — Il y a deux poumons, un droit et un gauche (Voir fig. 37 et 38). Ce sont deux poches volumineuses, très légères, car elles sont creuses; elles remplissent presque complètement la cavité de la poitrine, et ne laissent entre elles que fort peu de place pour le cœur. Chaque

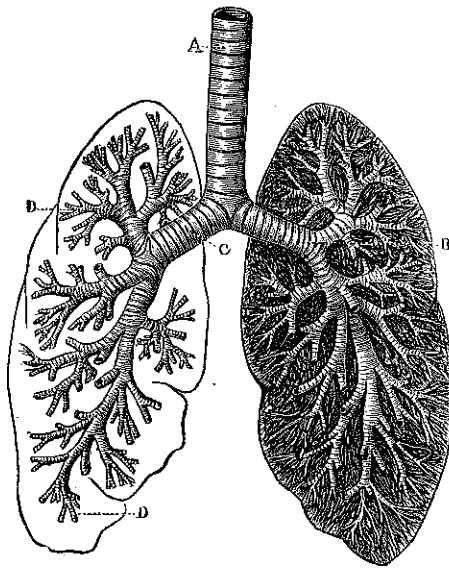


Fig. 37. Poumons et trachée.

poumon est une sorte de sac, formé d'une enveloppe mince, parfaitement élastique. La cavité intérieure de ce sac est subdivisée par des cloisons, en un grand nombre de petits compartiments. Toutes ces petites cavités, auxquelles on donne le nom d'alvéoles du poumon, communiquent, par l'intermédiaire de

tuyaux ramifiés, avec le gros tube de la trachée. Ces tubes, sur lesquels sont greffées les alvéoles pulmonaires, se nomment bronches; elles sont disposées dans chaque poumon, comme les rameaux d'un arbre renversé: le gros tuyau de la trachée représentant le tronc de cet arbre, et donnant naissance à deux grosses bronches, une pour chaque poumon.

Trachée (ou trachée-artère). — La trachée qui est reliée à ces deux bronches est un tuyau fort large: on y logerait facilement le doigt. Il est très solidement charpenté: des anneaux de cartilage le maintiennent toujours béant et assurent le libre passage de l'air. La trachée monte de la poitrine le long du cou, jusqu'à l'arrière-gorge, où elle débouche au devant de l'œsophage. Son extrémité supérieure constitue le larynx, où se produit la voix. Nous avons déjà vu que l'orifice supérieur du larynx est protégé contre l'introduction de la nourriture, par un couvercle mobile, l'épiglotte. Nous savons également ce que c'est qu'avaler de travers.

Mouvements respiratoires. — Nous exécutons environ quinze mouvements respiratoires par minute. Chacun de ces mouvements se fait en deux temps: l'*inspiration*, c'est-à-dire l'appel d'air dans la poitrine; et l'*expiration*, c'est-à-dire la sortie de l'air.

Inspiration. — Le squelette de la poitrine représente une espèce de cage à claire-voie, formée par l'union des côtes à la colonne vertébrale en arrière, et au sternum en avant. Tous les vides laissés entre les côtes et en haut sont remplis par les mus-

cles, qui sont chargés d'écarter les côtes, de dilater la poitrine pendant l'inspiration. Inférieurement la poitrine est séparée du ventre par une cloison charnue, le *diaphragme*, disposé en forme de voûte courbe, de sorte que la cavité du ventre empiète sur celle de la poitrine. Une bonne partie de l'estomac et du foie se logent dans le creux ainsi formé du côté du ventre. Pendant l'inspiration la cavité de la poitrine se trouve dilatée dans tous les sens : les côtes se soulèvent et s'écartent sous l'influence des muscles qui s'y attachent. En même temps la cloison charnue du diaphragme se contracte, et en se contractant elle fait reculer momentanément l'estomac, le foie et les intestins qui étaient logés dans sa concavité, ce qui fait bomber le ventre en avant et augmente la capacité de la poitrine. L'inspiration est donc une dilatation active de la poitrine, provoquée par la contraction du diaphragme et des muscles qui élèvent les côtes. Comme dans le soufflet dont on écarte les planchettes, l'air se trouve vivement aspiré de l'extérieur vers l'intérieur.

Expiration. — Dans l'expiration il y a relâchement des muscles qui s'étaient contractés pour produire l'inspiration. Les intestins et l'estomac, que le diaphragme avait comprimés et refoulés vers le bas, reviennent se loger dans le creux qu'ils occupaient; les côtes s'affaissent également, et le poumon a d'ailleurs, en vertu de son élasticité, une tendance à revenir sur lui-même. L'air est donc chassé tout naturellement et sans effort hors de la poitrine.

Rôle de l'air. — A présent que nous connaissons le mécanisme par lequel l'air entre dans le poumon, et celui par lequel il en sort, demandons-nous ce que devient cet air. Les poumons étant des sacs membraneux, l'air ne peut pas aller plus loin; et pourtant il faut que l'oxygène soit distribué dans tout le corps, qu'il vienne entretenir le feu de la vie dans tous les muscles et dans les organes les plus reculés. C'est par le sang que s'opère ce transport; c'est également

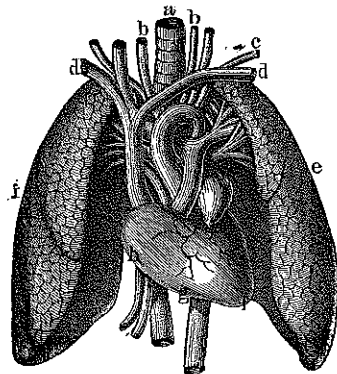


Fig. 38. Poumons et cœur.

par le sang que l'acide carbonique, formé dans tous les organes, est amené au poumon, pour s'échapper au dehors avec l'air de l'expiration.

Circulation du sang dans le poumon. — L'artère pulmonaire, avons-nous vu, amène aux poumons le sang vicié par son passage à travers le corps. Ce sang circule dans la mince paroi du poumon par une infinité de petits tubes capillaires, pour revenir ensuite au cœur par les veines pulmonaires. C'est

pendant ce passage à travers le poumon que le sang vient se vivifier au contact de l'air, qu'il se débarrasse de son excès d'acide carbonique, et qu'il absorbe une nouvelle provision d'oxygène.

Acide carbonique. — Le sang qui arrive du cœur au poumon est chargé d'acide carbonique qui s'y trouve dissout, et qui se dégage dès qu'il arrive au contact de l'air. Il se passe là un phénomène analogue à celui présenté par l'eau gazeuse, qui mousse dès qu'on la verse à l'air. L'eau gazeuse, c'est de



Fig. 39. Siphon d'eau gazeuse.

l'eau ordinaire, dans laquelle on a dissout une grande quantité de gaz acide carbonique. Tant que cette eau est contenue dans le siphon, l'acide carbonique est bien obligé de rester dissout dans l'eau : il n'a pas de place pour s'échapper. Mais dès qu'on permet à l'eau de sortir du siphon, dès qu'elle arrive au contact de l'air, nous voyons cette eau mousser et dégager de petites bulles d'acide carbonique qui montent et viennent crever à la surface. Il en est de même dans le poumon pour l'acide carbonique, qui

se trouve en excès dans le sang. Cet acide s'en échappe au contact de l'air. La seule différence, c'est qu'il ne se forme pas de bulles gazeuses dans le sang, car l'acide carbonique ne s'y trouve pas en assez grande quantité pour cela.

Il est facile de constater que l'air de l'expiration, l'air qui vient des poumons, contient une notable proportion d'acide carbonique. L'acide carbonique jouit, en effet, de la propriété de troubler, de blanchir par son contact l'eau de chaux (eau dans laquelle on a dissout un peu de chaux).

Voici une bouteille, dans laquelle nous avons mis de l'eau de pluie et quelques fragments de chaux, que vous voyez encore au fond. Une partie de cette chaux s'est dissoute dans l'eau. Nous versons avec précaution une petite quantité du liquide parfaitement limpide qui surnage, nous la recevons dans ce gobelet. Nous allons souffler dans cette eau par un tuyau creux (une paille, un roseau, un tuyau de pipe). L'air que nous soufflons vient des poumons : aussi l'eau blanchit instantanément, et se remplit de petits grumeaux de carbonate de chaux. L'acide carbonique de l'air de l'expiration s'est uni à la chaux pour former ces grumeaux blancs de carbonate de chaux.

Oxygène. — Le second changement qui se passe dans le sang, à son passage à travers les capillaires du poumon, c'est qu'il y fait une nouvelle provision d'oxygène. Les globules rouges du sang absorbent une grande quantité d'oxygène : cet oxygène se

combine avec la matière rouge et lui donne une teinte plus vive. Aussi le sang qui revient du poumon au cœur, par les veines pulmonaires, est d'un rouge vermeil, tandis qu'il avait une couleur brunâtre au moment de son arrivée au poumon. L'air de l'expiration a donc cédé une partie de son oxygène au sang; au lieu de contenir 20 pour 100 (un cinquième) d'oxygène, il n'en contient plus guère que 16 pour 100, comme il est facile de s'en assurer par l'analyse, au moyen du bâton de phosphore, dans le tube gradué. (Voir au premier chapitre.)

Combustions organiques. — Le sang qui revient du poumon au cœur est donc du sang artériel d'un beau rouge, chargé d'oxygène et débarrassé de l'excès d'acide carbonique. Du cœur il reçoit l'impulsion qui le lance, par l'aorte et les autres artères, dans tous les organes du corps : les muscles, les glandes, le cerveau, etc. Il y apporte l'oxygène qui doit y entretenir le feu de la vie. Tous nos organes sont le siège d'une combustion lente. Il est vrai qu'il n'y a ni flamme ni lumière, mais il y a de la chaleur produite. Au fond, le phénomène est semblable à ce qui se passe dans un poêle allumé. Les matières en présence sont les mêmes : de l'oxygène d'une part, et de l'autre, des substances riches en charbon et en hydrogène. Ces substances combustibles, provenant des digestions antérieures, ont été déposées dans toutes les parties de notre corps, et attendent que leur tour vienne de se combiner à l'oxygène, pour entretenir la chaleur et l'activité. Le

charbon et l'hydrogène fournissent dans notre corps les mêmes produits de combustion que si on les avait fait brûler à l'air libre, c'est-à-dire qu'ils fournissent de l'acide carbonique et de l'eau. Le sang qui amène l'oxygène nécessaire à ces transformations se charge au retour de l'acide carbonique, lequel ne pourrait sans danger s'accumuler dans nos organes. C'est en traversant les capillaires de la grande circulation que le sang perd à la fois son oxygène et sa belle teinte rouge, et qu'il devient sang veineux, c'est-à-dire sang noirâtre, sang impropre à la vie. Il retourne au cœur qui le lance de nouveau au poumon.

Le sang fait ainsi constamment la navette entre les poumons d'une part, d'où il emporte l'oxygène, et les autres organes du corps, où il cède cet oxygène, et où il prend en échange le gaz nuisible, l'acide carbonique.

Animaux aquatiques. — Tous les animaux respirent, tous absorbent de l'oxygène, et produisent de l'acide carbonique; aussi tous les animaux ont, comme nous, besoin d'air pour vivre : ils ne tarderaient pas à périr si on les en privait.

Et les poissons, et les mille petites bêtes qu'on trouve dans l'eau des rivières et des étangs, comment font-elles pour vivre, où prennent-elles cet air dont elles ont si grand besoin? Je vous répondrai que les poissons respirent l'eau, comme nous respirons l'air; ils lui prennent de l'oxygène et lui cèdent de l'acide carbonique. L'eau est une combinaison d'oxygène et

d'hydrogène, avons-nous vu; mais ce n'est pas de cet oxygène-là qu'il s'agit. L'eau des étangs, des rivières, contient également de l'oxygène, qui y est simplement dissout, caché, comme l'acide carbonique était dissout dans l'eau gazeuse du siphon. Si vous chauffez l'eau, si vous la faites bouillir surtout, l'air en est chassé, il s'échappe en petites bulles; et cette eau privée d'air ne pourra plus entretenir la vie des poissons que vous y mettrez. Ils s'y noieront littéralement et périront asphyxiés.

Branchies des poissons. — Les poissons ont de chaque côté de la tête, derrière de grosses écailles, une large fente, par où l'eau peut passer. C'est là que

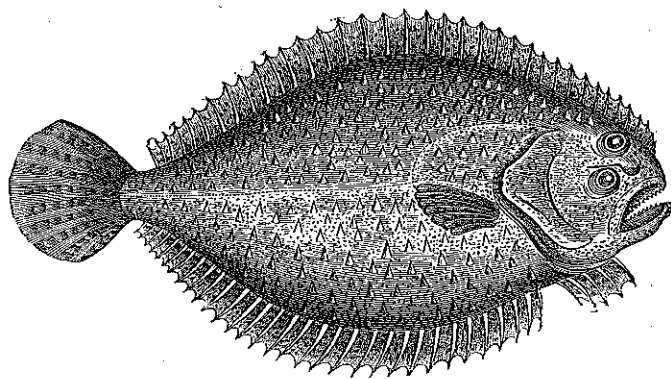


Fig. 40. Poisson montrant la fente des branchies.

sont logés des organes rouges, les ouïes ou branchies, qui chez eux remplacent les poumons. Les branchies sont formées de petites membranes ou lamelles, flottant librement dans l'eau. Le sang veineux que le cœur envoie dans ces lamelles y circule dans des

capillaires nombreux, comme il le fait dans notre poumon. Il cède son acide carbonique à l'eau environnante, et lui prend l'oxygène, qu'il va ensuite transporter à tous les organes du corps du poisson. La branchie a donc, comme le poumon, pour fonction de transformer le sang veineux en sang artériel ou sang oxygéné.

Mort des poissons hors de l'eau. — Quand on retire un poisson hors de l'eau, ses branchies ne fonctionnent plus: en effet, toutes les petites lamelles qui étaient étalées dans l'eau, s'affaissent par leur poids et se collent les unes aux autres. Ni l'air ni l'eau ne peuvent donc s'y renouveler. L'animal ne respire plus et il meurt bientôt, faute d'oxygène, quoiqu'il soit tout entier dans l'air.

Asphyxie. — Après la bataille d'Austerlitz en 1805, un grand nombre de prisonniers autrichiens périrent asphyxiés, parce qu'on les avait renfermés pendant la nuit dans une étroite caverne, où l'oxygène leur manqua bientôt, et où l'acide carbonique, produit par leur respiration, s'était accumulé en grande quantité, faute d'une issue par où cet acide carbonique aurait pu s'échapper à l'extérieur. Il est donc indispensable d'assurer une bonne ventilation aux locaux où se réunissent un grand nombre de personnes. Les réunions trop nombreuses sont toujours plus ou moins malsaines.

Grotte du chien. — Il existe à Pouzzoles, près de Naples, une grotte que l'on montre aux étrangers. Les parois de cette grotte dégagent continuellement

de petites quantités d'acide carbonique, qui suinte pour ainsi dire du rocher, se rassemble au fond, en vertu de sa pesanteur, et forme près du sol une couche assez épaisse. Un homme peut s'y promener impunément; ce gaz impropre à la respiration lui vient à peine jusqu'aux genoux. Mais les petits animaux, le chien par exemple, dont la tête ne dépasse pas la couche mortelle, tombent asphyxiés et périeraient, si on ne s'empressait de les retirer, et de les rappeler à la vie, en les aspergeant d'eau froide.

Essai par la chandelle allumée. — Lorsque des ouvriers ont à pénétrer dans une fosse, ou dans une cave, où l'on soupçonne la présence de l'acide carbonique, ils font toujours, au préalable, l'essai de la chandelle. Ils descendent dans le local suspect, une chandelle ou une bougie allumée. Si elle s'éteint, c'est un signe que l'air est impropre à la combustion, et par conséquent à la respiration, qu'il ne contient pas assez d'oxygène. Là où la chandelle ne peut brûler la respiration de l'homme n'est pas possible. Le *flambeau de la vie* s'éteint également, comme disaient les anciens.

Chaleur animale. Animaux à sang chaud et animaux à sang froid. — Les poissons, les grenouilles, les couleuvres, les lézards, etc., produisent, quand nous les touchons, une impression désagréable de froid. Au contraire, les oiseaux et les mammifères (chien, chat, lapin, souris, etc.) communiquent une douce chaleur à la main qui les saisit.

Les premiers sont nommés animaux à sang froid, ou à température variable. Leur organisme produit fort peu de chaleur, et leur température ne s'élève guère au-dessus de celle de l'eau ou de l'air dans lequel ils vivent. C'est pour cela que nous leur trouvons la peau froide. Dans nos climats ils sont engourdis une partie de l'année, et ne montrent de vivacité que dans la belle saison ou dans les pays chauds.

Les animaux à sang chaud (oiseaux et mammifères), produisent une grande quantité de chaleur dans leurs muscles, et dans tous leurs organes. Leur corps peut être comparé à un petit poêle, mais à un poêle qui chercherait lui-même son combustible. L'homme appartient à cette catégorie des êtres à sang chaud. Quand vous soufflez dans vos doigts, par un jour de gelée, vous sentez bien que l'air qui sort de votre bouche a une température plus élevée que l'air de l'extérieur, et peut réchauffer vos petites mains transies de froid. Cette chaleur est due à la combustion intérieure, dont nous nous sommes occupés au chapitre de la respiration, combustion entretenue par les aliments que nous digérons, surtout par la graisse, l'huile, etc.

Température constante des animaux à sang chaud. — Un fait curieux c'est que chez tous les hommes, jeunes ou vieux, habitants des régions polaires ou des tropiques, dans n'importe quelle saison, cette chaleur atteint toujours le même point, c'est-à-dire trente-sept degrés environ (+ 37°). Pour

faire cette observation on se sert d'un thermomètre, que l'on place dans la bouche, sous la langue (ou dans l'aisselle).

Thermomètre. — Vous savez que le thermomètre est un instrument destiné à mesurer le degré de chaleur, la température. Il est formé d'un petit réservoir communiquant avec un tube en verre, sur lequel on a tracé des divisions, des degrés. Le réservoir est rempli de mercure (ou d'esprit-de-vin); le mercure, ayant (comme tous les corps d'ailleurs) la propriété de se dilater, d'augmenter de volume par la chaleur, monte plus ou moins haut dans le tube, selon la dose plus ou moins forte de chaleur. Quand le thermomètre est placé dans la bouche, le mercure s'arrête toujours entre + 37° et + 38°, chez les personnes bien portantes.

Pour conserver toujours nos 37 degrés de chaleur, nous sommes obligés d'activer considérablement notre foyer intérieur, chaque fois que l'air extérieur se refroidit. Il faut alors absorber une plus grande quantité de nourriture. C'est ce qui explique, qu'en hiver, nous avons meilleur appétit qu'en été, et que l'homme mange davantage dans les climats froids.

Les Esquimaux qui vivent au milieu des glaces, boivent du beurre fondu et de l'huile de poisson, comme nous buvons de la bière ou de l'eau, tandis que les peuples du Midi sont d'une sobriété proverbiale, et éprouvent beaucoup moins le besoin de manger.

CHAPITRE VII

LES CELLULES

Vie indépendante de chaque organe. — Vous rappelez-vous ce muscle de grenouille extrait du corps qui continue à vivre, qui se contracte quand on l'excite, et peut soulever des poids? Et le cœur isolé sur la plaque de verre, dont les pulsations régulières persistent pendant des heures? Chacune de ces parties a donc sa vie propre.

Voici d'autres faits plus frappants encore, parce qu'ils se rapportent à l'homme. Un soldat avait eu le bout du petit doigt coupé net, d'un coup de sabre : le médecin, qui se trouvait là, ramassa le morceau coupé et le remit exactement à sa place sur le doigt, où il le fixa au moyen d'une bandelette d'emplâtre. Au bout de quelques jours la soudure était complète.

Les dentistes savent qu'une dent arrachée peut continuer à vivre si on la replace dans son alvéole. Elle s'y fixe de nouveau. On peut ainsi greffer une dent d'une personne, dans la bouche d'une autre. Les chirurgiens ont fréquemment recours à cette espèce de greffe pour guérir certaines difformités. Ils refont, par exemple, un nez en chair et en os aux personnes qui l'ont perdu à la suite d'accident ou de maladie. Ils taillent un lambeau dans la peau du front, et le rabattent en le cousant à la place du nez absent. Ou bien ils empruntent le morceau de chair à la peau du bras, soit de la même personne, soit

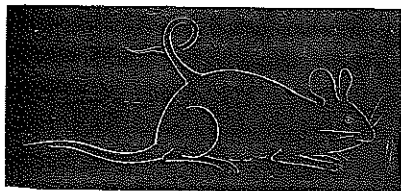


Fig. 41. Souris sur le dos de laquelle on a greffé une seconde queue.

d'une autre, et l'emploient à confectionner le nez nouveau.

Enfin de nombreuses expériences ont montré que l'on pouvait greffer, souder la queue ou la patte d'un animal, d'un rat par exemple, sur la peau d'un autre rat ou d'une souris, tout comme un jardinier greffe un rameau de poirier ou de pommier sur le tronc d'un sauvageon.

Les cellules, unités vivantes de notre corps. — Chaque partie du corps a donc sa vie propre, indépendante jusqu'à un certain point de la vie de l'en-

semble de l'organisme. Si un organe séparé est ordinairement condamné à mourir, puis à se putréfier, c'est qu'il n'est plus nourri comme auparavant. Remettez-le en contact avec le corps, comme dans les cas de greffe cités précédemment, et il pourra, dans certaines circonstances favorables, reprendre pour ainsi dire racine et continuer à vivre. Le microscope, ce merveilleux instrument qui permet de grossir des centaines et des milliers de fois les plus petits objets, a donné jusqu'à un certain point l'explication de ce fait. Il a montré que tous nos organes, malgré leur apparence extérieure si diverse, étaient au fond constitués de la même façon. Tous



Fig. 42. Cellules.

sont formés de cellules, c'est-à-dire de petites masses vivantes, assez semblables les unes aux autres, beaucoup trop petites pour être vues à l'œil nu. Chacune de ces petites cellules représente un individu vivant de sa vie propre, se suffisant plus ou moins à lui-même. Notre corps tout entier en est formé. Ce sont les petites cellules des glandes salivaires, qui produisent la salive; celles du foie fabriquent la bile, etc. Les fibres musculaires et nerveuses, les globules du sang, en un mot tous les éléments de nos organes, ne sont que des cellules plus ou moins transformées.

Division du travail physiologique. — Notre corps est formé de tout un immense peuple de petites cellules. Chaque individu, chaque cellule remplit chez ce peuple une fonction déterminée. De même qu'il y a dans les sociétés humaines, des paysans, des laboureurs, qui assurent par leur travail la subsistance de la nation, de même dans notre corps, les cellules de l'estomac, de l'intestin et des glandes digestives servent à nourrir tous les autres organes. Les aliments, élaborés dans le tube digestif, sont ensuite distribués dans toutes les parties du corps. Le sang et les cellules qui forment l'appareil circulatoire, sont chargés de ce trafic. La besogne du nettoyage de l'organisme est dévolue aux cellules du rein, qui séparent du sang les matériaux nuisibles destinés à être rejetés au dehors. Le soin de la locomotion est confié aux muscles, qui voient tout l'organisme d'un lieu à un autre. Enfin au-dessus de tous ces individus cellulaires, qui remplissent des fonctions plus ou moins serviles, se trouvent les éléments du système nerveux central, du cerveau, qui dirigent l'ensemble du peuple des cellules.

Ils représentent, dans la même comparaison, l'aristocratie intellectuelle de la nation, les hommes d'État, les artistes, les lettrés, les savants, tous ceux qui impriment au peuple son caractère d'individualité collective.

La division du travail physiologique entre les différentes unités dont se compose le corps est donc la règle dans le règne animal. Plus l'animal est par-

fait, plus il est élevé dans l'échelle des êtres, et plus cette division du travail physiologique s'accroît. Chez les animaux inférieurs, au contraire, le corps est formé d'un plus petit nombre de cellules, qui toutes remplissent à peu près les mêmes fonctions. Il y a même des êtres microscopiques, formés d'une seule cellule, qui cumule alors à elle seule toutes les fonctions : la nutrition, la respiration, la locomotion, la sensibilité, etc. Les infusoires, ces infiniment petits, qui se développent par myriades dans toute eau croupissante, sont dans ce cas.

CONCLUSION

Nous comparions, au commencement de ce petit livre, le corps de l'homme à une machine à vapeur; vous avez pu constater combien cette comparaison est exacte.

L'organisme humain et la machine à vapeur exécutent tous deux des mouvements et produisent du travail. Ce travail, cette énergie qu'ils manifestent, ils ne sauraient les créer de rien, attendu que dans la nature rien ne se crée et rien ne se perd. Il y a seulement transformation des forces de la nature. Le travail déployé par la machine à vapeur existé en germe dans le charbon qu'elle brûle. Nos aliments, qui contiennent beaucoup de charbon et beaucoup d'hydrogène, jouent chez nous le même rôle. Eux aussi sont brûlés dans notre corps. La provision d'énergie qu'ils contenaient se transforme alors en partie en travail (quand nos muscles se contractent), en partie en chaleur. C'est là tout le secret de la

chaleur propre à l'homme et aux animaux supérieurs. Nous avons vu, au chapitre de la digestion et de la circulation, par quel mécanisme merveilleux, les particules alimentaires sont transformées, puis transportées dans tous les recoins de notre corps, les unes pour être brûlées immédiatement, les autres pour être mises en réserve.

Il faut au foyer de la machine à vapeur un puissant courant d'air, une cheminée d'appel, qui active la combustion du charbon. Nous aussi, nous avons besoin d'air pour brûler nos aliments et entretenir la vie. Chacun de nous a dans la poitrine un appareil de ventilation, représenté par les poumons et la trachée, appareil qui fonctionne sans interruption, depuis le moment de la naissance, jusqu'à celui de la mort.

De même que les scories et les pierres du fourneau doivent être évacuées au dehors, de même dans notre corps, les résidus de la digestion, les détritres provenant de l'usure de nos organes, sont également rejetés à l'extérieur.

Les analogies sont donc frappantes, pour tout ce qui concerne le côté physique de la vie, entre la machine à vapeur et la machine vivante. Mais dès que l'on quitte le domaine purement matériel, il n'y a plus de comparaison possible entre une mécanique fabriquée artificiellement, et le corps de l'homme.

La machine à vapeur est quelque chose d'inerte; elle a besoin d'être mise en train, d'être dirigée à chaque instant par le chauffeur ou le mécanicien,

c'est-à-dire par un être pensant, par une intelligence supérieure.

La machine vivante, au contraire, est douée au plus haut point de la spontanéité; elle n'a pas besoin d'impulsion extérieure. Elle porte en elle-même un esprit qui la dirige, une intelligence qui sent, qui veut, qui pense. Cette intelligence exerce une véritable royauté sur le peuple innombrable des cellules. Elle trône dans le cerveau, capitale de son vaste royaume. Le long du télégraphe constitué par les nerfs de sensibilité, des courriers agiles lui amènent à chaque instant des nouvelles de tous les points situés à la limite de ses États. D'autres dépêches circulent constamment le long des nerfs moteurs, pour transmettre les ordres de la volonté centrale, et les faire exécuter par de fidèles serviteurs, nos muscles.

Cette volonté centrale n'a pas à s'occuper de ce qu'on pourrait appeler la cuisine intérieure du corps : la digestion, la circulation et les autres fonctions inférieures. Tout cela s'exécute à notre insu, par d'innombrables fonctionnaires subalternes. Débarassée des soucis de l'administration interne de ses domaines matériels, notre intelligence pourra consacrer toute son énergie à combattre les causes extérieures de destruction, à triompher dans la lutte pour la vie, et parfois elle saura se reposer des préoccupations matérielles de l'existence pour s'élever dans le domaine supérieur de la pensée.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	7
CHAPITRE PREMIER	
L'AIR, L'EAU ET LE CHARBON	
Air	9
L'air vital ou oxygène	10
L'air non vital ou azote	10
Analyse de l'air.	12
Eau	14
Décomposition de l'eau	15
Hydrogène.	15
Feu et charbon	16
Acide carbonique	17
CHAPITRE II	
LES MOUVEMENTS (OS ET MUSCLES)	
Squelette de l'homme	20
Colonne vertébrale	20
Animaux vertébrés	25
Squelette de la poitrine	26
Cloison fermant la poitrine	26
Os des membres	26
Bassin.	27
Crâne	27
Face	28
Composition des os	29

	Pages
Articulations	30
Fracture, luxation, entorse	31
Muscles	33
Mode d'action des muscles	33
Tendons	35
Contraction des muscles	36
Muscle isolé du corps	38
Force du muscle	40
Le muscle comparé à une machine	41
Rigidité des muscles	42

CHAPITRE III

SYSTÈME NERVEUX

Télégraphe et système nerveux	43
Cerveau	43
Cerveau et intelligence	45
Nerfs du mouvement	47
Nerfs de sensibilité	47
Mouvements involontaires	47
Mouvements inconscients	48
Les cinq sens	49
Le toucher	49
Le goût	50
L'odorat	50
La vue	50
L'œil	50
Œil myope	53
Œil presbyte et hypermétrope	53
Cataracte	54
Les larmes	54
L'ouïe	55
La voix	55

CHAPITRE IV

DIGESTION DES ALIMENTS

Nécessité de l'alimentation	57
Faim	58
Tube digestif	58
Transformation des aliments	59
La bouche. — Les dents	61
Carie	63
La salive	63

	Pages
Glande	64
Arrière-bouche (ou pharynx)	64
Avaler	65
Mouvement vermiculaire	65
Avaler de travers	66
Œsophage	68
Estomac	68
Suc gastrique	69
Digestion intestinale	69
Absorption	69
Capillaires sanguins de l'intestin	70
Chylifères	70
Foie et bile	71
Rate	72
Reins	72

CHAPITRE V

CIRCULATION DU SANG

Sang	73
Fonctions du sang	74
Capillaires	75
Cœur	75
Artères	76
Circulation observée au microscope	78
Hémorragie	80
Sang artériel et sang veineux	81
Double circulation	81
Mouvements du cœur	82
Résumé de la circulation	85
Quantité de sang	85

CHAPITRE VI

RESPIRATION ET CHALEUR ANIMALE

But de la respiration	86
Poumons et soufflet	86
Poumons et bronches	88
Trachée (ou trachée-artère)	89
Mouvements respiratoires	89
Inspiration	89
Expiration	90
Rôle de l'air	91
Circulation du sang dans le poumon	91

	Pages
Acide carbonique	92
Oxygène	93
Combustions organiques	94
Animaux aquatiques.	95
Branchies des poissons	96
Mort des poissons hors de l'eau	97
Asphyxie	97
Grotte du chien.	97
Essai par la chandelle allumée.	98
Chaleur animale. Animaux à sang chaud et animaux à sang froid	98
Température constante	99
Thermomètre	100

CHAPITRE VII

LES CELLULES

Vie indépendante de chaque organe	101
Les cellules, unités vivantes de notre corps	102
Division du travail physiologique	104
CONCLUSION	106

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES